

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

РУП «Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию»

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И СЕЛЕКЦИЯ В БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Основан в 1951 году

ВЫПУСК 52



Минск
«ИВЦ Минфина»
2016

В сборнике публикуются материалы научных исследований по земледелию, растениеводству и селекции растений. Освещаются вопросы рационального использования средств интенсификации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, заготовки, качества кормов, а также результаты исследований в области селекции, биохимии и иммунитета растений.

Сборник трудов предназначен для научных работников сельскохозяйственного и биологического профилей, аспирантов и студентов соответствующих вузов, руководителей сельскохозяйственным производством и агрономической службой республики.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»: *Привалов Ф.И.*, доктор с.-х. наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси – главный редактор, *Урбан Э.П.*, доктор с.-х. наук, доцент – заместитель главного редактора, *Лужинский Д.В.*, кандидат с.-х. наук – заместитель главного редактора, *Гриб С.И.*, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси, *Шлапунов В.Н.*, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси, *Булавин Л.А.*, доктор с.-х. наук, профессор, *Булавина Т.М.*, доктор с.-х. наук, доцент, *Берестов И.И.*, доктор с.-х. наук, профессор; **РУП «Институт мелиорации и луговодства»:** *Мееровский А.С.*, доктор с.-х. наук, профессор; **РУП «Институт почвоведения и агрохимии»:** *Богдевич И.М.*, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси; **УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»** *Саскевич П.А.*, доктор с.-х. наук, профессор

Перевод на английский язык: *И.О. Песковская*

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РАЗЛИЧНЫХ СЕВООБОРОТАХ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

*А. Ч. Скируха, А. А. Усень, Л. Н. Грибанов, кандидаты с.-х. наук, С. И. Тупик,
научный сотрудник, И. Н. Дашкевич, лаборант
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию*

(Поступила 23.02.2016 г.)

Аннотация. *В статье изложены результаты длительных исследований по изучению эффективности возделывания основных полевых культур, а также различных типов и видов ресурсосберегающих севооборотов на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве центральной части Беларуси.*

Введение. Особенностью развития современного сельского хозяйства является интенсификация производства. Внедрение достижений науки позволило более продуктивно использовать землю. Так, урожайность зерновых возросла с 6-8 ц/га в 1960-1965 гг. до 36-37 ц/га в 2014-2015 гг. Отдельные хозяйства вышли на рубеж 80 ц/га и выше [1]. В современной земледелии наращивание производства продукции растениеводства приходится осуществлять в условиях ограниченности и изыскания резервов экономии энергоресурсов. Важным фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур является научно обоснованный подбор наиболее продуктивных экономически эффективных культур в системе ресурсосберегающих севооборотов при максимальном учете почвенно-климатических факторов.

Методика проведения исследований. В Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в стационарном опыте ведутся длительные исследования по изучению сравнительной продуктивности и агроэкономической эффективности зерновых и кормовых культур в системе полевых севооборотов, а также эффективность различных типов и видов севооборотов в зависимости от структуры посевов для хозяйств разной специализации. Наряду с универсальными зернотравянопропашными севооборотами изучаются специализированные зернотравяные, зерновые и зернопропашные севообороты. В севооборотах используется подстилочный навоз в дозе 11,2 т на 1 га пашни (45 т/га 1 раз в 4 года). Минеральные удобрения применялись в следующих дозах: под зерновые $N_{80}P_{60}K_{90}$, пропашные – $N_{120}P_{90}K_{150}$, клевер – $P_{90}K_{150}$, клевер + злаки 2 г.п. – $N_{80}P_{60}K_{90}$, клевер + злаки 3-4 г.п. – $N_{180}P_{90}K_{150}$.

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные в 2010-2015 гг. данные свидетельствуют о больших различиях в общей и протеиновой продуктивности между культурами. По выходу кормовых единиц эти различия составляют более чем в три раза и по количеству переваримого протеина – в четыре раза. Это свидетельствует о том, что правильный подбор культур, научно обос-

нованная структура посевных площадей и система севооборотов в конкретных условиях является важным резервом повышения продуктивности земледелия.

Принято считать интенсивными пропашные культуры. Это подтвердилось в наших опытах. Однако, как показывают данные (таблица 1), в условиях оптимальных технологий выращивания и правильном подборе видового состава культур и многолетние травы являются высокоинтенсивными культурами [2, 3].

Таблица 1 – Продуктивность зерновых и кормовых культур на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (среднее за 2010-2015 гг.)

№ сев.	Культура	Доза минерального азота, кг/га	Урожайность, ц/га	Кормовые единицы, ц/га	Переваримый протеин, ц/га
9	Клевер	-	588	118	15,5
1	Клевер+тимофеевка 1 г.п.	-	535	107	12,8
1	Клевер+тимофеевка 2 г.п.	90	477	95,4	10,3
7	Клевер+злаки 3 г.п.	180	459	91,8	9,60
7	Клевер+злаки 4 г.п.	180	431	86,2	8,71
5	Галега восточная	-	433	77,9	12,5
11	Люцерна +клевер 1-4 г.п.	-	542	110	15,9
7	Горох-овес на з/м	40	353	49,4	7,06
16а	Озимая рожь на з/м + горох-овес + редька масличная поукосно	180	815	105	15,5
5	Озимая рожь на з/м + люпин узколистный + редька масличная поукосно	140	775	93,0	14,8
6	Озимая рожь на з/м + горох-овес + райграс однолетний	180	803	126	15,1
15	Кукуруза	120	540	113	6,48
15	Корнеплоды	120	760	106	6,84
15	Картофель	120	305	101	4,58
15а	Озимая рожь	80	51,9	60,9	3,84
9	Озимая пшеница	80	53,7	63,4	4,83
5	Озимое тритикале	80	55,1	66,7	6,06
3	Озимый ячмень	80	42,8	52,6	3,42
3	Озимый рапс	120	30,9	52,5	5,01
14	Яровая пшеница	80	46,5	54,4	4,37
12	Ячмень	80	47,9	58,9	3,83
12	Овес	80	45,7	46,6	3,93
2	Люпин узколистный	-	31,8	34,5	8,9

Установлено, что в оптимальных условиях возделывания многолетние травы и, прежде всего, клевер одногодичного использования и клеверо-злаковые травы 1 и 2 года пользования в среднем за 2010-2015 гг. по общей продуктивности превосходили интенсивные пропашные культуры – кормовые корнепло-

ды (при учете основной продукции) и картофель и несколько уступали кукурузе, превосходя значительно их по сбору переваримого протеина и экономической эффективности.

Затраты условного топлива на 1 ц к.ед. составили: у клевера 3,3 кг, клевера с тимофеевкой 2 г.п. – 6,1 кг, клевера со злаками 4 г.п. (с 3-го года травостой злаковый) – 9,47 кг, злаковых трав – 10,2 кг, кукурузы – 15,0 кг, картофеля – 20,5 кг, корнеплодов – 14,7 кг. Коэффициент энергетической эффективности (энергоотдачи) был равен: у клевера 11,1, клевера-злаковой смеси 4 г.п. – 4,15, злаковых трав – 3,84, корнеплодов – 3,63, кукурузы – 2,05, картофеля – 1,50.

Согласно нашим исследованиям, клевер и клеверо-злаковые травы 1 г.п. без затрат азотных удобрений в среднем за 6 лет при урожайности зеленой массы 535-588 ц/га обеспечили выход 107-118 ц/га к.ед. и 12,8-15,5 ц/га переваримого протеина. Это на 17-37% (по выходу кормовых единиц) и в 1,3-1,8 раза (по выходу переваримого протеина) соответственно выше, чем злаковые травы, под которые вносили 180 кг/га минерального азота.

В группе многолетних трав высокопродуктивной культурой оказалась люцерна. При посеве ее в смеси с клевером и четырехлетним использованием она без затрат азотных удобрений по выходу к.ед. (110,0 ц) несколько уступила клеверу одногодичного использования и оказалась на уровне клеверо-злаковых трав 1 г.п. Данная травосмесь превзошла аналогичный травостой 2 г.п. (на 15%), 3 г.п. (на 20%) и 4 г.п. (на 28%), под которые дополнительно вносилось по 90, 180 и 180 кг/га азота соответственно. По выходу переваримого протеина люцерна в смеси с клевером обеспечила самый высокий сбор. По этому показателю превосходство над клеверо-злаковой смесью 2 г.п. составило 5,6 ц/га или 54%, 3 г.п. – 6,3 ц/га или 66%, 4 г.п. – 7,2 ц/га или 82%.

Однолетние бобово-злаковые травы, как правило, уступают по продуктивности многолетним. За счет весеннего посева горохо-овсяной смеси в среднем за 6 лет получено 49,4 ц/га к.ед. Однако, при возделывании их в сочетании с промежуточными культурами (озимыми, поукосными, подсевными) продуктивность кормового поля намного повышается и достигает уровня многолетних бобовых и бобово-злаковых трав, хотя продукция при этом получается несколько более затратной. За счет использования однолетних бобово-злаковых трав в сочетании с промежуточными культурами в среднем сбор кормовых единиц с 1 га пашни варьировал от 93,0 до 126,0 ц. При таком многоукосном использовании однолетние травы являются хорошим дополнением к многолетним в системе зеленого конвейера, особенно в ранневесенний и поздневесенний периоды, а также между укосами многолетних трав в летний период.

Основу производства растениеводческой продукции на пахотных землях составляют зерновые культуры и многолетние травы. От этих двух групп культур зависит состояние кормовой базы и системы земледелия в целом. В структуре животноводческой продукции наибольший удельный вес занимает продукция скотоводства – молоко и мясо говядины. Здесь используется более 80% всех видов кормов. Согласно рекомендациям РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» в годовой структуре кормов для мо-

лочных коров и при откорме молодняка крупного рогатого скота травяные корма должны составлять 60-70%. Зоотехнические требования по структуре кормов согласуются с направлением интенсификации земледелия, т.к. возделывание многолетних трав в севооборотах способствует повышению производительности земли и плодородия почвы. Это отвечает также природным, почвенно-климатическим условиям республики. Обязательной составной частью структуры кормов для крупного рогатого скота является включение концентрированных кормов на основе зернофуража, как более энергоемкого корма. По зоотехническим данным, при недостаточном удельном весе концентратов в рационах КРС имеет место перерасход используемых кормов на единицу животноводческой продукции. Соотношение травяных кормов и зернофуража должно определяться не только зоотехническими требованиями, но и почвенно-климатическими и экономическими условиями, возможностями земледелия, продуктивностью и экономической эффективностью возделываемых культур.

В этой связи представляет интерес сравнение многолетних трав с зерновыми культурами. Выход кормовых единиц за счет клевера и клеверо-злаковых смесей одного-двух лет пользования был примерно в два раза выше, чем за счет зерновых колосовых культур при учете основной продукции (соответственно 118 и 46,6-66,7 ц/га к.ед.), а переваримого протеина – более чем в 3 раза. Эти данные свидетельствуют о том, что из возможностей земледелия рационы крупного рогатого скота должны строиться в направлении минимализации удельного веса и, по возможности, в зоотехнически допустимых пределах замены его кормами из трав и, прежде всего, бобовых. И то, что в настоящее время структура рациона для КРС часто рассчитывается только от желудка животных без учета возможностей земледелия, почвенно-климатических условий, – это, конечно же, не научно. И особенно это имеет значение для оптимизации удельного веса зерна в структуре корма. Но если говорить о зерне, то надо, прежде всего, исходить из того, что все свиноводство и птицеводство содержится на зернофураже. К тому же зерно – это не только корм, но не меньшее значение имеет использование его непосредственно на продовольственные и технические цели. Учитывая многостороннюю значимость зерновой отрасли, важно определить перспективные направления ее развития. Немаловажное значение здесь имеет структура его производства и, прежде всего, видовой состав и соотношение возделываемых зерновых культур в конкретных условиях. А для этого надо знать возможности продуктивности каждой культуры. В длительном стационарном опыте на легкосуглинистой почве при размещении по оптимальным предшественникам за последние шесть лет (2010-2015 гг.) наиболее высокую урожайность обеспечило озимое тритикале (55,1 ц/га). Близкую к этой урожайности показала озимая пшеница (53,7 ц/га), несколько ниже озимая рожь (51,9 ц/га). У ячменя урожайность была 47,9 ц/га, яровой пшеницы – 46,5 ц/га, овса – 45,7 ц/га. Наименее урожайным в группе колосовых оказался озимый ячмень (42,8 ц/га). Из зернобобовых культур люпин узколистный обеспечил урожайность 31,8 ц/га зерна, выход кормовых единиц – 43,0 ц/га и переваримого протеина – 10,9 ц/га. В среднем по колосовым культурам урожайность соста-

вила 54,0 ц/га зерна, выход кормовых единиц – 34,5 ц/га и переваримого протеина – 8,9 ц/га.

Анализ полученных результатов показывает, что в группе зерновых колосовых на легкосуглинистой почве озимые зерновые обеспечивают более высокий урожай зерна, чем яровые. Они более полно используют агроклиматические ресурсы. Следует отметить, что озимая рожь по урожайности не существенно уступила озимой пшенице (на 1,8 ц/га зерна) и превзошла на 4,0 ц/га ячмень. В условиях производства урожай озимой ржи обычно ниже, чем других колосовых культур. Это объясняется не биологической особенностью культуры, а тем, что озимую рожь, как мало требовательную культуру, размещают на менее плодородных землях и применяют менее интенсивную технологию возделывания, часто по остаточному принципу. В опытах, проведенных на супесчаной почве экспериментальной базы «Липово» Калинковичского района Гомельской области, озимая рожь по урожайности превосходила ячмень на 7,5 ц/га (на 20%). В хозяйствах очень важно размещение зерновых, как и всех других культур, с учетом пригодности почв.

В группе пропашных культур в 2010-2015 гг. высокую продуктивность обеспечила кукуруза – 113 ц/га к.ед. Несколько уступили ей кормовые корнеплоды при учете основной продукции – 106,0 ц/га к.ед. Урожайность клубней картофеля составила 101,0 ц/га к.ед.

Информация по продуктивности и агрономической эффективности культур в опытах используется при обосновании системы ведения севооборотов для хозяйств разной специализации при учете почвенно-экологических факторов. Как показывают результаты проведенных исследований (таблица 2) наиболее эффективным оказался зернотравянопропашной севооборот (9), в котором чередование культур осуществлялось на принципах полного (классического) плодосмена: бобовые – зерновые – пропашные – зерновые. Именно в этом севообороте обеспечен наиболее высокий выход кормовых единиц (91,6 ц/га) и самая высокая урожайность зерновых (54,3 ц/га). Чередование культур в этом севообороте следующее: 1 – озимая рожь на зеленую массу + горох-овес на з/м поукосно; 2 – озимые; 3 – клевер; 4 – ячмень + пожнивные; 5 – картофель; 6 – ячмень; 7 – клевер; 8 – озимые. В данном севообороте клевер возделывается в двух полях при одногодичном использовании. При двухгодичном использовании клевера в смеси с тимopheевкой и таком же удельном весе трав (севооборот 1) продуктивность севооборота несколько снижается (85,1 ц/га). За счет некоторого ухудшения состава предшественников снижалась также урожайность зерновых и сбор зерна с 1 га пашни.

Специализация земледелия требует сокращения набора культур и продолжительности периода их чередования. Исследования показали, что в условиях достаточного применения удобрений, средств защиты растений и соблюдения технологии возделывания культур это возможно. В стационарном опыте специализированный зернотравяной севооборот, включающий зерновые культуры, многолетние и однолетние бобовые травы (севооборот 6) по продуктивности практически не уступал зернотравянопропашным севооборотам, включающим

Таблица 2 – Продуктивность севооборотов в зависимости от структуры посевов (среднее за 2010-2015 гг.)

№ севооборота	Структура посевов, %				Доза минерального азота, кг/га	Сбор, ц						
	зерновые	однолетние травы	многолетние травы			к. ед.	с 1 га пашни		зерна	с 1 га посева		
			% в севообороте	продолжительность использования			пропашные	промежуточные				
1	50	12,5	25	2	12,5	25	81	85,1	7,03	24,5	49,1	106
9	50	12,5	25	1...1	12,5	25	70	91,6	8,27	27,2	54,3	121
6	55	11	33	2...1	-	11	74	87,7	8,40	26,8	48,3	107
7	37,5	12,5	50	4	-	-	103	78,9	7,81	17,3	46,1	95
12	62,5	12,5	12,5	1	12,5	25	83	90,7	7,62	31,9	51,0	124
8	67	11	11	1	11	11	87	85,6	7,16	34,1	51,2	120
13	75	-	25	1...1	-	25	75	83,2	6,96	34,5	46,0	117

зерновые, многолетние и однолетние травы и пропашные культуры (севообороты 1,9). Выход кормовых единиц с 1 га площади пашни в среднем за 6 лет составил соответственно 87,7 и 85,1-91,6 ц/га, а сбор переваримого протеина – 8,40 и 7,03-8,27 ц. Не снизился и выход зерна с 1 га пашни (48,3 и 49,1 ц). Замена пропашной культуры (картофель, кукуруза) клевером практически не снизила продуктивности севооборота и повысила его экономическую эффективность за счет снижения использования минерального азота.

Следует отметить, что зернотравяные севообороты обеспечивают наибольшую эффективность в том случае, когда травосеяние ведется на бобовой (клевер, люцерна) и бобово-злаковой основе с использованием клевера один год и клеверо-злаковой смеси – не более двух лет. В зернотравяном севообороте чередование культур было следующим: 1 – озимая рожь на зеленую массу + горохо-овес на з/м поукосно; 2 – ячмень; 3 – клевер + тимофеевка 1 г.п.; 4 – клевер + тимофеевка 2 г.п.; 5 – ячмень; 6 – овес; 7 – озимая рожь; 8 – клевер; 9 – озимая пшеница. В севообороте, где клеверо-злаковая смесь использовалась четыре года (с 3-го года травостой злаковый), продуктивность пашни была ниже (78,9 ц/га к. ед.), хотя доза вносимого азота была намного выше (103 кг/га). В севообороте 6 с оптимальной структурой трав получен значительно больший выход зерна с 1 га пашни, чем в севообороте 7 с четырехлетним использованием трав (соответственно 26,8 и 17,3 ц). Выше и урожайность зерновых, несмотря на больший их удельный вес в севообороте.

Высокую продуктивность показал севооборот с повышенным удельным весом зерновых (62,5%) и возделыванием промежуточных культур (25% в структуре, севооборот 12). По сбору к.ед. с 1 га пашни (90,7 ц) он оказался выше контрольного плодосменного севооборота (севооборот 1) с двухгодичным использованием клеверо-злаковой смеси и был на уровне севооборота с двумя полями клевера одногодичного использования (севооборот 9). Примерно такую же продуктивность показал севооборот с 67% зерновых (севооборот 8) 85,6 ц к.ед./га, а выход зерна с 1 га пашни был несколько выше (34,1 ц). Дальнейшее увеличение удельного веса зерновых до 75% (севооборот 13) привело к некоторому снижению общей продуктивности севооборота и к падению урожайности зерна с посевной площади зерновых. Незначительно увеличился и сбор зерна с 1 га пашни, несмотря на возросшую площадь зерновых.

Выводы

1. По своим биологическим возможностям изучаемые в севооборотах сельскохозяйственные культуры сильно различаются по уровню продуктивности. По выходу кормовых единиц с 1 га эти различия составляют более чем в три раза и переваримого протеина – в четыре раза. Среди всех изучаемых культур при оптимальном возделывании наиболее высокую продуктивность обеспечил клевер. Без затрат азотных удобрений на фоне $P_{90}K_{150}$ получено 588 ц/га зеленой массы, 118 ц/га к.ед. и 15,5 ц/га переваримого протеина. У кукурузы на фоне 45 т/га навоза + $N_{120}P_{90}K_{150}$ эти показатели были ниже и составили соответственно 540, 113 и 6,48 ц/га. Злаковые травы и при дозе минерального азота 180

кг/га уступали по продуктивности клеверу на 27-30%. Люцерна при четырехлетнем использовании по выходу кормовых единиц мало уступала клеверу одностороннего использования и значительно превосходила злаковые травы при N₁₈₀. По сбору переваримого протеина она превзошла все изучаемые культуры (15,9 ц/га). В группе зерновых колосовых озимые (пшеница, тритикале, рожь) более урожайны (51,9-55,1 ц/га), чем яровые (пшеница, ячмень, овес) – 45,7-47,9 ц/га. Менее урожайным оказался озимый ячмень (42,8 ц/га). Люпин узколистный обеспечил урожайность зерна 31,8 ц/га.

2. Применение оптимальных доз удобрений, средств защиты растений и оптимизация технологии возделывания культур создают возможность для специализации севооборотов, насыщения их интенсивными культурами. Разработанные специализированные севообороты, включающие две хозяйственно-биологические группы культур, зерновые и многолетние травы на бобовой и бобово-злаковой основе, не уступают по продуктивности зернотравянопропашным севооборотам с чередованием культур трех хозяйственно-биологических групп. Выход кормовых единиц с 1 га пашни составил соответственно 87,7 и 85,1-91,6 ц и переваримого протеина – 8,40 и 7,03-8,27 ц.

Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет РБ, 2015. – 318 с.
2. Земледелие: учебник / П.И. Никончик, А.Ч. Скируха, С.С. Небышинец [и др.]; под ред. П.И. Никончика, В.Н. Прокоповича. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 584 с.
3. Скируха, А.Ч. Оптимизация режима использования клевера лугового как фактор повышения продуктивности травостоя в специализированных севооборотах / А.Ч. Скируха [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2014. – №3. – С. 14-17.

AGROEFFICIENCY OF MAJOR AGRICULTURAL CROPS IN RESOURCE-SAVING CROP ROTATION SYSTEM UNDER THE CONDITIONS OF ARABLE FARMING INTENSIFICATION

A.Ch. Skirukha, A.A. Usenja, L.N. Gribanov, S.I. Tupik, I.N. Dashkevich

The results of long-term researches on the agronomic efficiency of major field crops as well as different types and kinds of resource-saving crop rotations on sod-podzolic sandy loam soils of the central part of Belarus are presented in the article.

УДК 631.5:633.521

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В ПОВТОРНЫХ ПОСЕВАХ

*Н.В. Степанова, кандидат с.-х. наук
РУП «Институт льна»*

(Поступила 01.03.2016 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты исследований повторных посевов льна-долгунца при возделывании на дерново-подзолистой средне-

суглинистой почве. Установлены степень усиления развития и распространения инфекции льна, снижения урожайности и качества льнопродукции в монокультуре второго и третьего года. Дана экономическая оценка выращивания льна-долгунца в монокультуре и зерно-льняном севообороте.

Длительное непрерывное культивирование льна на одном поле (в монокультуре) в Беларуси не практикуется в связи с развивающимся льноутомлением почвы. Основными причинами его возникновения являются накопление патогенной [1-3] микрофлоры и метаболитов самого растения льна, создающих токсичную среду для корневой системы [4-6]. Аутоинtolерантность культуры льна обусловлена ее способностью создавать в среде корнеобитания аллелопатическую напряженность уже в течение онтогенеза, усиливающуюся при повторном выращивании и приводящую к подавлению процессов жизнедеятельности растений. Поэтому раньше 6-7 лет возвращать посеvy льна на прежнее место не рекомендуется [7].

Одним из наиболее существенных факторов получения высоких урожаев и качества льняного волокна является севооборот. В современных условиях, когда более 60% льна в Беларуси возделывается механизированными отрядами льнозаводов, существует необходимость концентрации посевов в компактных сырьевых зонах. Но массивы земель, наиболее пригодных для размещения таких трудоемких культур, часто удалены от хозяйственных центров переработки и разбросаны по всему землепользованию, что сказывается на эффективности производства продукции.

Для заготовки 60 тысяч тонн волокна для нужд страны лен должен занимать 65 тысяч гектаров пашни. Для создания компактных сырьевых зон льнозаводов, где лен будет размещен в севообороте, потребуется 455,0 тысяч гектаров пашни, а вследствие особенностей возделывания культуры требуются льнопригодные земли по типу почвы, предшественнику, показателю кислотности и др. Наличие таких почв, расположенных в звене севооборота вблизи перерабатывающих зон, сегодня проблематично.

Некоторые исследователи допускают повторные посеvy льна, или возврат его через три года на прежнее место без существенного снижения урожайности льнопродукции [2, 8]. Расхождение во мнениях и производственная необходимость дали основание для проведения настоящих исследований.

Цель работы: выявить влияние повторных посевов льна-долгунца на количественные и качественные изменения льнопродукции при возделывании его на дерново-подзолистых почвах Беларуси.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования является лен-долгунец, возделываемый в зерно-льняном севообороте и в повторных посевах второго и третьего года.

Исследования проводились согласно общепринятой методике по возделыванию льна-долгунца [9] на опытном поле РУП «Институт льна», Оршанского района Витебской области. Общая площадь посевной делянки 28 м², учетная 15 м². Повторность опыта – четырехкратная. Пахотный горизонт почвы имел сле-

дующую характеристику: содержание гумуса 1,80-1,96%, подвижных фосфатов 180-190 мг/кг, калия 190-200 мг/кг, бора 0,52-0,62, цинка 3,2-3,5 мг/кг почвы, рН_{KCl} 5,2-5,4. Удобрения вносили общим фоном в дозах: азота 30, фосфора 60, калия 90, бора 0,5, цинка 1,0 кг/га д.в. Семена инкрустировали протравителем Витавакс 200ФФ, 34% в.с.к. (2,0 л/т) с добавлением регулятора роста гидрогумат (0,2 л/т), микроэлементов бор (120 г/т), цинк (160 г/т). Уход за посевами проводили согласно регламенту по возделыванию льна-долгунца [7]. Для снижения пораженности растений инфекцией и накопления токсических веществ в почве в монокультуре льна применялись двукратная (в фазы «елочка» и бутонизации) обработка посевов фунгицидом феразим (1,0 кг/га) совместно с регулятором роста гидрогумат (1,0 л/га); в фазе «елочка» – микроэлементами бор (0,2 кг/га), цинк (0,3 кг/га). Уборка льна осуществлялась льнотеребилкой с последующей вязкой стеблей в снопы и ручным обмолотом, приготовление тресты – способом росной мочки. Качество длинного трепаного волокна определялось согласно действующего в республике стандарта [10].

Результаты и обсуждение. Одной из основных причин снижения урожайности и качества льнопродукции, лимитирующей возврат культуры на прежнее поле, является накопление в почве паразитических микроорганизмов. Основными болезнями для льна в Беларуси являются: антракноз, фузариоз, септориоз (пасмо), степень развития которых зависит от водно-температурных факторов вегетации. В наших исследованиях при размещении льна-долгунца в севообороте с интервалом 6 лет развитие антракноза к уборке льна составляло 6,5-8,3%, распространение 10,5-12,6% (таблица 1). При повторном посеве льна по льну инфекция увеличивалась, соответственно, до 7,7 и 14,8%. Посев третьего года на одном месте поражался антракнозом в сильной степени: развитие его достигало 22,9%, распространение 43,0%

Таблица 1 – Распространение и развитие инфекции льна-долгунца при возделывании в севообороте и в повторных посевах, фаза ранней желтой спелости

Вид инфекции	Степень пораженности, %			
	распространение	развитие	распространение	развитие
	посев в севообороте		повторный посев 2-го года	
Антракноз	12,6	8,3	14,8	7,7
Септориоз (пасмо)	8,5	5,5	28,5	14,7
Фузариоз	0,5	0,5	31,0	15,6
	посев в севообороте		повторный посев 3-го года	
Антракноз	10,5	6,5	43,0	22,9
Септориоз (пасмо)	12,5	9,5	46,0	24,7
Фузариоз	1,0	0,5	не определен	

Во второй половине вегетации на стеблях льна начинает прогрессировать септориоз (пасмо). В фазе ранней желтой спелости при выращивании льна в севообороте развитие пасмо составило 5,5-9,5%, распространение 8,5-12,5%. При

повторном посеве льна по льну развитие увеличивалось до 14,7% (на 9%), распространение до 28,5% (на 20%).

Даже при возделывании льна-долгунца в севообороте защита растений от патогенов рода *Colletotrichum lini* Manns et Bolley, *Septoria linicola* Gar. в полном объеме невозможна. А в монокультуре третьего года растения, инфицирование которых по данным болезням достигало 43% (пасмо) – 46% (антракноз), поражались на 32,5% (антракноз) – 33,5% (пасмо) сильнее, несмотря на применение фунгицида, регулятора роста и микроэлементов.

К моменту созревания волокна и семян льна начинает прогрессировать инфекция фузариоза. К уборке при посеве льна-долгунца в севообороте распространение и развитие фузариоза не превышало 0,5-1,0%, при посеве 2 года на одном поле развитие фузариоза достигало 15,6%, а его распространение 31,0%. В монокультуре третьего года бессменного выращивания льна на одном месте пораженность растений фузариозом определить не удалось из-за сильного развития антракноза и пасмо.

В условиях полевого опыта при посеве льна-долгунца в севообороте получена урожайность тресты 54,6, семян 6,5 ц/га (таблица 2). Повторный посев льна по льну сформировал урожайность тресты 47,4, семян 4,4 ц/га; посев третьего года 42,2 и 2,4 ц/га соответственно. Потери урожая льнопродукции составили: при повторном посеве – тресты 7,2 ц/га (13,2%), семян 2,1 ц/га (32,3%); при посеве третьего года соответственно 12,4 ц/га (22,7%) и 4,1 ц/га (63,1%).

Таблица 2 – Урожайность льнопродукции при возделывании льна-долгунца в севообороте и в повторном посеве

Вариант	Урожайность, ц/га		Содержание волокна в тресте, %		Урожайность волокна, ц/га	
	семена	треста	общее	длинное	общее	длинное
Посев в севообороте через 6 лет	6,5	54,6	31,4	24,1	17,1	13,1
Повторный посев 2-го года	4,4	47,4	28,7	19,0	13,5	8,9
Повторный посев 3-го года	2,4	42,2	27,3	9,9	11,5	4,2

Несмотря на двукратную обработку посевов фунгицидом, дополнительное применение регулятора роста и микроэлементов при бессменном выращивании льна установлено снижение содержания волокна в тресте. В монокультуре посева второго года снижение содержания общего волокна составило 2,7%, в том числе длинного 5,1%; в повторном посеве третьего года, соответственно, 4,1% и 14,2%.

Недобор тресты и низкое содержание в ней волокна обеспечили снижение сбора общего и длинного волокна, соответственно: в монокультуре второго года посева на 3,6 и 4,2 ц/га в монокультуре третьего года – на 5,6 и 8,9 ц/га. Потери волокна при повторном посеве льна-долгунца составили 21%, в т.ч. длинного 32%; при монокультуре третьего года - 33%, в т.ч. длинного 68%.

Возделывание льна-долгунца в севообороте позволяет получать тресту номером 1,75, длинное трепаное волокно номером 12 (таблица 3).

Таблица 3 – Качество длинного трепаного волокна при возделывании льна-долгунца в севообороте и в повторный посеве

Вариант	Гор- стевая длина, см	Цвет, груп- па	Гиб- кость, мм	Раз- рывная нагруз- ка, Н	Метри- ческий номер, мм/мг	Расчетная доброт- ность пряжи, км	Номер длинно- го во- локна
Посев в севообороте через 6 лет	63,5	3	46,2	197	182	13,0	12
Повторный посев 2- го года	63,0	2	32,0	173	125	10,4	10
Повторный посев 3- го года	55,0	2	35,0	132	136	10,0	8

В монокультуре второго года качество тресты снижается до 1,25 единиц. Это приводит к ухудшению цвета, гибкости и прочности волокна, которые в результате определили снижение расчетного номера волокна на 2 единицы, добротности льняной пряжи на 2,6 км.

При выращивании льна-долгунца в монокультуре третьего года и получении тресты номером 0,5, показатели качества волокна снижались в большей степени: горстевая длина на 8,5 см, гибкость на 11 мм, разрывная нагрузка на 65 Ньютона, метрический номер (тонина) на 46 мм/мг, добротность пряжи на 3,0 км. Расчетный номер длинного трепаного волокна не превышал 8 единиц, или имел снижение по сравнению с волокном, выращенным в севообороте, на 4 единицы.

Расчет экономической эффективности возделывания льна-долгунца в зерно-льняном севообороте свидетельствует о возможности получения с гектара прибыли 3,67 млн. руб., рентабельности 23,8% (таблица 4). Посев льна в монокультуре второго года снижает получение прибыли на 2,66 млн. руб./га при рентабельности производства тресты и семян 7,8%. Выращивание льна-долгунца в монокультуре третьего года нецелесообразно из-за низкой урожайности и качества льнопродукции.

Выводы

1. Изучение повторных посевов льна-долгунца в полевых опытах при возделывании на дерново-подзолистой почве установило усиление распространения инфекций антракноза, септориоза (пасмо), фузариоза, соответственно: при посеве льна второго года на 2,2, 20,0, 30,5%; третьего года – на 32,5, 33,5%, несмотря на применение двукратной обработки растений (фазы «елочка», бутонизация) фунгицидом и регулятором роста, а также микроэлементами (фаза «елочка»).

2. Потери урожая льнопродукции составили при повторном посеве льна по льну – тресты 13,2%, семян 32,3%, волокна 21%, в т.ч. длинного 32%; при посе-

Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания льна-долгунца в зерно-льняном севообороте и в повторном посеве (по ценам 2015 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га		Качество тресты, номер	Стоимость продукции, млн. руб./га	Производственные затраты, млн. руб./га	Прибыль (убытки), млн. руб./га	Рентабельность, %
	семян	тресты					
Посев в севообороте через 6 лет	6,5	54,6	1,75	19,09	15,42	3,67	23,8
Повторный посев 2-го года	4,4	47,4	1,25	13,84	12,83	1,01	7,8
Повторный посев 3-го года	2,4	42,2	0,5	4,41	11,97	-7,56	-63,1

ве третьего года – тресты 22,7%, семян 63,1%, волокна 33%, в т.ч. длинного 68%.

При повторном посеве льна по льну возможно получение льняной тресты номером 1,25, длинного трепаного волокна номером 10,0 единиц. Качество волокна ниже аналога, полученного в севообороте, на 2 сортономера. Расчетный номер длинного трепаного волокна, полученного при выращивании льна в монокультуре третьего года, не превышал 8 единиц (номер тресты 0,5), или имел снижение по сравнению с волокном, выращенным в севообороте, на 4 единицы.

3. Недобор урожайности и ухудшение качества льнопродукции в повторном посеве льна второго года обеспечили снижение прибыли на 2,66 млн. руб./га, рентабельности производства на 16%. Выращивание льна-долгунца в монокультуре третьего года нецелесообразно (рентабельность – минус 63,1%).

Литература

1. Рюммер, Г. Самоугнетение льна (*L. ussitatissimum*) / Г. Рюммер // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах: сб. науч. тр. – Киев, 1974. – Вып. 1. – С. 49-56.
2. Самцевич, С.А. Корневые выделения растений и их значение / С.А. Самцевич // Микробиол. процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур: материалы респ. конф., Вильнюс, 4-8 окт. 1988 г. / Вильнюсский ун-т; редкол.: С.И. Неврос [и др.]. – Вильнюс, 1988. – С. 301-303.
3. Шкляр, Т.Н. Фитотоксические грибы как причина льноутомления почвы при бессеменной культуре льна / Т.Н. Шкляр // Известия ТСХА. – 1958. – Вып. 6. – С. 49-58.
4. Стеценко, В.А. Характеристика устойчивости льна к фузариозу: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.00.12 / В.А. Стеценко. – Киев, 1964. – 18 с.
5. Горелик, И.И. Физиологические особенности растений льна-долгунца в условиях субстратутомления: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.01.05. / И.И. Горелик; ГНУ «Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси им. Купревича». – Минск, 1984. – 20 с.
6. Майстренко, О.В. Анатомио-физиологические особенности льна-долгунца при бессеменной культуре: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.00.12. / О.В. Майстренко - Киев, 1989. – 18 с.
7. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы / В.Г. Гусаков, [и др.]. // утвержден Минсельхозпрод РБ. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 47 с.

8. Кукреш, Л.М. К вопросу специализированных льняных севооборотов / Л.М. Кукреш, А.А. Лапковский // Сб. науч. тр. / ВНИИЛ. – Торжок, 1986. – Вып. 23: Селекция, семеноводство и агротехника возделывания льна-долгунца. – С. 60-66.

9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М.: Колос, 1979. - 416 с.

10. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия. СТБ 1195-2008. – Введ. 01.11.2008. – Минск: Госстандарт РБ, 2008. – 18 с.

PRODUCTIVITY AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF FIBER FLAX AT REPEATED CULTIVATION

N.V. Stepanova

The research results on repeated fiber flax crops when growing on sod-podzol soils are presented in the paper. The degrees of the increase of development and distribution of flax infections, and the decrease of flax yield and product quality in monoculture farming in the second and third year have been established. The economic evaluation of fiber flax growing in monoculture and in grain-flax crop rotations is given.

УДК 631.45.58.62

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ОСУШЕННЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ГЛЕЕВЫХ ПОЧВ УКРАИНЫ

А.Н. Гера, кандидат с.-х. наук,
ННЦ «Институт земледелия НААН», Украина

(Поступила 11.03.2016 г.)

Аннотация. В статье представлена оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в зависимости от системы удобрений на осушенных дерново-подзолистых почвах Полесья Украины. Установлено, что использование сидеральных культур в зерно-кормовом севообороте повышает его продуктивность на 30-32% и улучшает агрохимические свойства почвы. Максимальная урожайность была в вариантах с внесением минеральных удобрений и сидеральными культурами: пшеницы озимой 4,2 т/га, кукурузы 58,7 т/га, самая высокая продуктивность севооборота при этом составляла 5,8 т/га.

Увеличение продуктивности осушаемых почв Западного Полесья Украины связано с плодородием мелиорированных угодий. Земледелие на осушаемых землях предусматривает использование мероприятий, направленных на повышение плодородия почв с учетом климатических особенностей, регулирования водно-воздушного режима, совершенствования структуры посевных площадей и севооборотов. В качестве таких мероприятий можно использовать научно обоснованные экологически безопасные системы удобрения и обработки почвы, ориентированные на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, экономию энергии и материальных ресурсов с получением биологической продукции растениеводства [1-3].

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в поле-вом стационарном опыте на осушаемых дерново-подзолистых глеевых почвах в опытном хозяйстве «Первое мая» Волынской государственной сельскохозяйственной опытной станции Института сельского хозяйства Западного Полесья НААН. Почва стационарного опыта характеризовалась следующими физико-химическими показателями: содержание общего азота (Кьельдаль) – 0,10-0,13%, фосфора (Ниссенс) – 0,049-0,052%, подвижных форм фосфора и калия (Кирсанов) – соответственно 51-63 и 174-228 мг/кг почвы. Плотность слоя 0-20 см – 1,36 г/см³, рН солевой вытяжки – 5,4, гидролитическая кислотность – 1,7-2,4 мг-экв на 100 г почвы.

Опыт заложен в трехкратной повторности. Общая площадь делянки 96 м², учетная – 50 м². Схема опыта включала зерно-кормовой севооборот с набором пяти культур: клевер луговой; пшеница озимая; однолетние травы (горох); кукуруза на силос; ячмень + клевер. Использовали восемь систем удобрений сельскохозяйственных культур: минеральная, органо-минеральная, органическая и их сочетания с внесением навоза и соломы, два варианта использования сидератов (таблица 1).

Таблица 1 - Системы удобрений зерно-кормового севооборота на осушаемых дерново-подзолистых глеевых почвах Полесья Украины

Варианты систем удобрений (на 1 га севооборотной площади)	Культуры				
	Клевер луговой	Пшеница озимая	Однолетние травы	Кукуруза	Ячмень +клевер
1	2	3	4	5	6
Без удобрений					
Сидерат	без удобрений	заделка предшественника	без удобрений	заделка предшественника	без удобрений
Навоз 10 т + сидерат	без удобрений	заделка предшественника	без удобрений	навоз 50 т/га + заделка предшественника	без удобрений
Минеральный фон 190 кг NPK + 10 т навоз + сидерат	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + заделка предшественника	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀ + навоз 50 т/га + заделка + предшественника	N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀
Минеральный фон 100 кг NPK + навоз 10 т + сидерат + солома	известкование	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + заделка предшественника	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + заделка соломы предшественника	навоз 50 т/га, заделка предшественника	N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀
Минеральный фон 160 кг NPK + сидерат	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + известкование	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + заделка предшественника	без удобрений	N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀ + заделка предшественника	N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀

Продолжение таблицы 1					
1	2	3	4	5	6
Минеральный фон 190 кг NPK	$N_{30}P_{60}K_{60}$ + известкование	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{60}K_{60}$	$N_{100}P_{90}K_{100}$	$N_{60}P_{30}K_{60}$
Навоз 10 т + сидерат + солома	без удобрений	заделка предшественника	Заделка соломы предшественника	50 т навоз + заделка предшественника	без удобрений

В исследованиях использовали общепринятые для зерновых злаковых культур и многолетних трав методики проведения учетов и наблюдений. Сбор зерновых единиц с севооборота устанавливали расчетным путем. Энергетическую оценку систем удобрения проводили расчетным методом расходов энергии на выращивание культур. Для статистической обработки данных использовали методы дисперсионного и корреляционного анализов.

Наблюдение, учет, лабораторные анализы почвы и растений осуществлялись по общепринятым методикам.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение влияния различных систем удобрений сельскохозяйственных культур в зерно-кормовом севообороте на продуктивность культур показало эффективность использования навоза, сидеральных посевов, соломы и низких доз минеральных удобрений.

В 2013 г. максимальная урожайность зерна пшеницы озимой получена в вариантах с органо-минеральной системой удобрений с использованием сидератов (2-й укос клевера лугового) и минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 3,5-4,2 т/га. Органо-минеральная система с низкими дозами минеральных удобрений и использованием навоза в севообороте, так и без его обеспечивала существенные прибавки урожайности зерна пшеницы озимой (таблица 2).

Использование 2-го укоса клевера лугового на зеленое удобрение под пшеницу озимую способствовало повышению урожайности озимой зерновой культуры на 0,1-0,7 т/га в зависимости от системы удобрения. Наилучший эффект наблюдался с известкованием под однолетние травы один раз за ротацию севооборота.

Выращивание клевера лугового показало высокую урожайность зеленой массы (54-76 т/га) при органо-минеральной системе с минеральными удобрениями (100, 160 кг д.в. NPK на гектар севооборотной площади) при внесении непосредственно под культуру $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоне известкования по полной гидролитической кислотности один раз за ротацию севооборота.

Продуктивность кукурузы на силос под влиянием органо-минеральной системы удобрений с использованием в севообороте сидератов и внесением $N_{100}P_{90}K_{100}$ составила 54-59 т/га зеленой массы. Эффективность применения навоза с использованием сидеральных посевов, минеральных удобрений и соломы для удобрения предшественника кукурузы была меньше по сравнению с использованием сидератов на фонах средних и повышенных доз удобрений.

Низкую эффективность применения навоза под кукурузу на силос по сравнению с сидератами и минеральными удобрениями можно объяснить особен-

Таблица 2 – Влияние систем удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур в зерно-кормовом севообороте, т/га (среднее за 2011-2013 гг.)

Системы удобрений (на 1га севооборотной площади)	Клевер луговой (2 укоса зеленой массы)	Пшеница озимая (зерно)	Кукуруза на силос (зеленая масса)	Ячмень яровой (зерно)
Контроль (без удобрений)	47,6	2,4	35,9	0,8
Органическая (сидераты)	56,7	2,8	49,0	1,4
Органическая (навоз, 10 т/га + сидераты)	64,1	3,1	51,2	2,2
Органо-минеральная, (190 кг/га д.в. NPK + навоз, 10 т/га + сидераты)	68,5	3,4	53,7	2,8
Органо-минеральная, (100 кг/га д.в. NPK + навоз, 10 т/га + сидераты + солома)	72,5	3,9	53,1	3,0
Органо-минеральная, (160 кг/га д.в. NPK + сидераты)	76,6	4,2	58,7	3,3
Минеральная (190 кг/га д.в. NPK)	70,4	3,5	54,8	3,7
Органическая (навоз, 10 т/га + сидераты + солома)	53,8	2,6	47,2	2,8
HCP ₀₅	2,1	3,0	1,8	0,3
P (точность исследования),%	1,11	2,98	1,41	3,2

ностями микробиологических процессов в пахотном слое. Результатами исследований предыдущих лет установлено, что при органической системе удобрений в севообороте с использованием навоза, сидеральных культур и соломы замедляются процессы минерализации органического вещества по сравнению с органо-минеральной и минеральной системами удобрения. Итак, можно сделать предварительный вывод о том, что низкая эффективность применения навоза под кукурузу при органической системе удобрения обусловлена сравнительно низкой микробиологической активностью корнеобитаемого слоя почвы в период активной вегетации при засушливых условиях или чрезмерном увлажнении.

Яровой ячмень, который в севообороте был последующей культурой после кукурузы на силос, обеспечил наибольшую урожайность на фоне минерального удобрения (190 кг д.в. NPK на гектар севооборотной площади и N₆₀P₅₀K₆₀ непосредственно под культуру) – 3,7 т/га зерна. В сложившихся условиях по окупаемости удобрений лучшей оказалась органо-минеральная система с использованием сидератов и навоза, сидератов и соломы, на фоне которых урожайность ячменя соответственно составила в среднем за 2011-2013 гг. 3,0-3,3 т/га.

Энергетическая оценка способов использования систем удобрений показала, что при насыщении севооборота сидеральными культурами можно получить более 5 т/га зерновых единиц с коэффициентом энергетической эффективности

2 и больше. Наименее затратной в севообороте является органо-минеральная система удобрения (100 кг д.в. NPK, навоз, 10 т/га, сидераты, солома) – 96,5 тыс. МДж/га. Эта система удобрений обеспечивает высокую продуктивность культур и севооборота в целом – 5,4 т/га зерновых единиц с коэффициентом энергетической эффективности 4,7. Применение только минеральных удобрений (190 кг/га NPK) в севообороте обеспечивает высокую продуктивность севооборота – 5,6 т/га зерновых единиц с энергоемкостью урожая 491 тыс. МДж/га (таблица 3).

Таблица 3 – Энергетическая оценка систем удобрений сельскохозяйственных культур в зерно-кормовом севообороте (среднее за 2011-2013 гг.)

Системы удобрений (на 1 га севооборотной площади)	Затраты энергии, тыс. МДж	Энергоемкость урожая, тыс. МДж	Коэффициент энергетической эффективности	Продуктивность севооборота, т/га зерновых единиц
Без удобрений	57,8	291,3	5,0	3,3
Органическая (сидераты)	220,5	385,6	1,7	4,5
Органическая (навоз, 10 т/га + сидераты)	242,2	409,0	1,7	5,0
Органо-минеральная (190 кг д.в. NPK + навоз, 10 т/га + сидераты)	265,1	437,1	1,6	5,2
Органо-минеральная (100 кг д.в. NPK + навоз, 10 т/га + сидераты + солома)	96,5	454,2	4,7	5,4
Органо-минеральная (160 кг д.в. NPK + сидераты)	244,1	483,5	2,0	5,8
Минеральная (190 кг д.в. NPK)	106,1	490,7	4,6	5,6
Органическая (навоз 10 т/га + сидераты + солома)	241,4	389,4	1,6	4,4

Выводы

1. Использование сидеральных культур в зерно-кормовом севообороте (2-й укос клевера лугового, горох) в органических системах удобрений повышает продуктивность севооборота на 30-32% и улучшает агрохимические свойства пахотного слоя почвы.

2. Энергетически эффективной, экономически обоснованной и экологически безопасной системой удобрений сельскохозяйственных культур в зерно-кормовом севообороте на осушаемых дерново-подзолистых глеевых почвах является органо-минеральная система удобрений с использованием 100-160 кг действующего вещества минеральных удобрений (NPK), 10 тонн навоза, 16-20 тонн сухого вещества сидератов, 1,0-1,2 тонн соломы на гектар севооборотной

площади. Продуктивность севооборота при этом составляет 5,0-5,8 т/га зерновых единиц.

3. Эффективность повышенных доз минеральных удобрений под зерновые культуры (пшеница озимая, ячмень яровой) снижается в условиях насыщения зерно-кормового севооборота сидеральными культурами.

Литература

1. Рижук, С.М. Агроекологічні основи ефективного використання осушуваних ґрунтів Полісся і Лісостепу України // С.М. Рижук, І.Т. Слюсар – К.: Аграрна наука, 2006. – 424 с.

2. Дорошенко, В.В. Оценка влияния глубокого рыхления на водно-физические свойства дерново-подзолистых и дерново-оглеенных осушенных почв Центрального Полесья УССР. Экономические аспекты использования и охраны почвенных ресурсов Молдовы / В.В. Дорошенко, В.И. Александрова // Тез. докл. респ. конф. – Кишинев, 1990. – Т. II. – С. 128-129.

3. Шевченко, Н.Н. Теоретические и технологические основы осушаемо-мелиоративного земледелия / Н.Н. Шевченко, В.П. Шевченко, Н.Г. Городний. – К.: Наукова думка, 1976. – 326 с.

INFLUENCE OF FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY CROPS IN ROTATION ON DRAINED SOD-PODZOLIC GLEY SOILS

A.N. Gera

The assessment of the productivity of farm crops depending on the system of fertilization on the drained sod-podzolic soils of Ukraine Polesie is presented in the article. It has been established that the use of green manure crops in a grain-forage rotation (2-nd clover mowing, peas) in organic fertilizer systems increases crop rotation productivity by 30-32% and improves topsoil agrochemical properties. The best variant for winter wheat was at the application of mineral fertilizers in combination with green manures when the yield was 4.2 t/ha, the yield of maize was 58.3 t/ha. Using this fertilizer system, the productivity of the crop rotation was also the highest one and equaled 5.8 t/ha.

УДК 633.14:631.53.632.952

УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО ЗЕРНА И СЕМЯН ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И СИСТЕМ ЗАЩИТЫ В ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В.Ю. Судденко, научный сотрудник, *С.М. Каленская

Мироновский институт пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН Украины

** Национальный университет Биоресурсов и Природопользования*

(Поступила 09.12.2015 г.)

Анотация. *Изложены результаты исследований о влиянии системы удобрения и защиты растений пшеницы мягкой яровой на формирование урожайности, качества зерна и семян. Показано, что наибольшая урожайность (5,12 т/га) у сорта Элегия Мироновская и (4,86 т /га) у сорта Симкода Мироновская формируется при применении технологии с интенсивной химической защитой*

и внесением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{90}$ и в подкормку N_{30} на IV этапе органогенеза. Применение интенсивной технологии выращивания и внесение фосфорных и калийных удобрений под основную обработку почвы и в подкормку N_{30} на IV и X этапах органогенеза увеличивало содержание клейковины у исследуемых сортов на 6,3 и 5,0% и белка – на 3,7% и 3,1%.

Введение. Яровая пшеница наряду с озимой являются главными ведущими зерновыми культурами в Украине. Но стоит отметить, что общей закономерностью является более высокое качество зерна пшеницы яровой в сравнении с озимой [1]. Особенно важное продовольственное значение имеют сорта сильной мягкой яровой пшеницы, используемые в хлебопекарной промышленности для производства высококачественного хлеба и хлебобулочных изделий, а также твердой яровой пшеницы, зерно которой используется для производства макарон высокого качества, вермишели, манной крупы [2].

Урожайность и качество зерна пшеницы является критерием оценки той или иной системы удобрения, применяемых в конкретных почвенно-климатических условиях. Исследования показывают [3], что в удовлетворительные по увлажнению годы урожайность на черноземах лимитируется не фактором влаги, а питательным режимом почвы, а прирост урожая от внесения азота и фосфора существенный. К тому же во влажные годы без применения удобрений снижается содержание белка в зерне пшеницы.

Внесение минеральных удобрений влияет не только на урожайность и качество зерна пшеницы яровой, но и на посевные качества семян [4]. Внесение оптимальных доз фосфора наряду с азотными и калийными удобрениями положительно влияет на качество семян. Некоторые ученые считают, что система минерального питания не влияет на показатель энергии прорастания и лабораторной всхожести [5, 6]. Однако по другим данным обнаружено [7], что фосфорные удобрения положительно влияют на семенную продуктивность, ускоряют созревание семян, способствуют повышению массы 1000 семян, их всхожести и энергии прорастания. Калийные удобрения повышают содержание белка, устойчивость растений к полеганию и улучшают их посевные качества.

Лучшим фоном для выращивания высокого урожая полноценных семян является оптимальное сочетание азота с фосфором и калием. Однако при одностороннем питании азотом одновременно с белком накапливаются аммиачные и нитратные формы азота, которые негативно влияют на качество семян [8].

Целью наших исследований предполагалось установить в условиях правобережной Лесостепи Украины особенности формирования урожайности и качественных показателей зерна и семян в зависимости от уровня минерального питания при различных технологиях выращивания.

Материалы и методика исследований. Экспериментальная часть исследований выполнялась в течение 2012-2014 гг. на полях Мироновского института пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН Украины. Объектом изучения были сорта Элегия Мироновская и Симкода Мироновская. Почва опытного поля чернозем глубокий, малогумусный, слабовыщелоченый. Схемой опыта при выра-

щивании вышеуказанных сортов предполагалось применение различных вариантов удобрения: 1. Контроль (без удобрений); 2. P₆₀K₆₀; 3. N_{30IIз.о.} + N_{30IVз.о.}; 4. N₃₀P₃₀K₃₀; 5. N₃₀P₃₀K₃₀ + N_{30IVз.о.}; 6. P₆₀K₆₀ + N_{30IIз.о.} + N_{30IVз.о.}; 7. P₆₀K₆₀ + N_{30IVз.о.} + N_{30Xз.о.}; 8. N₆₀P₆₀K₆₀; 9. N₆₀P₆₀K₆₀ + N_{30IVз.о.}; 10. N₉₀P₆₀K₉₀ + N_{30IV з.о.} и двух систем защиты: минимальная (М) – протравливание семян перед посевом препаратом селест ТОП 312,5 FS, т.к.с. (1,5 л/т), внесение гербицида гранстар Про, 75 в.г. (20 г/га); интенсивная (И) – протравливания семян селест ТОП 312,5 FS, т.к.с. (1,5 л/т), опрыскивание посевов на III з.о. гербицидом гранстар Про, 75 в.г. (20 г/га) в смеси с фунгицидом фалькон 460 ЕС (0,6 л/га). На VIII з.о. на посевах опытных участков делали обработку фунгицидом фалькон 460 ЕС (0,6 л/га) и инсектицидом каратэ Зеон 0,50 CS мк.с. (0,15 л/га). Посев проводили сеялкой СН-10 Ц по предшественнику соя. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянки – 10,3 м², повторность опыта – шестикратная. В лабораторных условиях после обмолота у семян, взятых из опытных вариантов, определяли активность наклевывания по методике Н.Н. Макрушина [9], энергию прорастания, лабораторную всхожесть – по ГОСТ 4138-2002 [10]. Анализ качества зерна сортов пшеницы проводили в лаборатории качества зерна МИП по общепринятым методикам [11, 12].

Результаты исследований. Внесение повышенных доз минеральных удобрений в дозе N₉₀P₆₀K₉₀ и в подкормку N₃₀ на IV этапе органогенеза растений при применении технологии с минимальной химической защитой получена максимальная урожайность у сорта Элегия Мироновская 4,70 т/га, а у сорта Симкода Мироновская – 4,30 т/га, тогда как при применении технологии с интенсивной химической защитой урожайность составила по сортам 5,12 т/га и 4,86 т/га соответственно (таблица 1).

Таблица 1 - Урожайность зерна пшеницы мягкой яровой в зависимости от системы удобрения и химической защиты (среднее за 2012-2014 гг.), т/га

Система защиты	Урожайность, т/га			
	Элегия Мироновская		Симкода Мироновская	
	система защиты			
	М	И	М	И
Контроль (без удобрений)	3,38	3,64	3,01	3,25
P ₆₀ K ₆₀	3,62	3,93	3,23	3,53
N _{30 II з.о.} +N _{30IV з.о.}	3,81	4,19	3,37	3,75
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,01	4,28	3,58	3,88
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N _{30 IV з.о.}	4,13	4,69	3,75	4,25
P ₆₀ K ₆₀ +N _{30 II з.о.} +N _{30 IV з.о.}	4,31	4,84	3,87	4,45
P ₆₀ K ₆₀ +N _{30 II з.о.} +N _{30 X з.о.}	4,41	4,92	3,99	4,53
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,40	4,96	4,04	4,66
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +N _{30 IV з.о.}	4,57	5,07	4,20	4,79
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +N _{30 IV з.о.}	4,70	5,12	4,30	4,86
НСР ₀₅	0,22	0,26	0,20	0,25

Прибавка урожайности к контролю у сорта Элегия Мироновская составила 1,32 т/га, Симкода Мироновская – 1,29 т/га при минимальной химической защите, а при интенсивной химической защите – 1,48 т/га и 1,61 т/га соответственно. Наименьшая урожайность у исследуемых сортов получена в варианте при внесении только фосфорных и калийных удобрений в дозе P₆₀K₆₀ при минимальной химической защите 3,62 и 3,23 т/га, а при интенсивной химической защите – 3,93 и 3,53 т/га.

Сравнивая показатели качества зерна в зависимости от системы удобрения и защиты растений, можно отметить, что при внесении минеральных удобрений и применении технологии с минимальной химической защитой содержание белка и клейковины в зерне пшеницы мягкой яровой сорта Элегия Мироновская в среднем за годы исследований колебалось от 11,2 до 14,3% и от 23,2 до 28,5%, а у сорта Симкода Мироновская – от 12,2 до 15,1% и от 25,6 до 30,4%. При применении технологии с интенсивной химической защитой данные показатели у сорта Элегия Мироновская находились в пределах от 11,5 до 15,2% и от 24,0 до 30,3%, у сорта Симкода Мироновская – от 12,9 до 16,0% и от 26,4 до 31,6%. Наибольшее содержание белка и клейковины было отмечено в вариантах при внесении минеральных удобрений в дозе P₆₀K₆₀ с подкормкой N₃₀ на II, IV и II, X этапах органогенеза и применении технологии с интенсивной химической защитой.

Таблица 2 - Качество зерна пшеницы мягкой яровой в зависимости от системы удобрения и химической защиты (среднее за 2012-2014 гг.), %

Вариант опыта	Элегия Мироновская				Симкода Мироновская			
	клейковина, %		белок, %		клейковина, %		белок, %	
	система защиты							
	М	И	М	И	М	И	М	И
Контроль (без удобрений)	23,2	24,0	11,2	11,5	25,6	26,4	12,2	12,9
P ₆₀ K ₆₀	25,4	27,2	12,3	13,5	27,7	29,8	13,8	15,0
N ₃₀ II э.о. + N ₃₀ IV э.о.	25,7	27,6	12,9	13,8	27,8	29,7	13,9	14,7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	26,4	28,1	13,1	14,1	28,1	30,0	14,1	14,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ IV э.о.	27,0	28,9	13,6	14,2	28,6	30,4	14,3	15,1
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ II э.о.+N ₃₀ IV э.о.	28,0	29,9	14,0	14,8	30,1	31,4	14,8	15,8
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ II э.о.+N ₃₀ X э.о.	28,5	30,3	14,3	15,2	30,4	31,6	15,1	16,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	27,6	28,6	13,8	14,2	28,9	30,7	14,4	15,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ IV э.о.	27,8	29,0	13,9	14,4	29,0	30,9	14,6	15,4
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +N ₃₀ IV э.о.	27,7	29,3	13,9	14,6	29,3	31,1	14,7	15,3
НСР ₀₅	2,0	2,8	1,0	1,5	1,9	2,9	1,5	2,0

При этом показатели содержания белка и клейковины в зерне сорта Элегия Мироновская составляли 14,8 и 15,2% и 29,9 и 30,3%, а у сорта Симкода Мироновская – 15,8 и 16,0% и 31,4 и 31,6% соответственно.

Анализируя показатели качества семян можно сказать, что при внесении минеральных удобрений на посевах пшеницы мягкой яровой низкий показатель

активности наклевывания был зафиксирован в варианте при внесении фосфорных и калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{60}$ под основную обработку почвы и применении технологии с минимальной химической защитой у сорта Элегия Мироновская 63%, а у сорта Симкода Мироновская – 60%. При применении технологии с интенсивной химической защитой данный показатель увеличился только на 2%. Самая большая активность наклевывания была отмечена при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$ на IV этапе органогенеза у сорта Элегия Мироновская при минимальной химической защите 68%, а при интенсивной химической защите – 70%, у сорта Симкода Мироновская 64% и 66% соответственно.

Отмечено, что энергия прорастания в среднем за годы исследований в зависимости от вариантов опыта и применения технологии с минимальной химической защитой в сорта Элегия Мироновская составляла от 90 до 94%, у сорта Симкода Мироновская – от 91 до 93%. При интенсивной химической защите данный показатель у сортов находился в пределах 93-95% и 92-95% соответственно. Лучший процент энергии прорастания был получен в вариантах при внесении повышенных доз минеральных удобрений. Нашими исследованиями было также установлено, что показатель лабораторной всхожести в варианте $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30IVэ.о.}$ и $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30IVэ.о.}$ был высоким как у сорта Элегия Мироновская, так и у сорта Симкода Мироновская, и составил 97%. При применении интенсивной химической защиты лабораторная всхожесть по сортам составляла 98%.

Несколько ниже показатель лабораторной всхожести при применении технологии с минимальной химической защитой был отмечен в контрольном варианте у сорта Элегия Мироновская – 94%, у сорта Симкода Мироновская – 93%. При интенсивной химической защите данный показатель составлял 96% и 95% соответственно.

Выводы

1. Внесение повышенных доз минеральных удобрений стимулирует рост и развитие растений пшеницы мягкой яровой, что способствует увеличению урожайности и повышению показателей качества зерна и семян. Для сортов Элегия Мироновская и Симкода Мироновская оптимальной оказалась доза удобрений $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$ (IV э.о.) по технологии, которая предусматривала применение интенсивной химической защиты, что обеспечивает прибавку урожайности зерна 1,48 и 1,61 т/га.

2. Наибольшее содержание белка и клейковины в зерне отмечено по технологии с интенсивной защитой и внесением удобрений в дозе $P_{60}K_{60} + N_{30}$ (II э.о.) + N_{30} (X э.о.), что составляет соответственно у сорта Элегия Мироновская - 15,2 и 30,3%, Симкода Мироновская – 16,0 и 31,6%.

3. Установлена положительная реакция пшеницы яровой на формирование посевных качеств семян при различной системе удобрения и защиты растений. Высокие показатели активности наклевывания, энергии прорастания и лабора-

Таблица 3 – Посевные качества выращенных семян пшеницы мягкой яровой в зависимости от системы удобрения и химической защиты (среднее за 2012-2014 гг.), %

Вариант	Активность наклеивания, %		Энергия прорастания, %		Лабораторная всхожесть, %	
Элегия Мироновская						
система защиты						
	М	И	М	И	М	И
Контроль (без удобрений)	62	64	90	93	94	96
P ₆₀ K ₆₀	63	65	92	94	96	97
N ₃₀ II э.о.+N ₃₀ IV э.о.	67	69	92	94	96	97
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	65	68	92	94	96	97
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀ IV э.о.	67	69	93	94	97	97
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ II э.о.+N ₃₀ IV э.о.	67	69	92	94	96	97
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ II э.о.+N ₃₀ X э.о.	67	69	94	95	96	97
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	68	70	93	94	96	98
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ IV э.о.	68	70	93	94	97	98
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +N ₃₀ IV э.о.	68	70	94	95	97	98
Симкода Мироновская						
Контроль (без удобрений)	59	61	91	92	93	95
P ₆₀ K ₆₀	60	62	92	93	95	96
N ₃₀ II э.о.+N ₃₀ IV э.о.	61	64	92	93	95	97
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	62	65	92	94	96	97
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₃₀ IV э.о.	63	65	92	94	96	97
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ II э.о.+N ₃₀ IV э.о.	63	65	93	95	97	97
P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ II э.о.+N ₃₀ X э.о.	62	65	93	94	96	98
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	64	66	92	94	96	97
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ IV э.о.	63	65	93	95	97	98
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +N ₃₀ IV э.о.	64	66	93	95	97	98
НСР ₀₅	4,0		2,0		3,0	

торной всхожести были отмечены в вариантах при внесении повышенных доз минеральных удобрений.

Литература

1. Технология выращивания высококачественного зерна яровой пшеницы в Лесостепи Украины. Методические рекомендации. под ред. В.Т. Колочего. – М.: ДИА, 2006. – 40 с.
2. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна пшеницы в условиях северной Лесостепи / Н.Н. Огородный, Л.И. Мазуркевич, А.М. Кудрявицька: сб. науч. работ. / УААН, Ин-т земледелия. – М., 2003. – Вып. 4. – С. 35-36.
3. Кружилин, А.С. Биологические особенности зерновых и орошение / А.С. Кружилин // Зерновое хозяйство. – 1987. – №9. – С. 18-19.
4. Манжос, Д.М. Семеноводство пшеницы / Д.М. Манжос. – К.: Урожай, 1971. – 170 с.
5. Состояние аграрной сферы производства и возможности повышения производительности яровой пшеницы: науч. техн. бюл. / МИП им. В.Н. Ремесло УААН А.И. Шевченко, Л.А. Турченко. – М., Аграрная наука, 2006. – Вып. 5. – С. 247-257.

6. Эффективность технологий выращивания яровой пшеницы в Западной Лесостепи: сб. науч. работ. / УААН, Ин-т земледелия (спецвыпуск) М.С. Свидерко, В.П. Болеховский, М.Ю. Тымкив, С.Я. Кубышина. – М., ЭКМО. – 2004. – 212 с.

7. Оптимизация выращивания яровой пшеницы в левобережной Лесостепи Украины // Научное издание. Мин. АПК, УААН Гл. упр. сельскохозяйственных и прод. Харьковской ОГА, Центр наук. обеспечение АПВ Харьков. обл., IP им. В.Я. Юрьева. – Харьков, 2003. – 24 с.

8. Оценка различных технологий выращивания пшеницы яровой в центральной Лесостепи Украины: науч. техн. бюл. / МИП им. В.М. Ремесла УААН В.И. Русанов, А.М.Твердохлиб, Г.Ю. Борсук. – М., Аграрная наука, 2007. – Вып. 6-7, С. 333-343.

9. *Макрушин, Н.Н.* Экологические основы промышленного семеноводства зерновых культур / Н.Н. Макрушин. – М.: Агропромиздат, 1988. – 280 с.

10. Методика определения качества семян сельскохозяйственных культур. ДСТУ 4138-2002. [Введения 2004-01-01]. – М.: Госпотребстандарт Украины, 2003. – 173 с. – (Национальные стандарты Украины).

11. Оценка качества зерна. – М.: Агропромиздат, 1987. – 208 с.

12. *Беркутова, Н.С.* Методы оценки и формирование качества зерна / Н.С. Беркутова. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 352 с.

YIELD CAPACITY, GRAIN AND SEED QUALITY OF SOFT SPRING WHEAT DEPENDING ON MINERAL NUTRITION AND PROTECTION SYSTEM IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE
V.Yu. Suddenko, S.M. Kalens'ka

Research results concerning the influence of fertilization system and plant protection of bread spring wheat on yield capacity formation, quality of grains and seeds are given. It is shown that the highest yield capacity (5.12 t/ha) in Elehiia Myroniv'ska variety and (4.86 t/ha) in Simkoda Myroniv'ska variety is formed when using a technology with intensive chemical protection and application of fertilizers at the rate of $N_{90}P_{60}K_{90}$ and with the additional fertilizing with N_{30} at stage IV of organogenesis. The use of intensive technology of growing management practice and application of phosphate and potash fertilizers before basic tillage and additional fertilizing with N_{30} at stages IV and X of the organogenesis increased both gluten content in the studied varieties by 6.3 and 5.0% and protein content by 3.7 and 3.1%.

УДК 633.11«321»:631[84+559]

УРОЖАЙНОСТЬ И ВЫНОС АЗОТА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА И УРОВНЯ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ

С.И. Гриб, доктор с.-х. наук, И.И. Берестов, доктор с.-х. наук, Р.В. Мельников, соискатель, В.Н. Безлюдный, кандидат биол. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 18.02.2016 г.)

Аннотация. В статье изложены результаты исследований по определению урожайности новых районированных и перспективных сортов и сортообразцов яровой мягкой пшеницы селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», а также общего (хозяйственного) и удельного

(нормативного) выноса азота урожаем при разных уровнях азотного питания растений. Показано, что удельный вынос азота урожаем при применении азотного удобрения повышается, а при возделывании более урожайных сортов яровой пшеницы – снижается.

Введение. Яровая пшеница – ценнейшая зерновая культура разностороннего использования. Увеличение урожайности и улучшение качества зерна этой культуры – важнейшая задача, стоящая перед сельхозпроизводителями республики. Для решения этой задачи большое значение имеет оптимизация минерального, прежде всего, азотного питания растений. Как известно [1, 2] на дерново-подзолистых почвах республики азотные удобрения имеют решающее значение в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Они обеспечивают около 60-80% общей прибавки урожая, получаемой от полного минерального удобрения (NPK).

Важным условием получения высоких урожаев продовольственного зерна пшеницы является также создание и внедрение в производство сортов с высоким генетическим потенциалом продуктивности и экологической пластичности, качеством зерна, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды [3, 4].

Внедрение новых сортов в производство должно сопровождаться совершенствованием технологии возделывания, при которой в полной мере проявляются потенциальные возможности, заложенные в их наследственных свойствах. Большое значение при этом имеет рациональное применение удобрений, так как сортовая отзывчивость яровой пшеницы на условия минерального питания может быть разной [5, 6].

В настоящее время в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь включено 19 сортов яровой мягкой пшеницы отечественной и иностранной селекции, при этом удельный вес сортов белорусской селекции в посевах республики превысил 90%.

Целью наших исследований было определение урожайности зерна новых районированных и перспективных сортов и сортообразцов яровой мягкой пшеницы, а также выноса азота урожаем на фоне применения разных норм азотного удобрения.

Методика и условия проведения исследований. Полевые опыты проводили в 2013-2015 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой легкосуглинистой хорошо окультуренной почве. Пахотный горизонт почвы характеризовался слабокислой или близкой к нейтральной степени кислотности (pH_{KCl} 5,7-6,4), повышенным содержанием гумуса (2,19-2,40%), подвижных форм фосфора (216-240 мг/кг), калия (234-300 мг/кг), кальция (1314-1365 мг/кг), магния (268-300 мг/кг), бора (0,75-0,83 мг/кг) и низким – меди (1,05-1,1 мг/кг) и цинка (2,0 мг/кг). Индекс агрохимической окультуренности почвы – 0,90. Предшественник – крестоцветные культуры на семена.

Исследования проводили с 15 сортами и сортообразцами конкурсного испытания яровой мягкой пшеницы селекции РУП «Научно-практический центр

НАН Беларуси по земледелию»: 1. Рассвет (в качестве контроля); 2. Ласка; 3. Любава; 4. Сударыня; 5. Весточка; 6. Ласточка; 7. Чайка; 8. 15/10; 9. 5/10; 10. 11/10; 11. 16/10; 12. 18/10; 13. 24/10; 14. 26/10; 15. 27/10.

Сорта и сортообразцы возделывали на трех уровнях азотного питания растений: 1 – условно низком (без применения азотного удобрения); 2 – среднем и 3 – высоким. На среднем уровне азотного питания за вегетацию пшеницы вносили 100 кг/га азота, в т.ч. 60 кг/га в основную заправку почвы до посева и 40 в подкормку в начале выхода в трубку, на высоком – 160 кг/га азота (100 кг/га до посева и 60 кг/га в подкормку). Эффективность азотного удобрения (в виде карбамида) изучалась на фоне фосфорного и калийного удобрений (в виде аммонизированного суперфосфата и хлористого калия), которые в дозе $P_{60}K_{120}$ общим фоном вносили осенью под зябь.

Закладка опыта проводилась по методике двухфакторного опыта. Учетная площадь делянки – 10 м², повторность – четырехкратная.

Посев проводился селекционной сеялкой Джон Дир с нормой высева 5 млн всхожих зерен на 1 га. Обработку почвы и уход за растениями осуществляли в соответствии с отраслевым регламентом [7].

Уборку урожая проводили во второй декаде августа комбайном Сампо 130. Урожайность зерна пересчитывали на стандартную (14%) влажность и 100% чистоту.

В зерне и соломе определяли содержание азота (в зерне – на спектрометре NIRSystems 5000, в соломе – по Кьельдалю согласно ГОСТ 13496,4-93). Общий (хозяйственный) вынос азота урожаем зерна и соломы и удельный (нормативный) вынос азота в расчете на 10 ц зерна с соответствующим количеством соломы рассчитывали по обычно применяемой методике [8].

Статистическая обработка данных урожайности выполнена при помощи двухфакторного дисперсионного анализа на ЭВМ, где фактор А – нормы азота, фактор В – сорта пшеницы.

Метеорологические условия вегетационного периода яровой пшеницы в годы проведения исследований, по данным метеостанции г. Борисов, складывались по-разному как по температурному режиму, так и по обеспеченности влагой. В 2013 г. средняя температура воздуха была выше средних многолетних значений в мае на 3,8; в июне на 2,9; в июле на 0,6; в августе на 1,6 °С. Количество выпавших осадков по месяцам составляло соответственно 243, 77, 46 и 49% от нормы. Значительный дефицит влаги наблюдался лишь в августе в период налива зерна. В целом за май – август 2013 г. ГТК был равен 1,34. Благоприятным для формирования высокой урожайности пшеницы был 2014 г. (ГТК составлял 1,51). Вегетационный период 2015 г. в целом был засушливым (ГТК 0,78), особенно в июне и августе, когда количество выпавших осадков составляло соответственно 7,3 и 6,5% от средних многолетних значений. Среднесуточная температура воздуха в период налива зерна была равна 22,7 °С (на 5,1 °С выше нормы), максимальная – 35 °С. При этом количество осадков было недостаточным – 3,1 мм (12% нормы). Аномально высокие температуры воздуха

в сочетании с дефицитом влаги существенно снижали урожайность зерна и эффективность азотных удобрений.

Результаты исследований и их обсуждение. Как видно из таблицы 1, урожайность зерна яровой пшеницы существенно изменялась в зависимости от уровня применения азотного удобрения и сортовых особенностей. В среднем по всем сортам и сортообразцам в 2013-2015 гг. в варианте без азотных удобрений (по фону $P_{60}K_{120}$) она составила 34,9 ц/га. Внесение 100 кг/га азота достоверно повышало ее на 9,9 ц/га (до 44,8 ц/га), а 160 кг/га – на 14,2 ц/га (до 49,1 ц/га). Самыми урожайными были сорт Сударыня и сортообразцы 5/10, 16/10, 26/10 и 27/10. На фоне без азотного удобрения они формировали урожайность зерна на уровне 35,3-37,2 ц/га, при внесении 100 кг/га азота – 47,0-52,1 ц/га и 160 кг/га азота – 50,8-54,9 ц/га и были значительно урожайнее сортов Ласточка, Любава и сортообразца 18/10.

Таблица 1 – Эффективность азотного удобрения в зависимости от сортовых особенностей яровой пшеницы и дозы азота (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт, образец (фактор В)	Урожайность зерна, ц/га					Прибавка от азота, ц/га		Оплата 1 кг азота, кг зерна	
	доза азота, кг/га д.в. (фактор А)			среднее по сорту	прибавка	доза азота, кг/га д.в.			
	0	100	160			100	160	100	160
Рассвет, контроль	31,7	42,0	47,6	40,4	-	10,3	15,9	10,3	9,9
Ласка	34,6	43,0	48,4	42,0	1,6	8,4	13,8	8,4	8,6
Любава	34,3	40,2	43,8	39,4	-1,0	5,9	9,5	5,9	5,9
Сударыня	37,0	52,1	54,8	48,0	7,6	15,1	17,8	15,1	11,1
Весточка	34,8	46,2	50,0	43,7	3,3	11,4	15,2	11,4	9,5
Ласточка	31,4	40,6	45,8	39,3	-1,1	9,2	14,4	9,2	9,0
Чайка	37,5	45,8	52,0	45,1	4,7	8,3	14,5	8,3	9,1
15/10	34,9	43,1	47,4	41,8	1,4	8,2	12,5	8,2	7,8
5/10	36,8	47,0	52,3	45,4	5,0	10,2	15,5	10,2	9,7
11/10	31,4	40,0	45,9	39,1	-1,3	8,6	14,5	8,6	9,1
16/10	36,9	48,6	54,9	46,8	6,4	11,7	18,0	11,7	11,2
18/10	32,7	39,8	44,0	38,8	-1,6	7,1	11,3	7,1	7,1
24/10	37,0	45,6	47,8	43,5	3,1	8,6	10,8	8,6	6,8
26/10	37,2	48,1	51,1	45,5	5,1	10,9	13,9	10,9	8,7
27/10	35,3	49,7	50,8	45,3	4,9	14,4	15,5	14,4	9,7
Среднее	34,9	44,8	49,1			9,9	14,2	9,9	8,9

HC_{P05} – фактор А – 1,74, фактор В – 3,90, частные средние – 6,74 ц/га

Наиболее отзывчивыми на применение азотного удобрения в норме 100 кг/га оказались сорт Сударыня и сортообразец 27/10. От внесения 100 кг/га азота урожайность зерна у них повышалась на 14,4-15,5 ц/га (40,8%). Сорта Сударыня и образец 16/10 лучше других сортов и образцов реагировали на внесение повышенной дозы азота (160 кг/га). Прибавка урожайности зерна составляла 17,8-18,0 ц/га при оплате 1 кг азота 11,1-11,2 кг зерна.

Сравнительно низкая отзывчивость на применение азотного удобрения отмечена при возделывании сорта Любава и сортообразца 18/10: от первой дозы азотного удобрения урожайность зерна увеличивалась на 5,9-7,1 ц/га (17,3-21,7%), от второй на 9,5-11,3 ц/га (27,7-34,6%) при оплате 1 кг азота 5,9-7,1 кг зерна.

По урожайности зерна (средней по трем уровням азотного питания) сорта Сударыня, Чайка, а также сортообразцы 5/10, 16/10, 26/10 и 27/10 статистически значимо превышали контроль (сорт Рассвет) на 4,7-7,6 ц/га.

Общий вынос азота урожаем зерна и соломы при внесении азотного удобрения в дозе 100 кг/га д.в. в среднем по всем сортам и образцам составлял 132,6 кг/га, а коэффициент использования азота из карбамида, определенный разностным методом, был равен 60,2% (таблица 2). Сорта Сударыня, Чайка, образцы 5/10, 26/10 потребляли несколько большее количество азота (140,5-143,9 кг/га). Они же характеризовались и более высокими коэффициентами использования азота удобрения (63,7-73,4%). Самый низкий удельный вынос азота урожаем (26,4-28,0 кг/т зерна) отмечен у образцов 16/10, 27/10 и у сорта Сударыня, а самый высокий (32,1-32,7 кг/т) – у образца 18/10 и сорта Любава. Подобная картина наблюдалась и при внесении более высокой дозы азота (160 кг/га).

Таблица 2 – Вынос азота яровой пшеницей и коэффициент использования азотного удобрения в зависимости от сорта и дозы азота (среднее за 2013 – 2015 гг.)

Сорт, образец	Общий вынос азота, кг/га			Удельный вынос азота, кг/т зерна			Коэффициент ис- пользования азота, %	
	Норма азота, кг/га						100	160
	0	100	160	0	100	160		
Рассвет	69,9	127,7	159,9	21,9	30,1	33,3	57,8	56,2
Ласка	72,4	125,5	162,2	20,8	28,7	33,3	53,1	56,1
Любава	71,7	129,7	152,9	20,9	32,1	34,4	58,0	50,8
Сударыня	70,5	143,9	162,8	19,1	27,6	29,6	73,4	57,7
Весточка	69,5	133,7	159,5	20,1	29,0	31,7	64,2	56,2
Ласточка	66,3	122,8	149,8	21,1	30,0	32,5	56,5	52,2
Чайка	75,0	140,5	171,1	20,1	30,5	32,8	65,5	60,1
15/10	73,2	130,9	162,6	21,2	30,6	34,0	57,7	55,9
5/10	75,4	142,8	169,8	20,6	30,2	32,2	67,4	59,0
11/10	62,6	117,7	141,5	20,3	29,3	30,7	55,1	49,3
16/10	76,7	134,9	159,1	21,3	28,0	29,2	58,2	51,5
18/10	73,8	130,3	148,6	22,7	32,7	33,5	56,5	46,8
24/10	79,9	137,5	159,6	21,2	30,1	33,2	57,6	49,8
26/10	77,1	140,8	168,1	20,7	29,2	32,4	63,7	56,9
27/10	72,6	131,1	160,6	20,6	26,4	31,3	58,5	55,0
Среднее	72,4	132,6	159,2	20,8	29,6	32,3	60,2	54,2

По мере роста урожайности зерна коэффициент использования азота из карбамида повышался как при среднем (рисунок 1), так и при более высоком уровне применения азотного удобрения.

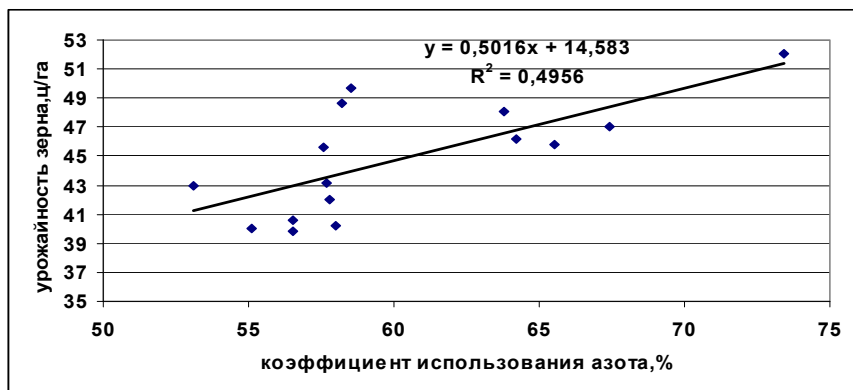


Рисунок 1 – Связь урожайности зерна с коэффициентом использования азота из азотного удобрения в дозе 100 кг/га д.в. (среднее за 2013-2015 гг.)

Анализ связи урожайности зерна с общим выносом азота урожаем зерна и соломы выявил линейную зависимость между признаками (рисунок 2). Корреляция между ними была положительная и сильная ($r = 0,76$). При увеличении общего выноса азота урожаем на 1 кг/га урожайность зерна возделываемых сортов и образцов повышалась на фоне без азотного удобрения и при внесении 100 кг/га азота на 0,39 ц/га, а при внесении 160 кг/га азота – на 0,30 ц/га.

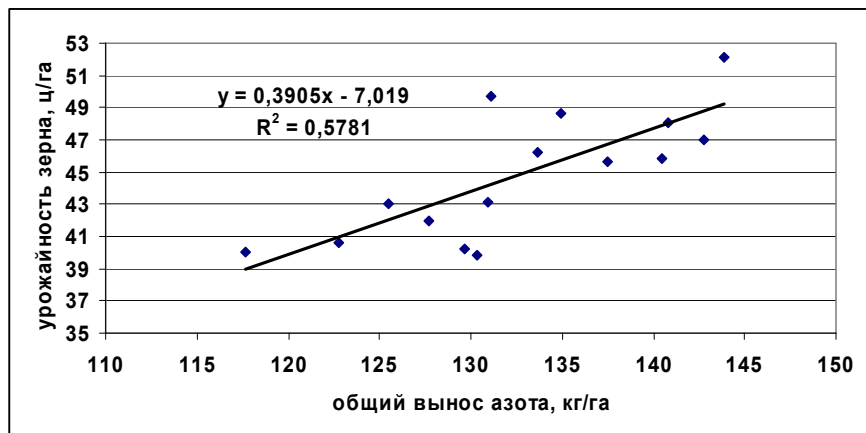


Рисунок 2 – Связь урожайности зерна с общим выносом азота яровой пшеницей на фоне внесения 100 кг/га азота (среднее за 2013-2015 гг.)

Связь между урожайностью зерна и удельным выносом азота при усилении уровня азотного питания растений имела криволинейный характер (рисунок 3). По мере повышения величины удельного выноса азота (с 20 до 28 кг/т) урожайность зерна сначала существенно повышалась, далее рост урожайности

замедлялся и при удельном выносе азота 31,3 кг/т достигал максимальных величин.

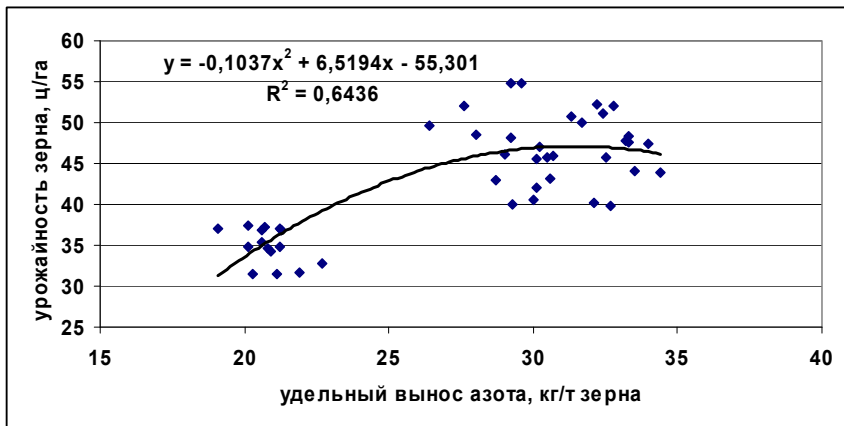


Рисунок 3 – Связь урожайности зерна с удельным выносом азота яровой пшеницей при усилении уровня азотного питания растений (среднее за 2013-2015 гг.).

Более урожайные сорта пшеницы характеризовались и более экономным расходом азота на формирование урожая (рисунок 4). Например, на фоне внесения 100 кг/га азота сорта с урожайностью зерна 40 ц/га на формирование 1 т зерна расходовали 32,3 кг азота, а сорта с урожайностью 50 ц/га – 26,6 кг, на фоне внесения 160 кг/га азота при урожайности зерна 45 и 55 ц/га – 34,8 и 28,7 кг соответственно. Более урожайные сорта были менее затратным, экономически выгодным средством увеличения производства зерна.

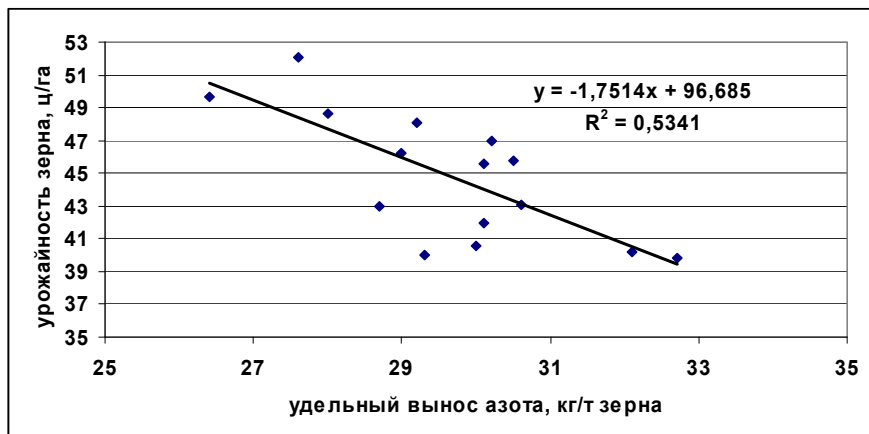


Рисунок 4 – Связь урожайности зерна с удельным выносом азота сортами яровой пшеницы на фоне внесения 100 кг/га азота (среднее за 2013-2015 гг.).

Выводы

1. Новые сорта яровой мягкой пшеницы Сударыня, Чайка и сортообразцы 5/10, 16/10, 26/10 и 27/10 по урожайности зерна превышают контроль (сорт Расцвет) на 4,7-7,6 ц/га.
2. Сорт Сударыня и сортообразцы 16/10 и 27/10 хорошо отзываются на применение азотного удобрения.
3. Общий (хозяйственный) вынос азота урожаем зерна и соломы и коэффициент использования азота из карбамида по мере роста урожайности зерна яровой пшеницы повышаются как при среднем, так и при высоком уровне применения азотного удобрения.
4. Удельный (нормативный) вынос азота урожаем при применении азотного удобрения повышается, а при возделывании более урожайных сортов яровой пшеницы – снижается.
5. Более урожайные сорта яровой пшеницы характеризуются экономным расходом азота на формирование урожая.

Литература

1. Агрохимия: Учебник / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Ураджай, 2001. – 480 с.
2. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.
3. Гриб, С.И. Приоритеты селекции растений на этапе адаптивной интенсификации земледелия Беларуси / С.И.Гриб // Земляробства і ахова раслін. –2004. – №6. – С. 12-13.
4. Кадыров, М.А. Селекция основных сельскохозяйственных культур в Беларуси: состояние, проблемы, приоритеты / М.А.Кадыров // Принципы и методы оптимизации селекционного процесса сельскохозяйственных растений: матер. Межд. науч.-практ. конф. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2005. – С. 3-14.
5. Климашевский, Э.Л. Проблема генотипической специфики корневого питания растений / Э.Л. Климашевский // Сорт и удобрения: сб. статей / Сиб. ин-т физиологии и биохимии раст.; отв. ред. Э.Л. Климашевский. – Иркутск, 1974. – С. 11-53.
6. Гамзикова, О.И. Генотипические реакции яровой пшеницы на удобрения / О.И. Гамзикова, Г.П. Гамзиков, Д.А. Шамрай // Сорт и удобрения : сб. статей / Сиб. ин-т физиологии и биохимии раст.; отв. ред. Э.Л. Климашевский. – Иркутск, 1974. – С. 180-187.
7. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2012. – С. 63-78.
8. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск, Беларус. наука, 2007. – 390 с.

SPRING SOFT WHEAT YIELD AND NITROGEN YIELD DEPENDING ON VARIETIES AND APPLICATION LEVEL OF NITROGEN FERTILIZERS

S.I. Grib, I.I. Berestov, R.V. Melnikov, V.N. Bezlyudny

The research results for the determination of the yield of new recognized and promising spring soft wheat varieties and accessions of RUE "Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming" breeding as well as the determination of total (economic) and specific (standard) nitrogen yield in wheat crops at harvesting time using different levels of plant nitrogen nutrition are presented in the article. It is shown that the specific nitrogen yield increases with the use of nitrogen fertilizers and decreases with the cultivation of more yielding spring wheat varieties.

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ ОТ СРОКОВ СЕВА

Е.И. Позняк, кандидат с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила в печать 17.02.2016 г.)

Аннотация. *В статье представлены результаты исследований по изучению влияния сроков сева у двух сортов пивоваренного ячменя Бровар и Сильфид на формирование урожайности и элементов структуры урожая. Установлено, что запаздывание с посевом приводит к снижению урожайности, массы 1000 зерен, количества продуктивных стеблей на 1 м² и числа зерен в колосе у сортов Бровар и Сильфид.*

Урожайность является главным критерием оценки сорта, так как она определяет эффективность возделывания любой сельскохозяйственной культуры. Решать проблему увеличения производства зерна в республике можно двумя основными путями: создавая сорта с высоким потенциалом продуктивности, имеющие максимально высокую степень ее реализации независимо от почвенно-климатических условий, или увеличивать реализацию потенциала продуктивности сортов за счет совершенствования технологий возделывания [1].

Посев в оптимальные сроки является одним из основных элементов технологии возделывания, который обеспечивает получение высокой урожайности зерна яровых зерновых культур, в том числе и ячменя [2, 3, 4]. Температурный режим и достаточное количество влаги в почве после такого посева способствуют дружному появлению всходов и хорошему развитию корневой системы. Ячмень при этом успевает раскуститься до массового вылета шведской мухи и меньше поражается болезнями.

На основании рекомендаций ученых посев в течение 7-12 последующих дней после созревания почвы у большинства яровых культур не приводит к снижению урожайности. Дальнейшее промедление со сроком сева на каждые сутки приводит к потере урожайности до 1,0 ц/га [5].

По данным некоторых литературных источников установлено, что не только при слишком позднем [6], но и при слишком раннем посеве, относительно оптимального (при физической спелости почвы), происходит резкое снижение величины урожая [7, 8, 9, 10]. Оптимальные сроки сева зависят от биологических особенностей сорта, а также почвенно-климатических условий, что требует более глубокого изучения этого вопроса применительно к конкретным условиям произрастания и сортовым особенностям этой культуры.

Материал и методика проведения исследований. Исследования проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,0-2,1%, рН_{KCl} 5,5-6,1, содержание P₂O₅ и K₂O – соответственно 250-360 и 230-356 мг/кг почвы) в Смолевичском районе Минской области. Предшественник ячменя – люпин уз-

колистный. Фосфорно-калийные удобрения ($P_{80}K_{120}$) вносили под основную обработку почвы осенью, а азотные (N_{60}) – весной под предпосевную культивацию. Перед посевом семена обрабатывали препаратом дивидент стар (1,5 л/т). В фазу кущения ячменя проводили обработку посевов гербицидом секатор турбо (0,1 л/га). При появлении первых признаков болезни на втором сверху листе (ДК 39-41) посевы обрабатывали фунгицидом фалькон в норме 0,6 л/га и инсектицидом фастак (0,1 л/га). Учетная площадь делянки – 25 м², повторность – четырехкратная.

Метеорологические условия в годы исследований существенно различались между собой по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Так, погодные условия и степень увлажнения почвы в апреле в 2009 г. способствовали проведению первого срока сева ячменя 8.04, а в 2010 г. – лишь 19.04. Гидротермический коэффициент (ГТК) за период вегетации ячменя в 2009 г. составил 1,72, а в 2010 г. – 2,32 при норме 1,56. Это свидетельствует о том, что погодные условия 2010 г. были менее благоприятными для роста и развития ячменя, что оказало влияние на урожайность зерна и элементы, ее составляющие.

Результаты исследований и их обсуждение. На основании анализа количества продуктивных стеблей ячменя перед уборкой установлено, что максимальным этот показатель был в 2009 г. При первом сроке сева у сорта Бровар он равнялся 706 шт./м², а у сорта Сильфид – 886 шт./м² (рисунок 1). При втором сроке сева величина данного показателя у сорта Бровар была незначительно ниже (на 2 шт./м²), а у Сильфид на 30 шт./м² выше и составила 704 и 916 шт./м² соответственно. В менее благоприятных погодных условиях (при запаздывании с посевом на 20 и 30 дней) количество продуктивных стеблей снижалось у сорта Бровар на 18 и 84 шт./м² (2,5 и 11,9%), а у Сильфид – на 158 и 226 шт./м², т.е. 17,8 и 25,5% соответственно.

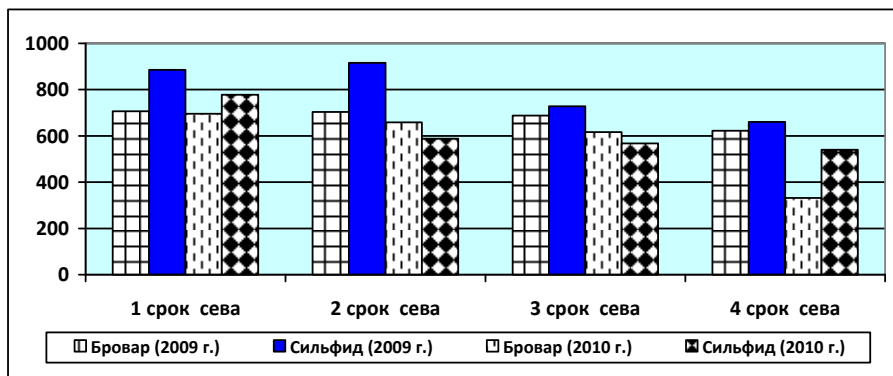


Рисунок 1 – Количество продуктивных стеблей в зависимости от сортовых особенностей пивоваренного ячменя и сроков сева, шт./м²

В более экстремальных условиях 2010 г. плотность продуктивного стеблестоя изменялась более существенно. Так, при первом сроке сева величина данного показателя у сорта Бровар составила 696 шт./м², а у сорта Сильфид – 778 шт./м². При посеве через 10, 20 и 30 дней после первого количество продуктивных стеблей снижалось у сорта Бровар на 40; 80 и 364 шт./м² (5,3; 11,5 и 52,3%), а у Сильфид – на 190; 210 и 238 шт./м², т.е. 24,4; 27,0 и 30,6% соответственно.

В среднем за период исследований запаздывание с посевом ячменя приводило к уменьшению плотности продуктивного стеблестоя у сорта Бровар на 19-224 шт./м², а у сорта Сильфид – на 80-232 шт./м², т.е. уменьшилось на 2,7-31,9% и 9,6-27,9% соответственно.

В наших исследованиях было установлено, что погодные условия оказывали существенное влияние на количество зерен в колосе у изучаемых сортов. Так, в 2009 г. при первом сроке сева озерненность колоса у сорта Бровар составила 21,5 шт., а у Сильфид – 19,1 шт. При втором, третьем и четвертом сроках сева количество зерен в колосе у изучаемых сортов снижалось (рисунок 2).

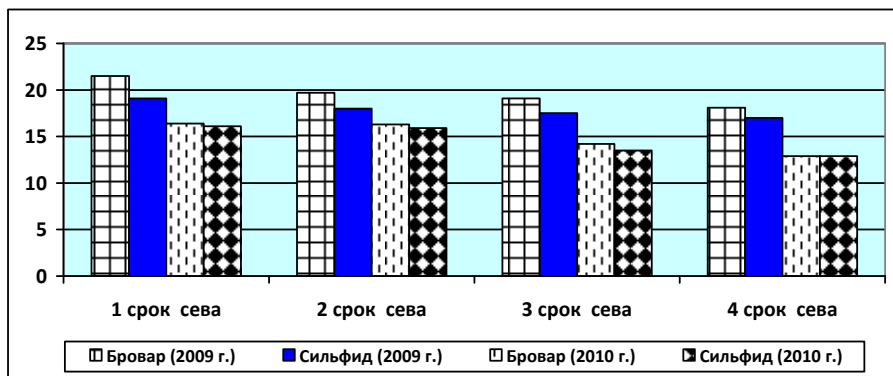


Рисунок 2 – Количество зерен в колосе в зависимости от сортовых особенностей пивоваренного ячменя и сроков сева, шт.

У сорта Бровар при посеве через 10, 20 и 30 дней после первого срока величина данного показателя была ниже на 1,8; 2,4 и 3,4 шт., т.е. 8,4; 11,2 и 15,8%, у сорта Сильфид озерненность колоса снизилась на 1,1; 1,6 и 2,1 шт. или 5,8; 8,4 и 11,0% соответственно.

В условиях 2010 г. количество зерен в колосе было значительно ниже, чем в 2009 г, однако схожая закономерность по влиянию погодных условий в период вегетации растений на величину данного показателя сохранилась. Так, при первом сроке сева озерненность колоса у сорта Бровар составила 16,4 шт., а у Сильфид – 16,1 шт. При втором, третьем и четвертом сроках сева количество зерен в колосе у изучаемых сортов снижалось. У сорта Бровар на 0,1; 2,2 и 3,5

шт., т.е. на 0,6; 13,4 и 21,3%, а у Сильфид на 0,2; 2,6; 3,2 шт. или 1,2; 16,1 и 19,9% соответственно.

В среднем за годы исследований при посеве через 10, 20 и 30 дней после первого снижения количества зерен в колосе у сорта Бровар составляло 1,0-3,5 шт. (5,3-18,4%), а у Сильфид – 0,6-2,6 шт. (3,4-14,8%) соответственно.

На основании проведенных исследований было установлено, что масса 1000 зерен находилась в определенной зависимости от погодных условий вегетационного периода, которые складывались при различных сроках сева ячменя. В условиях 2009 г. при первом, втором, третьем и четвертом сроках сева масса 1000 зерен у сорта Бровар составила 45,1 г; 46,1; 45,6 и 45,3 г соответственно, т.е. запаздывание с посевом не оказало отрицательного влияния у этого сорта на величину данного показателя (рисунок 3). У сорта Сильфид масса 1000 зерен была ниже, чем у сорта Бровар и составила при первом сроке сева 43,7 г. При посеве через 10 дней масса 1000 зерен у сорта Сильфид равнялась 44,7 г, т.е. была даже на 2,3 % выше, по сравнению с первым сроком сева. При запаздывании с посевом на 20 и 30 дней у этого сорта отмечалось незначительное снижение массы 1000 зерен, по сравнению с первым сроком, на 0,7 г (1,6%) и 1,2 г (2,7%) соответственно.

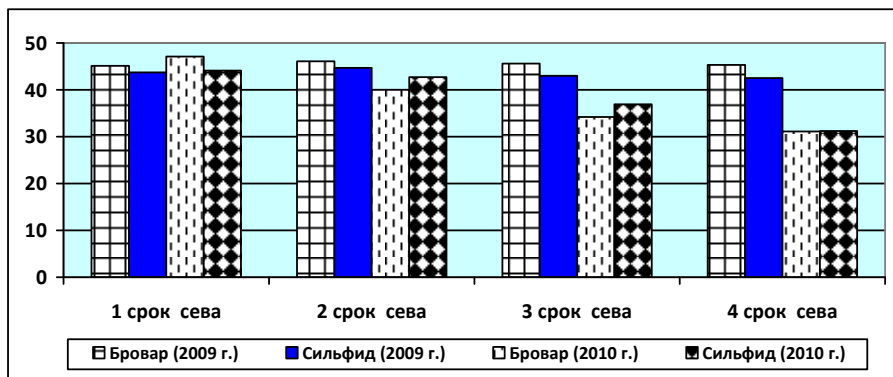


Рисунок 3 – Масса 1000 зерен в зависимости от сортовых особенностей пивоваренного ячменя и сроков сева, г

В менее благоприятных для развития растений условиях 2010 г. наблюдалась иная закономерность. Так, при первом сроке сева масса 1000 зерен у сортов Бровар и Сильфид составила 47,1 и 44,1 г. При посеве ячменя через 10, 20 и 30 дней после первого срока наблюдалась общая тенденция по снижению этого показателя у изучаемых сортов. У сорта Бровар масса 1000 зерен была ниже на 15,1; 27,4 и 34,0%, а у сорта Сильфид – на 3,2; 16,3 и 29,3% соответственно.

Установлено, что в среднем за период исследований в зависимости от срока сева масса 1000 зерен в меньшей степени снижалась у сорта Сильфид (на

0,5-15,9%). У сорта Бровар величина данного показателя была ниже на 6,5; 13,4 и 17,1%.

На основании проведенных исследований было отмечено, что на урожайность зерна ярового пивоваренного ячменя существенное влияние оказывали сроки сева. У сорта Бровар в условиях вегетационного периода 2009 г. урожайность зерна была максимальной при втором сроке сева и равнялась 65,5 ц/га, т.е. была выше, чем при посеве в ранний срок на 2,4 ц/га или на 3,8%. При третьем и четвертом сроках сева урожайность зерна у данного сорта была ниже, по сравнению с первым, на 3,3 и 6,6 ц/га (5,2 и 10,5%). У сорта Сильфид величина данного показателя при первом сроке сева равнялась 60,8 ц/га. При посеве через 10, 20 и 30 дней наблюдалась такая же закономерность, как и у сорта Бровар. При втором сроке сева урожайность была немного выше – 60,9 ц/га, а при третьем и четвертом сроках снижение урожайности зерна составило 9,2 и 20,1%.

При первом сроке сева в условиях 2010 г. урожайность зерна у сортов Бровар и Сильфид была практически одинаковой – 45,8 и 45,9 ц/га соответственно (рисунок 4). При посеве через 10, 20 и 30 дней после первого срока этот показатель у сорта Бровар снижался на 36,0; 66,6 и 78,8%, а у сорта Сильфид – на 28,1; 66,7 и 76,5% соответственно.

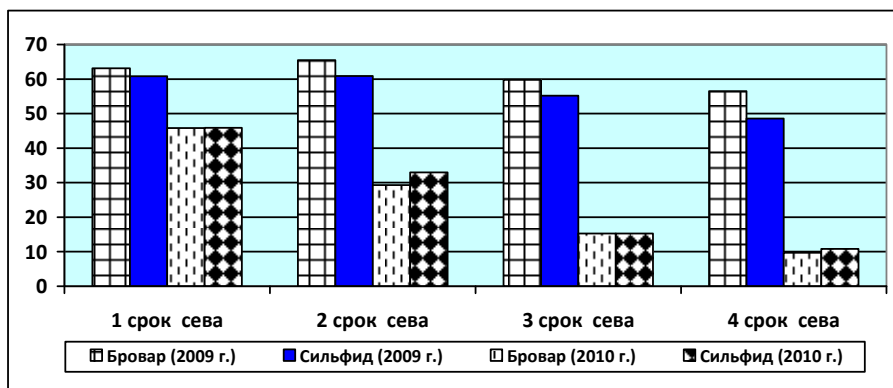


Рисунок 4 – Урожайность в зависимости от сортовых особенностей пивоваренного ячменя и сроков сева, ц/га

Урожайность зерна в среднем за период исследований при первом сроке сева у сортов Бровар и Сильфид составила 54,5 и 53,4 ц/га соответственно. При втором, третьем и четвертом сроках сева была отмечена тенденция к снижению урожайности у сорта Бровар на 13,0; 31,0 и 39,3%, а у сорта Сильфид – на 12,0; 33,9 и 44,4% соответственно. Установлено, что в среднем урожайность зерна у сорта Бровар при всех сроках сева была выше, чем у сорта Сильфид на 0,9-11,5%.

Выводы

1. В центральной части Беларуси высокую урожайность зерна пивоваренного ячменя можно получить только при посеве культуры в ранние сроки (при физическом созревании почвы). Снижение урожайности у изучаемых сортов при посеве через 10-30 дней находилось в среднем в пределах 12,0-44,4%.

2. Посев ячменя после оптимального срока вызывал уменьшение плотности продуктивного стеблестоя у сорта Бровар в среднем на 2,7-31,9%, а у сорта Сильфид – на 9,6-27,9% соответственно.

3. Число зерен в колосе у изучаемых сортов ячменя при посеве через 10-30 дней после раннего срока снизилось в среднем (в относительном выражении) на 5,3-18,4% у сорта Бровар и на 3,4-14,8% – у сорта Сильфид.

4. При запаздывании с посевом масса 1000 зерен снижалась в среднем у сорта Бровар на 6,5-17,1%, а у сорта Сильфид – на 0,5-15,9% соответственно.

Литература

1. Романенко, А.А. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы / А.А. Романенко [и др.]. – Краснодар, 2005. – 224 с.

2. Мусатов, А.Г. Факторы оптимизации формирования продуктивности растений и качества зерна ярового ячменя и овса / А.Г. Мусатов, А.А. Семьяшкина, Р.Ф. Дашевская // Хранение и переработка зерна. – 2007. – №7. – С. 38-41.

3. Paynter, B. Barley agronomy highlights: Time of sowing x variety / B. Paynter, A. Hills // Agribusiness Crop Updates. – 2007. – P. 39-70.

4. Conry, M.J. Influence of seed rate and sowing date on the yield and grain quality of Blenheim spring malting barley in the south-east of Ireland / M. J. Conry // The Journal of Agricultural Science. – 1998. – Vol. 130, №3. – P. 307-315.

5. Организационно-хозяйственные и технологические основы весеннего сева / Э.П. Урбан [и др.] // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://izis.by/recommendations/>. – Дата доступа 18.12. 2015.

6. Alam, M. Z. Yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare L.*) in relation to sowing times / M. Z. Alam, S. A. Haider, N. K. Paul // J. bio-sci. – 2007. – №15. – P.139-145.

7. Повышать урожайные свойства семян / Н.В. Большаков [и др.] // Земледелие. – 1994. – №1. – С. 36-38.

8. Козловцева, Т.А. Продуктивность и качество сортов пивоваренного ячменя в зависимости от приемов возделывания в Центральном регионе России : автореф. дис. на ... канд. с.-х. наук 06.01.05 / Т.А. Козловцева; ЦНБ МСХА. – Москва, 2005. – 23 с.

9. Зерновые культуры / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – Минск: ФУ Аинформ, 2000. – 421 с.

10. Jablonski, B. Reakcja jeczmidnia jarego na termin siewu / B. Jablonski, D. Parylak // Zesz. Problemowe Postepow Nauk Rolniczych. – 1984. – Z. 305. – S. 221-225.

DEPENDENCE OF YIELD OF DEFFERENT MALTING BARLEY VARIETIES ON SOWING TERMS

E.I. Poznyak

The research results on the study of the effect of sowing terms of such two malting barley varieties as Brovar and Silfid on the formation of yield and yield structure elements are presented in the article. It has been established that delay with sowing leads to the decrease of the yield, thousand kernel weight, number of productive stalks per 1 m², and kernel number per ear in Brovar and Silfid varieties.

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПОРАЖЕННОСТЬ БОЛЕЗНЯМИ КОЛОСА ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Г.Я. Биловус, канд. с.-х. наук

Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины,

(Поступила 24.12.2015 г.)

***Аннотация.** На основании проведенных в 2011-2013 гг. исследований доказано влияние сроков сева и сортовых особенностей на поражение растений пшеницы озимой болезнями колоса, которые уменьшаются при смещении сроков сева к поздним на 0,9-3,1%. В условиях Западной Лесостепи Украины целесообразно выращивать сорта Ясочка, Деметра, Романтика, Лесная песня, которые имеют комплексную устойчивость к основным заболеваниям пшеницы озимой и при этом гарантируют большую урожайность зерна. Со смещением сроков сева к допустимому рентабельность производства семян пшеницы озимой уменьшалась на 12%, а к позднему – на 30,6% в сравнении с оптимальным.*

Ведение. Пшеница озимая по площадям посева в Украине занимает первое место и является важнейшей зерновой, а также продовольственной культурой [1, 2]. Увеличение производства зерна пшеницы озимой и рациональное его использование является одной из основных задач современного сельского хозяйства Украины. В основе формирования высоких урожаев, кроме генетического потенциала растений, лежат технологии выращивания сельскохозяйственных культур [3].

К традиционным технологическим факторам относятся: применение агротехнических методов защиты посевов от болезней, вредителей, оптимизация сроков сева. При слишком раннем севе пшеница озимая сильно поражается мучнистой росой, бурой ржавчиной, септориозом и вирусными болезнями. В то же время недопустимо опоздание с посевом, поскольку у слаборазвитых с осени растений снижается зимостойкость, а в весенний период они сильнее повреждаются вредителями и поражаются болезнями [4-6].

В современных условиях ведения сельского хозяйства важным требованием к элементам технологии выращивания, которые разрабатываются и внедряются в производство, является снижение себестоимости единицы продукции, уменьшение энергетических затрат, а как результат – повышение прибыли. Кроме этого, современные технологии выращивания должны быть конкурентоспособными на рынке технологий. Производство продукции растениеводства в условиях дефицита ресурсного потенциала требует пересмотра подходов, которые существовали при распределительно-плановой экономике. Разработка комплекса экономических мер, обеспечивающих высокую урожайность пшеницы озимой, обязательно сопровождается всесторонней экономической оценкой.

Оценивать эффективность любого комплекса агрометодов только по изменению уровня урожая недостаточно, поскольку остаются без внимания расходы на его получение. В связи с этим возникла необходимость определения не только одной агротехнической эффективности, но и в комплексе с экономической.

Методы исследований. Исследования проводились в течение 2011-2013 гг. в лаборатории семеноводства и защиты растений Института сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины.

Изучали сорта пшеницы озимой Золотоколосая (St), Дубинка, Царевна, Романтика, Лесная песня, Крижинка, Деметра, Ясочка, Лыбидь. Сроки сева – оптимальный (25.09), допустимый (5.10) и поздний (15.10); предшественник – рапс озимый. Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 50 м², трехкратная повторность.

Технология выращивания пшеницы озимой общепринятая для зоны [7]. Исследования и обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам [8-11].

Результаты исследований и обсуждение. Согласно результатам исследований развитие септориоза колоса было максимальным при оптимальном сроке сева и зависело в определенной степени от метеорологических условий и устойчивости сортов к данному заболеванию (рисунок 1), в среднем по сортам за годы исследований составляло 2,3-5,5%.

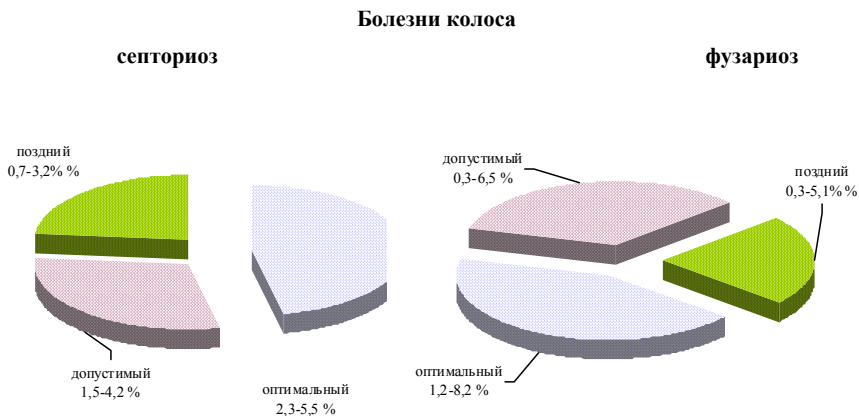


Рисунок 1 – Развитие болезней колоса у сортов пшеницы озимой в фазе молочной спелости в зависимости от сроков сева (среднее за 2011-2013 гг.), %

Поражение растений фузариозом колоса (рисунок 1) увеличивалось на посевах оптимального срока (1,2-8,2%) и уменьшилось при допустимом (0,3-6,5%) и позднем (0,3-5,1%) сроках сева.

Развитию заболевания при посеве в оптимальные сроки способствовало сочетание относительной влажности воздуха (более 71%) и температуры (более

15 °С) в период созревания зерна. Увеличение степени поражения зерна болезнью связано с повышенным количеством осадков в период цветения.

При оптимальном сроке сева развитие этого заболевания отмечено больше у сортов Дубинка (4,7%) и Крижинка (8,2%). При допустимом сроке сева менее всего фузариозом колоса были поражены сорта Ясочка, Деметра, Романтика, Лесная песня (по 0,3%), а более всего – сорт Крижинка (6,5%). Развитие данного заболевания при позднем сроке следует отметить больше у сортов Крижинка, Дубинка (по 5,1%).

Пшеница озимая больше всего поражалась болезнями колоса (септориоз и фузариоз) при оптимальных сроках сева, меньше – при допустимых и поздних. Такое изменение поражения пшеницы озимой объясняется температурным фактором, который является определяющим в распространении и вредности болезней.

Урожайность пшеницы озимой зависела от сортовых особенностей формировать урожайность в погодных условиях, которые сложились в течение вегетационного периода, и сроков сева. Средняя урожайность семян (рисунок 2) в зависимости от сорта при допустимом сроке сева была меньше на 0,3 т/га по сравнению с оптимальным. Разница по этому показателю позднего срока сева к допустимому в пределах составила 0,46 т/га.

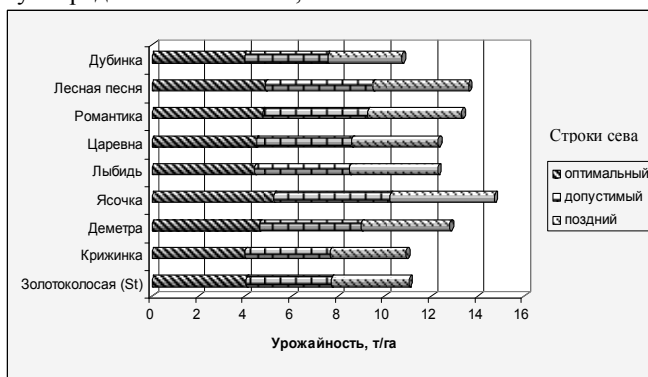


Рисунок 2 – Урожайность сортов пшеницы озимой в зависимости от сроков сева (среднее за 2011-2013 гг.), т/га

За три года исследований средняя урожайность зерна при оптимальном сроке сева составила 3,99-5,23 т/га. Более продуктивными были сорта Ясочка (5,23 т/га), Лесная песня (4,89 т/га), Романтика (4,77 т/га), Деметра (4,63 т/га), Царевна (4,49 т/га), Лыбидь (4,42 т/га), менее Золотоколосая (St) (4,04 т/га), Крижинка (4,02 т/га), Дубинка (3,99 т/га).

Сорта по-разному реагировали на допустимый срок сева, поэтому сформировали урожайность зерна 3,57-5,02 т/га, разница по этому показателю между ними была в пределах 0,04-1,34 т/га (НСР₀₅ 0,09-0,35). Самыми продуктивными были сорта Ясочка (5,02 т/га), Лесная песня (4,61 т/га), Романтика (4,52 т/га), Деметра (4,38 т/га).

При позднем сроке сева (таблица) урожайность составила 3,19-4,47 т/га, а разница между сортами – 0,06-1,14 т/га (НСР₀₅ 0,07-0,24). Наиболее продуктивными были сорта: Ясочка (4,47 т/га), Лесная песня (4,10 т/га), Романтика (4,02 т/га), Деметра (3,80 т/га), Лыбидь (3,79 т/га), менее – Золотоколосая (St) (3,33 т/га), Крижинка (3,27 т/га), Дубинка (3,19 т/га).

Сроки сева оказали большое влияние на показатели экономической оценки выращивания пшеницы озимой, что объясняется дифференциацией показателей производительности. При оптимальном сроке сева средняя урожайность по исследуемым сортам была 4,5 т/га, что обеспечило получение денежных поступлений на сумму 14,22 тыс. грн./га, при этом затраты на выращивание составляли 7,90 тыс. грн./га (таблица).

Таблица – Экономическая оценка выращивания сортов пшеницы озимой в зависимости от сроков сева (среднее за 2011–2013 гг.)

Сорт	Урожайность семян, т/га	Стоимость реализуемых семян элиты, тыс. грн./га	Сумма затрат, тыс. грн./га	Условно чистый доход, тыс. грн./га	Себестоимость 1 т продукции, тыс. грн.	Уровень рентабельности, %
1	2	3	4	5	6	7
Оптимальный (25.09)						
Золотоколосая (St)	4,04	12,76	7,90	4,86	1,95	61,5
Крижинка	4,02	12,64	7,90	4,74	1,96	60,0
Деметра	4,63	14,63	7,90	6,73	1,70	85,0
Ясочка	5,23	18,49	7,90	10,59	1,35	134,0
Лыбидь	4,42	13,97	7,90	6,07	1,79	76,8
Царевна	4,49	14,19	7,90	6,29	1,76	79,6
Романтика	4,77	15,07	7,90	7,17	1,65	90,0
Лесная песня	4,89	15,45	7,90	7,55	1,61	95,0
Дубинка	3,99	12,60	7,90	4,7	1,98	59,4
Среднее	4,5	14,22	7,90	6,32	1,75	80,0
НСР ₀₅	0,11-0,23					
Допустимый (5.10)						
Золотоколосая (St)	3,68	11,63	7,90	3,73	2,15	47,2
Крижинка	3,64	11,50	7,90	3,6	2,17	45,5
Деметра	4,38	13,84	7,90	5,94	1,80	75,0
Ясочка	5,02	15,86	7,90	7,96	1,57	100,0
Лыбидь	4,08	12,89	7,90	4,99	1,93	63,1
Царевна	4,09	12,92	7,90	5,02	1,93	63,5
Романтика	4,52	14,28	7,90	6,38	1,74	80,0
Лесная песня	4,61	14,57	7,90	6,67	1,71	84,0
Дубинка	3,57	11,28	7,90	3,38	2,21	42,7
Среднее	4,2	13,27	7,90	5,37	1,88	68,0
НСР ₀₅	0,09-0,35					
Поздний (15.10)						
Золотоколосая (St)	3,33	10,52	7,90	2,62	2,37	33,2
Крижинка	3,27	10,33	7,90	2,43	2,41	30,7
Деметра	3,80	12,01	7,90	4,11	2,08	52,0

Продолжение таблицы						
1	2	3	4	5	6	7
сочка	4,47	14,13	7,90	6,22	1,76	78,0
Лыбидь	3,79	11,98	7,90	4,08	2,08	51,6
Царевна	3,72	11,75	7,90	3,85	2,12	48,7
Романтика	4,02	12,70	7,90	4,80	1,96	60,0
Лесная песня	4,10	12,96	7,90	5,06	1,92	64,0
Дубинка	3,19	10,08	7,90	2,18	2,47	27,6
Среднее	3,74	11,8	7,90	3,9	2,11	49,4

НСР₀₅

0,07-0,24

Условно чистый доход с 1 га при оптимальном сроке посева составил 6,32 тыс. грн., себестоимость 1 т семян – 1,75 тыс. грн. Рентабельность этого срока сева у сортов колебалась от 60,0 до 134,0% и в среднем составила 80,0%.

При допустимом сроке сева несколько снижались вышеприведенные показатели (таблица). При таких условиях средняя урожайность семян по всем 9 сортам была ниже в сравнении с оптимальным сроком сева на 0,3 т/га, поэтому стоимость реализованных семян на 0,95 тыс. грн./га меньше при одинаковой сумме затрат на выращивание – 7,90 тыс. грн./га.

Условно чистый доход с 1 га составлял 5,37 тыс. грн., себестоимость 1 т семян возросла на 0,13 тыс. грн., а рентабельность уменьшалась на 12,0%.

При позднем сроке сева в сравнении с оптимальным урожайность семян была меньше на 0,76 т/га, соответственно условно чистый доход тоже меньше на 2,42 тыс. грн./га. При таких условиях себестоимость 1 т. семян была больше на 0,36 тыс. грн., а рентабельность меньшей на 30,6%.

В сравнении с допустимым при позднем сроке условно чистый доход снижался на 1,47 тыс. грн./га, а себестоимость возрастала на 0,23 тыс. грн./т, рентабельность при этом была меньше на 18,6%.

В дальнейших исследованиях будет продолжено изучение биологических особенностей развития заболеваний колоса пшеницы озимой и элементов системы их защиты в агроценозах Западной Лесостепи Украины.

Выводы

1. Поражение болезнями колоса (септориозом и фузариозом) было большим (2,3-5,5%) на посевах оптимальных сроков сева и уменьшалось при допустимых (1,5-4,2%) и поздних (0,7-3,2). Следует отметить, что сорта Деметра, Ясочка, Лыбидь, Царевна отличались высокой устойчивостью к этим заболеваниям при всех сроках сева.

2. Со смещением сроков сева к допустимому рентабельность производства семян пшеницы озимой уменьшалась на 12%, а при позднем – на 30,6% по сравнению с оптимальным.

Литература

1. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / В.Д. Паламарчук [та ін.]. – Вінниця : ФОП Данилюк, 2010. – 636 с.

2. Лихочвор, В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – 730 с.

3. Коваленко, О.А. Строки сівби та норми висіву насіння, як фактори формування продуктивності різних сортів пшениці озимої на півдні України / О.А. Коваленко, М.М. Корхова // Збірник наукових праць НААН України, Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – Вип. 17, Т.1. – С. 156-159.

4. Інтегрований захист рослин на початку XXI століття : матеріали міжнар. наук. практик. конф. – К.: ІЗР УААН, 2009. – 771 с.

5. Защита растений от болезней / В.А. Шкаликов [и др.]; под ред. В.А. Шкаликова. – М.: Колос, 2001. – 248 с.

6. Строгуш, Т.С. Ураженість пшениці озимої хворобами залежно від строків сівби та норм висіву насіння / Т.С. Строгуш, О.П. Рябушиць // Агропромислове виробництво Полісся. – 2012. – Спецвипуск за матеріалами конференції молодих вчених «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем АПК», 29-30 трав. 2012 р. – С. 73–75.

7. Технологія вирощування пшениці озимої на насіння в умовах Західного Лісостепу (Методичні рекомендації) / О. П. Волощук [та ін.]. – Оброшино: [Б.в.], 2013. – 30 с.

8. Методы экспериментальной микологии. Справочник / И.А. Дудка [и др.] под ред. В.И. Билай. – Киев, Наукова думка, 1982. – 552 с.

9. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах – членах СЭВ. / Л. Т. Бабаянц [и др.] – Прага, 1988. – 321 с.

10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

11. Методики випробування і застосування пестицидів // С.О. Трибель [та інш.]; за ред. проф. С.О. Трибеля. – К.: Світ. – 2001. – 448 с.

ECONOMIC EFFECTIVENESS OF AGROTECHNICAL METHODS IN EAR DISEASE PROTECTION OF WINTER WHEAT IN WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

G.Ya. Bilovus

Based on the studies conducted in 2011-2013, the effect of sowing terms and varietal characteristics on the affection of winter wheat plants by ear diseases is proved. The affection reduces with the removal of the sowing terms to later ones. The removal of the sowing terms to the accepted level decreases the profitability of winter wheat seed production by 12%. When the removal is made to the late term, the decrease is by 30.6% as compared with the optimum sowing terms.

УДК 633.853.494:631[559+576]

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МАСЛОСЕМЯН ГИБРИДОВ ЯРОВОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА

И.М. Наумович, научный сотрудник, Я.Э. Пиллюк, канд. с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 19.02.2016 г.)

Аннотация. В условиях дерново-подзолистых супесчаных почв центральной части Беларуси оптимальными нормами высева гибридов ярового рапса Алмаз F₁ и Рубин F₁ и сорта Гермес являются 1,2-2,3, 1,3-2,3 и 1,3-2,2 млн./га всхожих семян соответственно. Снижение нормы высева до 1,0 млн./га, а также ее увеличение до 2,5 млн./га всхожих семян приводит к достоверному

снижению урожайности культуры. Изменение нормы высева гибридов и сорта ярового рапса от 1 до 2,5 млн. всхожих семян не оказывает существенного влияния на содержание жира и белка в маслосеменах.

Введение. Оптимальная норма высева – один из важнейших приемов сортовой агротехники любой культуры, в том числе и ярового рапса. Она оказывает влияние на густоту стояния растений, фитосанитарное состояние посева, структуру урожая и, как следствие, на величину и качество урожайности маслосемян.

В литературе нет однозначного ответа на вопрос, какую же норму высева для ярового рапса следует считать оптимальной. Ряд ученых указывает на слабую зависимость урожайности этой культуры от нормы высева, объясняя это высокой способностью к саморегулированию рапсового ценоза. Изреженные посевы формируют урожай за счет высокой индивидуальной продуктивности растений, загущенные – большего количества менее урожайных растений на единице площади [1-3]. В изреженных посевах отдельные растения имеют тенденцию нижнего ветвления, а стручки с семенами находятся в нижней части стебля. Такие посевы слабее используют солнечную энергию и почвенное плодородие для формирования урожая [4]. Кроме того, в первый месяц яровой рапс растет медленно и очень плохо конкурирует с сорняками, поэтому, несмотря на гербицидную защиту, существенно повышается риск засорения изреженных посевов. В загущенных же посевах, особенно в засушливых условиях, в результате конкуренции между растениями, завязывается меньше стручков, они более мелкие и, в конечном счете, продуктивность ярового рапса снижается. Загущенные посевы плохо проветриваются, в большей мере повреждаются болезнями и вредителями, менее устойчивы к полеганию [3].

В связи с расширением посевных площадей рапса в Беларуси до 400 тыс. га и созданием отечественных гибридов F₁ ярового рапса на основе ЦМС, целью наших исследований явилось установление их оптимальных норм высева.

Условия и методика проведения исследований. Исследования проводились в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» Минской области в 2011-2013 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,7-0,8 м моренным суглинком (содержание гумуса – 2,0-2,3%, P₂O₅ – 180-225 мг/кг, K₂O – 225-370 мг/кг почвы, рН_{KCl} – 5,6-6,0). Объект исследования – отечественные гибриды ярового рапса Алмаз F₁, Рубин F₁ и сорт-стандарт Гермес. Предшественник ярового рапса – ячмень. Фосфорные и калийные удобрения в дозе P₆₀K₉₀ вносились под основную обработку почвы. Азот в дозе N₁₂₀ вносился весной в предпосевную культивацию и 30 кг д.в. – в фазу начало бутонизации. Технология возделывания культуры за исключением изучаемых элементов проводилась в соответствии с отраслевым регламентом [5].

Учетная площадь делянки 20 м², повторность 4-х кратная, размещение делянок рендомизированное. Норма высева ярового рапса 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 млн/га всхожих семян согласно схеме опыта. Срок сева – через 7 дней после прогрева-

ния почвы до +5 °С на глубине 10 см. Учет урожайности проводили методом сплошного обмолота комбайном «Сампо-130» поделаячно с пересчетом на 10% влажность, статистическую обработку данных – по методике [6] с использованием пакета компьютерных программ Microsoft Excel и Statistika.

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2011-2013 гг.) существенно отличались от средних многолетних значений и между собой, что способствовало более объективной оценке влияния изучаемых норм высева на урожайность и качество маслосемян гибридов F₁ ярового рапса.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования по изучению влияния норм высева гибридов ярового рапса на полевую всхожесть и сохраняемость растений к уборке показали, что при загущении посевов от 1 до 2,5 млн всхожих семян наблюдается тенденция к увеличению полевой всхожести (1,5-3,1%). При норме высева 1,0 млн. всхожих семян на гектар полевая всхожесть их была самой низкой – 71,7% у сорта Гермес, 73,0 и 72,7% – у гибридов Алмаз и Рубин соответственно. По-видимому, вместе росткам проще преодолеть сопротивление почвы и пробиться на поверхность. Однако к уборке за счет внутривидовой конкуренции рапсовые посевы избегают загущения, исключая из себя наиболее слабые, менее развитые растения, сохраняемость загущенных посевов снижается. От минимальной до максимальной из изучаемых норм высева в опыте этот показатель уменьшился на 18,3-24,7% по гибридам и сорту (рисунок 1).

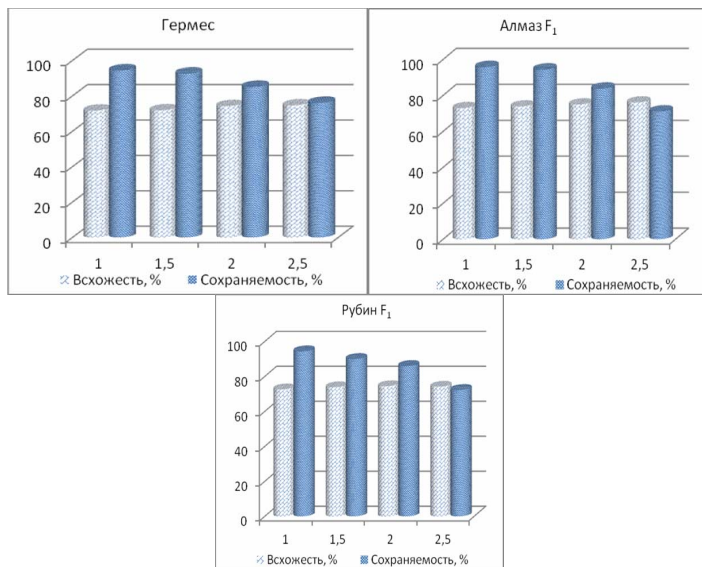


Рисунок 1 - Полевая всхожесть и сохраняемость растений ярового рапса в зависимости от норм высева ярового рапса 2011-2013 гг., %

С увеличением нормы высева от 1,0 до 2,5 млн. всхожих семян и, соответственно, густоты стояния растений, снижалась их высота (на 10,6-14,3 см или

7,5-9,8%), количество ветвей первого (на 2,6-3,2 шт./растение или 33,3-37,2%) и второго порядка (на 3,8-5,0 шт./растение или 49,4-59,5%), количество стручков на растении (на 60,0-71,7 шт. или 31,7-38,8%), но увеличивалась масса тысячи семян (на 0,3-0,4 г или 8,1-9,5%). Последнее, по-видимому, можно объяснить тем, что удельный вес в урожае более крупных семян, образовавшихся на центральной кисти, в загущенных посевах выше, в то время как урожайность изреженных посевов ярового рапса формируется в большей мере за счет семян, образовавшихся на боковых ветвях первого и второго порядка.

Исследованиями установлена тенденция роста урожайности при увеличении нормы высева от 1,0 до 1,5 млн всхожих семян и последующее ее снижение при дальнейшем увеличении количества высеянных семян на гектар от 2 до 2,5 млн всхожих семян (таблица 1). Наибольшим этот показатель был в варианте с нормой высева 1,5 млн всхожих семян и составил 27,1; 28,5 и 27,9 ц/га у сорта Гермес и гибридов Алмаз и Рубин соответственно. При этом были получены достоверные прибавки урожайности маслосемян по сравнению с вариантами, где высевались 1,0 и 2,5 млн. всхожих семян. В первом случае они составили 2,9; 1,9 и 2,8 ц/га или 10,1; 6,7 и 10,0%, а во втором – 2,7; 2,1 и 1,8 ц/га или 10,0; 7,4 и 6,5% у сорта и гибридов.

Таблица 1 – Влияние норм высева на урожайность маслосемян ярового рапса (среднее за 2011-2013 гг.)

Вариант	Урожайность ц/га				- к максимальной урожайности	
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее	ц/га	%
<i>Гермес</i>						
1,0 млн. всх. семян/га	28,8	23,5	20,3	24,2	-2,9	-10,7
1,5 млн. всх. семян/га	32,5	25,7	23,0	27,1	-	-
2,0 млн. всх. семян/га	31,3	25,8	23,8	27,0	-0,1	-0,4
2,5 млн. всх. семян/га	29,5	22,2	21,4	24,4	-2,7	-10,0
<i>Алмаз F₁</i>						
1,0 млн. всх. семян/га	32,6	24,5	22,8	26,6	-1,9	-6,7
1,5 млн. всх. семян/га	34,1	26,8	24,6	28,5	-	-
2,0 млн. всх. семян/га	32,5	26,6	25,1	27,9	-0,6	-2,1
2,5 млн. всх. семян/га	30,4	23,3	25,4	26,4	-2,1	-7,4
<i>Рубин F₁</i>						
1,0 млн. всх. семян/га	27,4	24,8	23,1	25,1	-2,8	-10,0
1,5 млн. всх. семян/га	31,0	27,1	25,6	27,9	-	-
2,0 млн. всх. семян/га	31,2	26,8	25,0	27,7	-0,2	-0,7
2,5 млн. всх. семян/га	30,4	23,4	24,5	26,1	-1,8	-6,5
HCP ₀₅ , А	1,12	1,02	1,44			
HCP ₀₅ , В	0,91	0,88	1,25			
HCP ₀₅ АВ	1,83	1,77	2,41			

Примечание – А – норма высева, В – сорт

Зависимость урожайности ярового рапса от нормы высева наиболее точно описывается полиномиальной функцией. Величина коэффициента детермина-

ции ($R^2 = 0,96-0,99$) указывает на весьма сильную связь между этими показателями. На основании уравнений регрессии, отображающих эту связь, установлено, что для сорта Гермес оптимальной является норма высева 1,3-2,2 млн/га для гибрида Рубин – 1,3-2,3 млн/га и для гибрида Алмаз – 1,2-2,3 млн/га всхожих семян (рисунок 2).

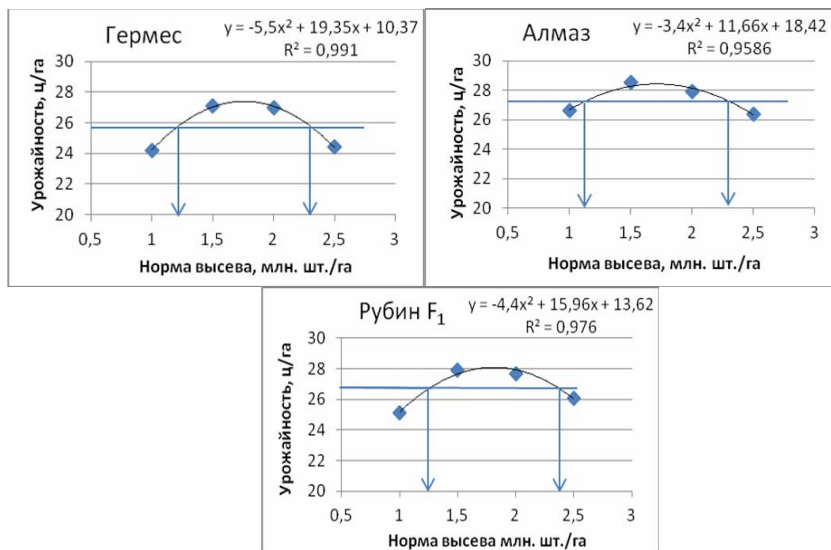


Рисунок 2 - Зависимость урожайности маслосемян ярового рапса от нормы высева (среднее за 2011-2013 гг.)

Основным показателем качества маслосемян рапса является масличность – содержание сырого жира и сопровождающих его жироподобных веществ, которые можно извлечь с помощью эфирной вытяжки.

Нашими исследованиями установлено, что изменение нормы высева от 1,0 до 2,0 млн всхожих семян не оказало влияния на содержание жира в семенах ярового рапса, содержание которого было на уровне 44,4% в среднем по изучаемым генотипам. Анализ семян варианта с нормой высева 2,5 млн/га показал тенденцию к увеличению этого показателя на 0,3-0,9% в абсолютном выражении.

Содержание белка в маслосеменах варьировало в незначительной степени, изменилось от 23,9 до 25,1% по изучаемым гибридам и сорту. Масличность в большей степени зависела от метеорологических условий периода вегетации. Более высокая масличность отмечалась в 2011 г. и 2013 г. (44,5 и 45,3% соответственно в среднем по всем генотипам), которые характеризовались достаточным количеством осадков в фазу начало – середина налива семян. Засушливые условия 2012 г. в этот период привели к снижению этого показателя, который был в среднем 43,4%. Содержание белка увеличивалось с

уменьшением жира (2011 г. и 2013 г. – 24,6 и 23,8% соответственно, а в 2012 г. – 25,1%), что соответствует литературным данным [7].

Выводы

1. В условиях дерново-подзолистых супесчаных почв центральной части Беларуси оптимальными нормами высева для гибридов ярового рапса Алмаз F₁ и Рубин F₁ и сорта Гермес являются 1,2-2,3; 1,3-2,3 и 1,3-2,2 млн/га всхожих семян соответственно. Уменьшение нормы высева до 1,0 млн/га, равно как и увеличение до 2,5 млн/га всхожих семян, приводит к достоверному снижению урожайности культуры.

2. Изменение нормы высева гибридов и сорта ярового рапса от 1 до 2,5 млн всхожих семян не оказывает существенного влияния на содержание жира и белка в маслосеменах. В большей мере эти показатели зависели от метеорологических условий года.

Литература

1. Кузнецова, Г.Н. Некоторые элементы возделывания рапса ярового в южной лесостепи Западной Сибири / Г. Н Кузнецова // Научное обеспечение отрасли рапсосоения и пути реализации биологического потенциала рапса / Всерос. науч.-исслед. ин-т рапса. – Липецк, 2010. – С. 199-203.

2. Артемьев, А.А. Разработка ресурсосберегающей технологии возделывания рапса в условиях Республики Мордовия / А.А. Артемьев // Научное обеспечение отрасли рапсосоения и пути реализации биологического потенциала рапса / Всерос. науч.-исслед. ин-т рапса. – Липецк, 2010. – С. 162-169.

3. Бородько, А.А. Оптимизация нормы высева семян и густоты стояния растений озимого рапса / А.А. Бородько, Я.Э. Пилюк, Т.Н. Лукашевич // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2014. – Вып. 50. – С. 163-172.

4. Сафиоллин, Ф.Н. Оптимальная норма высева ярового рапса / Ф.Н Сафиоллин // Аграрная тема. – 2010. – №4. – С. 22-25.

5. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч. практ. центр Нац. акад. наук Беларуси, Науч. практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. Разраб.: Ф.И. Привалов [и др.]; под общ.ред. В.Г Гусакова, Ф.И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 380-396.

6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов / – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

7. Brennan, R.F. Effect of nitrogen fertilizer on the concentrations of oil and protein в canola (Brassica napus) seed / R.F Brennan, M.G Mason / J. Plant Nutr. -2000. – №3. – P. 339-348.

YIELD AND QUALITY OF SPRING RAPE OILSEEDS DEPENDING ON SOWING RATES

I.M. Naumovich, Y.E. Piliuk

On the sod-podzolic sandy loam soils of the central part of Belarus, the optimal sowing rates for spring rape hybrids Almaz F₁ and Rubin F₁ are 1.2-2.3, 1.3-2.3 and 1.3-2.2 million germinable seeds per hectare, respectively. Lowering of the sowing rate to 1.0 million/ha as well as its increase up to 2.5 million germinable seeds/ha leads to significant yield decrease of the crop. Sowing rate

variations in the spring rape hybrids and varieties from 1 to 2.5 million germinable seeds do not have any influence on fat and protein content in the oilseeds.

УДК 633.1«321»:581.1.04

ОЦЕНКА РЕАКЦИИ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ОВСА И ТРИТИКАЛЕ НА ПРИМЕНЕНИЕ РЕТАРДАНТОВ

А.Г. Власов, С.П. Халецкий, кандидаты с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино

(Поступила 10.02.2016 г.)

Аннотация. *В статье представлены результаты использования ретардантов моддус, серон, терпал и ЦеЦеЦе 750 в посевах ярового овса и ярового тритикале. Установлено, что ретардант ЦеЦеЦе 750 в нормах расхода 0,9-1,25 л/га возможно применять в посевах овса и ярового тритикале в стадии ДК 25-30 и ДК 31-32 для контроля высоты растений и снижения риска полегания.*

Введение. В условиях интенсификации производства зерна одним из актуальных вопросов сохранения потенциальной урожайности и качества хлебных злаков является предотвращение полегания посевов. Известно, что уборка полегших посевов затруднена, затраты на их уборку увеличиваются на 20-30%. По оценкам различных исследователей, потери урожайности зерна могут достигать 25-30%, а в некоторых случаях и более 50%. Кроме того, полегшие посевы обладают повышенной влажностью и требуют дополнительных затрат на сушку зерна [2, 4, 6].

Особенно опасно полегание, произошедшее в период активного роста культуры. Это ухудшает процессы опыления и оплодотворения, увеличивается влияние болезней и сорняков, нарушается процесс налива зерна и снижаются его качественные показатели. Причиной таких неблагоприятных событий могут быть как ошибки в азотном питании, так и неблагоприятные условия возделывания: большое количество осадков в период вегетации, посев на почвах с высоким уровнем грунтовых вод, сильные ветра [2, 3].

Интенсивные технологии, предусматривающие получение урожайности зерна более 40 ц/га, нуждаются в препаратах морфорегуляторах (ретардантах), укорачивающих и укрепляющих соломину. По своей природе эти препараты – ингибиторы ростовых процессов. В литературе содержится много сведений как о положительном, так и отрицательном влиянии данных веществ, как на урожайность, так и на отдельные элементы ее структуры. Следует отметить, что на ретарданты непосредственное действие оказывают погодные условия при их применении [1, 2, 5].

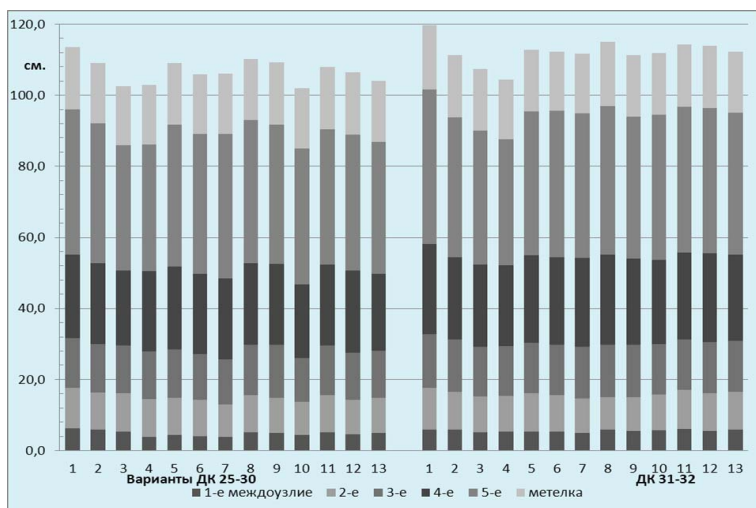
Учитывая тот факт, что в Республике Беларусь нет разрешенных к применению на культуре овса ретардантов, а урожайность в ряде передовых хозяйств достигает 50-70 ц/га, проблема полегания посевов в отдельные годы стоит дос-

таточно остро. Поэтому нами изучалось воздействие морфорегуляторов с различными действующими веществами на высоту растений, урожайность и устойчивость к полеганию овса посевного. Параллельно эти же препараты применялись и в посевах ярового тритикале. На данный момент в посевах этой культуры зарегистрирован только один ретардант – рэгги, ВРК (хлормекватхлорид, 750 г/л) в норме 1,25 л/га. В связи с выше изложенным актуализируется вопрос о реакции этих культур на применение ретардантов в целом.

Материалы и методика исследований. Исследования проводились в селекционно-семеноводческом севообороте «Переменное» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2010-2012 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылевато-песчаном суглинке, подстилаемом с глубины 1,0 м песком. Пахотный горизонт перед закладкой опыта характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН (в KCL) – 5,9-6,3, подвижные формы P_2O_5 – 260-340 мг/кг, K_2O – 320-360 мг/кг почвы, гумус – 2,2-2,5%. В опытах применялась регламентированная для зерновых культур обработка почвы. Предшественник – озимая рожь. Норма высева овса (сорт Запавет) и ярового тритикале (сорт Узор) по 5,0 млн. всхожих зерен на гектар. Площадь учетной делянки 25 м². Повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Минеральные удобрения вносились из расчета P_2O_5 – 80 кг/га (двойной суперфосфат) и K_2O – 120 кг/га (хлористый калий) осенью под вспашку, азотные N – 110 кг/га (карбамид) весной под предпосевную культивацию и в подкормку в фазу кущения. Химическая прополка проводилась при наступлении фазы кущения гербицидом прима, СЭ (0,6 л/га). В исследованиях использовались следующие ретарданты: 1) тормозящие синтез гиббереллинов – моддус, КЭ (тринексапак-этил, 250 г/л) и ЦеЦеЦе 750, ВК (хлормекватхлорид); 2) продуцирующие гормон созревания этилен – серон, ВР (этефон, 480 г/л); 3) тормозящие синтез гиббереллинов и продуцирующие этилен – терпал, ВР (мепикватхлорид, 305 г/л + этефон, 155 г/л). Препараты применялись в фазу конец кущения (ДК 25-30) и фазу начала выхода в трубку (ДК 31-32), в нормах, указанных ниже. Уборку опыта осуществляли методом прямого комбайнирования с последующим пересчетом урожайности на 100% чистоту и 14% влажность.

Результаты исследований и их обсуждение. Применение всех ретардантов в опыте по большинству вариантов достоверно снижало высоту растений, как овса, так и ярового тритикале. На снижение высоты растений в сильной степени влияла фаза внесения препаратов.

Из изученных ретардантов наиболее сильно воздействовал на ростовые процессы растений препарат моддус. Снижение высоты растений овса при его норме расхода в 0,2 л/га составляла 4,6 см (ДК 25-30) и 8,3 см (ДК 31-32). При использовании норм 0,3 и 0,4 л/га уменьшение составляло 11,0; 10,6 см и 12,3; 15,3 см. Ретардант моддус снижал длину всех междоузлий растений овса, но максимальное воздействие он оказывал на 1, 2 и 3-е (рисунки 1).



1. Контроль (без ретардантов); 2. Моддус, 0,2 л/га; 3. Моддус, 0,3 л/га; 4. Моддус, 0,4 л/га; 5. Серон, 0,5 л/га; 6. Серон, 0,7 л/га; 7. Серон, 1,0 л/га; 8. Терпал, 1,0 л/га; 9. Терпал, 1,2 л/га; 10. Терпал, 1,5 л/га; 11. ЦеЦеЦе 750, 0,9 л/га; 12. ЦеЦеЦе 750, 1,0 л/га; 13. ЦеЦеЦе 750, 1,25 л/га.

Рисунок 1 – Влияние ретардантов на высоту растений овса (среднее за 2010-2012 гг.).

Применение ретарданта серон, ВР было более эффективным на ранних этапах развития (ДК 25-30). Так, в норме 0,5 л/га он снижал высоту растений овса по стадиям применения ДК 25-30 и ДК 31-32 на 4,5, 6,9 см соответственно, при норме расхода 0,7 л/га – на 7,7, 7,5 см, а при 1,0 л/га – на 7,5, 8,0 см. Следует отметить, что внесение ретарданта в конце кушения культуры в большей степени влияло на снижение длины 1-го междоузлия овса, чем та же обработка в период начала трубкувания.

Препарат терпал, ВР (1,0; 1,2 и 1,5 л/га) снижал высоту растений при внесении в фазу кушения на 3,3; 4,4 и 11,6 см соответственно, а при применении его в фазу выхода в трубку – на 4,7, 8,3 и 7,8 см. Данный ретардант при внесении в стадии ДК 25-30 в большей степени укорачивал 1-е и 2-е междоузлие. Внесение терпала в стадии ДК 31-32 практически не оказывало воздействия на первое междоузлие, а снижало длину 2-го и 3-го.

Регулятор роста ЦеЦеЦе 750 так же, как и модус, обладал продолжительным ретардантным действием на все междоузлия растений овса. Ретардант ЦеЦеЦе 750 в нормах 0,9; 1,0 и 1,25 л/га снижал длину соломины при применении в стадии ДК 25-30 на 5,6, 7,2 и 9,6 см соответственно. Использование этого препарата в стадии ДК 31-32 было менее эффективным, снижение длины соломины составляло 5,3; 5,8 и 7,4 см.

Все изучаемые ретарданты в зависимости от фазы их применения в разной степени уменьшали длину метелки овса. При проведении обработки моддусом в стадии ДК 25-30 метелка в среднем укорачивалась на 0,6-0,8 см, в случае с сероном – на 0,1-0,7 см, с терпалом – на 0,1-0,5 см и с ЦеЦеЦе – на 0-0,5 см.

Внесение этих препаратов в стадии ДК 31-32 в большей степени влияло на длину метелки: снижение составляло 0,4-1,3 см (моддус), 0,7-1,5 см (серон), 0-0,6 см (терпал), 0,5-0,9 см (ЦеЦеЦе).

Аналогичное влияние на ростовые процессы отмечено при применении ретардантов в посевах ярового тритикале. Снижение высоты растений составляло от 7,1 до 16,9 см (рисунок 2).

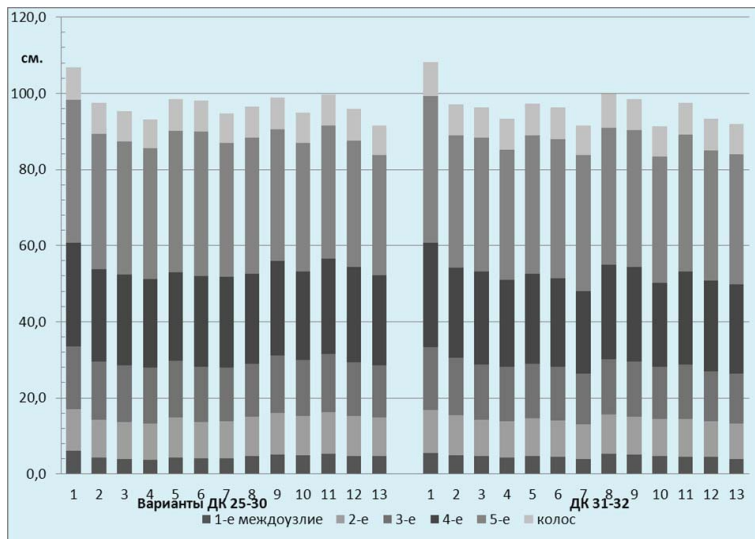


Схема опыта представлена на рисунке 1

Рисунок 2 – Влияние ретардантов на высоту растений ярового тритикале (среднее за 2010-2012 гг.)

Препарат моддус, КЭ обладал сильным ростингибирующим эффектом. При внесении его в норме 0,2 л/га снижение составляло 9,3 (ДК 25-30) и 11,2 см (ДК 31-32). С увеличением нормы до 0,4 л/га длина соломины уменьшалась на 13,6 и 14,8 см соответственно. Также как и у овса, моддус влиял на рост всех междоузлий ярового тритикале, а максимальное его воздействие было на 1, 2 и 3-е. Длина колоса уменьшалась на 0,5-1,0 см.

Ретарданты серон (1,0 л/га) и ЦеЦеЦе (1,25 л/га) максимально уменьшали высоту растений ярового тритикале при внесении в стадии ДК 31-32 на 16,6 и 16,3 см соответственно, при значении этого показателя в контрольном варианте 106,8-108,2 см. Серон (0,5; 0,7 и 1,0 л/га) независимо от срока применения оказывал сильное влияние на укорачивание 1-4-го междоузлий. Внесение препарата ЦеЦеЦе уменьшало длину всех междоузлий растений тритикале. С увеличением нормы с 0,9 до 1,25 л/га продолжительность действия ретарданта увеличивалась. Отмечено уменьшение длины колоса на 0,3-0,8 см (ДК 25-30) и 0,6-

1,0 см (ДК 31-32) при применении серона, а в случае с ЦеЦеЦе – на 0,3-0,9 см соответственно.

Внесение препарата терпал (1,0, 1,2 и 1,5 л/га) также оказывало влияние на формирование соломины тритикале. В случае внесения ретарданта в стадии ДК25-30 она уменьшалась на 10,3; 8,0, и 11,9 см соответственно, а в стадии ДК 31-32 – на 8,4; 9,8 и 16,9 см. Ретардант оказывал влияние на снижение всех междоузлий растения. В случае применения его в стадии ДК 31-32 основное воздействие отмечалось на 2-5-е междоузлия. Терпал отрицательно влиял также и на длину колоса ярового тритикале, снижение составило 0,4-0,7 см (ДК 25-30) и 0,1-1,0 см (ДК 31-32).

Послеуборочный анализ урожайности овса, ярового тритикале и составляющих ее структуру элементов выявил, что ретарданты в большинстве случаев достоверно снижали озерненность колоса (метелки) и уменьшали массу 1000 зерен. В тоже время не отмечено существенного изменения в плотности продуктивных стеблей на метре квадратном (таблица 1).

Число продуктивных стеблей овса по вариантам опыта в среднем за 3 года изменялось от 333,8 до 342,5 шт., что свидетельствует о несущественном влиянии ретардантов на этот показатель.

Анализ изменения структуры урожайности посевов овса, подверженных воздействию ретардантов, выявил, что применение в стадии ДК 25-30 ретардатов моддус (0,2-0,4 л/га), серон (0,7-1,0 л/га) и терпал (1,2-1,5 л/га) достоверно снижало озерненность метелки на 5,6-9,9; 4,1-4,2 и 2,8-3,6 шт. соответственно. В то же время использование этих препаратов в нормах 0,2-0,4 л/га, 0,7 л/га и 1,0-1,2 л/га в стадии ДК 31-32 существенно уменьшало число зерен в метелке – на 4,2-11,7; 7,9 и 4,0-6,5 шт.

Достоверное уменьшение массы 1000 зерен по обработке ретардантами овса в стадии ДК 25-30 отмечено в случае использования моддуса в норме 0,4 л/га – на 1,2 грамма, терпала 1,0-1,5 л/га – на 1,1-1,2 г. В случае применения ЦеЦеЦе существенного изменения массы 1000 зерен не отмечено ни по одному из трех лет исследований, а в случае с сероном оно наблюдалось только в 2011 г. При внесении препаратов в стадии ДК 31-32 существенного изменения массы 1000 зерен не установлено.

По влиянию ретардантов на элементы структуры урожайности ярового тритикале установлено, что изучаемые препараты не вызывали существенного изменения числа продуктивных стеблей в посевах, общее их число на метре квадратном составило 301,3-329,1 шт.

В среднем за три года на снижение озерненности колоса ярового тритикале существенное воздействие оказывали два препарата: моддус (0,3 и 0,4 л/га) и серон (0,7 и 1,0 л/га). Применение этих ретардантов в стадии ДК 25-30 и ДК 31-32 уменьшало число зерен в колосе в вариантах с моддусом на 2,4; 6,4 и 2,6; 6,9 шт., а с сероном – на 4,0; 5,3 и 2,6; 3,6 зерен соответственно. Обработка терпалом с нормой расхода 1,5 л/га уменьшала озерненность колоса во всех стадиях его применения на 2,0-3,0 зерна. При обработке в стадии ДК 31-32 препаратом ЦеЦеЦе в норме 1,0 и 1,25 л/га снижение составило 3,0 и 3,2 зерна.

Таблица 1 – Влияние ретардантов структурные показатели урожайности овса и ярового тритикале (среднее за 2010-2012 гг.)

Вариант	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г.
	Овес		Яровое тритикале	
Контроль (без ретардантов)	<u>67,5</u>	<u>34,5</u>	<u>48,9</u>	<u>34,6</u>
	69,1	34,1	49,5	36,1
Моддус, 0,2 л/га	<u>61,9</u>	<u>34,5</u>	<u>47,9</u>	<u>33,4</u>
	64,9	33,2	48,0	35,3
Моддус, 0,3 л/га	<u>60,6</u>	<u>34,0</u>	<u>46,5</u>	<u>31,6</u>
	61,4	33,1	46,9	34,5
Моддус, 0,4 л/га	<u>57,6</u>	<u>33,3</u>	<u>42,5</u>	<u>32,8</u>
	57,4	33,3	42,6	34,5
Серон, 0,5 л/га	<u>65,3</u>	<u>33,5</u>	<u>49,3</u>	<u>34,5</u>
	66,7	33,4	51,4	34,1
Серон, 0,7 л/га	<u>63,4</u>	<u>33,8</u>	<u>44,9</u>	<u>33,7</u>
	66,9	33,3	46,9	34,9
Серон, 1,0 л/га	<u>63,3</u>	<u>33,6</u>	<u>43,6</u>	<u>31,7</u>
	61,5	34,0	45,9	34,5
Терпал, 1,0 л/га	<u>67,1</u>	<u>33,4</u>	<u>47,2</u>	<u>32,7</u>
	66,3	33,4	48,2	35,0
Терпал, 1,2 л/га	<u>64,7</u>	<u>33,4</u>	<u>47,2</u>	<u>33,0</u>
	65,4	32,9	47,9	35,1
Терпал, 1,5 л/га	<u>63,9</u>	<u>33,3</u>	<u>46,9</u>	<u>34,8</u>
	62,6	34,2	46,5	33,1
ЦеЦеЦе 750, 0,9 л/га	<u>66,0</u>	<u>34,3</u>	<u>47,9</u>	<u>35,2</u>
	67,1	34,3	47,9	35,7
ЦеЦеЦе 750, 1,0 л/га	<u>66,0</u>	<u>34,1</u>	<u>47,9</u>	<u>34,7</u>
	66,8	33,4	46,5	34,6
ЦеЦеЦе 750, 1,25 л/га	<u>65,6</u>	<u>34,1</u>	<u>47,2</u>	<u>34,1</u>
	67,3	33,8	46,3	34,3
НСР ₀₅	<u>2,5-3,3</u>	<u>0,7-1,0</u>	<u>1,8-4,0</u>	<u>1,1-1,6</u>
	2,1-3,2	0,9-1,1	2,1-3,0	1,5-2,2

Примечание: внесение ретардантов в числителе – ДК 25-30, в знаменателе – ДК 31-32.

Аналогичные закономерности отмечались и по массе 1000 зерен. Обработка ретардантом моддус в норме 0,3 и 0,4 л/га в стадии ДК 25-30 уменьшала массу 1000 зерен соответственно на 3,0 и 1,8 грамма, а в стадии ДК 31-32 – на 1,6 грамма. Серон обладал устойчивым эффектом снижения в норме 1,0 л/га – 1,6-2,9 грамм. Отрицательный эффект снижения отмечался также при внесении терпала (1,5 л/га) и ЦеЦеЦе (1,25 л/га), который составил 3,0 и 1,8 г соответственно.

Под воздействием ретардантов урожайность овса изменялась. В условиях влажного 2010 г. (ГТК 2,18, полегание в контроле 3-5 баллов) значительной прибавки или снижения урожайности по большинству вариантов опыта не наблюдалось. Существенное снижение урожайности отмечено при применении

терпала в нормах 1,0 и 1,5 л/га (ДК 31-32), а также в вариантах модус, 0,2 л/га в ДК 25-30, серон, 0,7 л/га в ДК 31-32, ЦеЦеЦе, 0,9 л/га в ДК 31-32 (таблица 2).

2011 г. был близким к оптимальному по влаготепловой обеспеченности (ГТК 1,49, полегание в контроле – 5 баллов). Моддус и серон существенного влияния на урожайность овса не оказали. При внесении терпала и ЦеЦеЦе независимо от стадии обработки установлена достоверная прибавка урожайности на уровне 3,1-5,2 ц/га.

В условиях засушливого 2012 г. (ГТК 0,97) посевы овса практически не полегли (в контроле балл 1-3). Препараты моддус и серон в изучаемых нормах сработали жестко и достоверно снижали урожайность культуры не зависимо от стадии применения. Так, снижение урожайности по первому препарату составило 4,0-5,2 ц/га (ДК 25-30) и 7,9-9,1 ц/га (ДК 31-32). Снижение урожайности от применения серона в зависимости от стадии внесения составила 3,3-6,8 и 6,7-7,3 ц/га. Терпал и ЦеЦеЦе работали «более мягко» и не оказали негативного влияния на урожайность.

При анализе трехлетних данных по урожайности овса видно, что ее колебания относительно контроля по моддусу составляют от -0,6 до -3,3 ц/га, серону – -1,0 и -2,7 ц/га, терпалу – -1,1 и +2,1 ц/га, ЦеЦеЦе – -0,7 и +1,1 ц/га.

Моддус устойчиво снижал урожайность в 2010 г. и 2011 г. независимо от нормы внесения и стадии применения. Снижение урожайности по годам составляло 3-9,5 и 5,8-9,9 ц/га соответственно. Значительное уменьшение урожайности в 2012 г. отмечалось только в вариантах с внесением его в стадии ДК 25-30 и нормой 0,3, 0,4 л/га (5,4 и 5,0 ц/га) (таблица 3). Отзывчивость ярового тритикале на серон отличалась по годам исследований. Достоверное уменьшение урожайности отмечено в 2010 г. при внесении 0,5 и 1,0 л/га препарата в стадии ДК 25-30 и 0,7 л/га в стадии ДК 31-32. В 2011 г. и 2012 г. этот эффект отмечался при применении серона (0,7 л/га) в стадии ДК 25-30. В целом о достоверном влиянии на урожайность препаратов терпал и ЦеЦеЦе в виду неустойчивых тенденций говорить не приходится. Нужно отметить, что полегание ярового тритикале в контроле в 2010 г. оценивалось на 4-5 баллов, в 2011 г. – на 3-5 баллов и в 2012 г. – на 1-3 балла.

Заключение

По результатам оценки использования ретардантов в посевах ярового овса и ярового тритикале выявлены следующие общие закономерности:

- применяемые ретарданты достоверно снижали высоту растений овса и ярового тритикале;
- используемые препараты не влияли на продуктивную стеблестой, а в большинстве случаев снижали озерненность колоса (метелки) и массу 1000 зерен;
- различия в урожайности в зависимости от изучаемых норм расхода ретардантов в отдельные годы были недостоверными.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Таблица 2 – Влияние ретардантов на урожайность зерна овса (среднее за 2010-2012 гг.)

Год	Контроль (без ретардантов)	Молдус, л/га			Серон, л/га			Терпал, л/га			Целлеле 750, л/га			НСР ₀₅
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	1,0	1,2	1,5	0,9	1,0	1,25	
2010	38,7	33,3	36,7	40,3	37,7	36,7	40,3	39,0	40,0	40,7	39,0	39,3	37,7	2,5
2011	55,8	56,3	56,7	56,3	57,3	56,4	57,3	59,8	59,7	60,4	58,9	60,3	59,4	2,2
2012	67,5	63,2	62,3	63,5	64,2	64,0	60,7	66,1	65,8	67,2	66,8	65,4	66,4	3,1
среднее	54,0	50,9	51,9	53,4	53,0	52,4	52,8	55,0	55,1	56,1	54,9	55,0	54,5	
отклонение	-3,0	-2,1	-0,6	-1,0	-1,6	-1,2	-1,2	1,0	1,2	2,1	0,9	1,0	0,5	
Обработка посевов в стадию ДК 31-32														
2010	43,3	41,7	42,0	42,0	41,3	39,7	43,0	40,0	40,7	39,7	39,3	42,3	42,3	2,6
2011	55,6	55,7	56,0	57,4	55,0	55,1	55,1	60,5	59,9	60,5	59,2	60,8	59,8	2,0
2012	60,3	52,5	51,2	51,8	53,6	53,2	53,0	59,3	57,1	55,7	58,5	59,4	57,8	3,0
среднее	53,1	49,9	49,7	50,4	50,0	49,3	50,4	53,3	52,6	51,9	52,3	54,2	53,3	
отклонение	-3,1	-3,3	-2,7	-2,7	-3,1	-3,7	-2,7	0,2	-0,5	-1,1	-0,7	1,1	0,3	

Таблица 3 – Влияние ретардантов на урожайность зерна ярового триткала (среднее за 2010-2012 гг.)

Год	Контроль (без ретардантов)	Молдус, л/га			Серон, л/га			Терпал, л/га			Целлеле 750, л/га			НСР ₀₅
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	1,0	1,2	1,5	0,9	1,0	1,25	
2010	34,0	30,0	29,0	27,0	30,5	33,0	29,0	35,0	32,5	35,0	33,5	33,0	29,5	2,8
2011	55,8	45,9	50,0	47,8	54,7	52,4	58,0	53,9	56,3	55,6	58,5	58,8	60,3	3,2
2012	48,8	45,7	43,4	43,8	47,5	44,1	44,9	47,8	47,0	45,9	46,7	45,6	44,5	4,2
среднее	46,2	40,5	40,8	39,5	44,2	43,2	44,0	45,6	45,3	45,5	46,2	45,8	44,8	
отклонение	-5,7	-5,4	-6,7	-6,7	-2,0	-3,1	-2,2	-0,7	-1,0	-0,7	0,0	-0,4	-1,4	
Обработка посевов в стадию ДК 31-32														
2010	37,0	32,5	34,0	27,5	38,0	28,5	38,5	32,5	36,0	41,0	39,0	41,0	44,5	2,9
2011	61,4	51,9	52,8	52,2	58,3	61,1	63,1	63,3	62,4	60,2	63,4	62,7	62,8	3,7
2012	34,1	34,7	34,0	33,4	32,1	33,3	32,8	32,2	30,5	30,9	35,4	35,2	34,9	2,7
среднее	44,2	39,7	40,3	37,7	42,8	40,9	44,8	42,6	43,0	44,0	45,9	46,3	47,4	
отклонение	-4,5	-3,9	-6,5	-1,4	-3,2	0,6	-1,5	-1,2	-0,2	1,8	2,1	3,2		

Ретардант ЦеЦеЦе 750, ВРК в норме расхода 0,9-1,25 л/га возможно применять в посевах овса и ярового тритикале в стадии ДК 25-30 и ДК 31-32 для контроля высоты растений и снижения риска полегания.

Применение препарата терпал, ВР (1,0-1,5 л/га) в посевах овса в большинстве вариантов достоверно снизило озерненность метелок овса и массу 1000 зерен и негативно влияло на эти показатели в посевах ярового тритикале. Использование терпала целесообразно только в годы с достаточным уровнем увлажнения.

Ретарданты моддус, КЭ и серон, ВР не следует применять на овсе и яровом тритикале ввиду существенного снижения урожайности культур.

Литература

1. *Ализаде, Г.И.* Влияние хлорхолинхлорида на мофологические показатели и полегание озимой пшеницы / Г.И. Ализаде, Н.М. Зейналова, Н.К. Кочарли // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы 5 межд. конфер. – Минск, 2007. – С.12.

2. *Деева, В.П.* Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В.П. Деева. – Минск: Бел. наука. – 2008. – 133 с.

3. *Калиненко, И.Г.* Урожай и качество пшеницы в связи с полеганием / И.Г. Калиненко, Л.И. Чорба // Зерновое хозяйство, 1973. – №10. – С. 36-37.

4. *Привалов, Ф.И.* Эффективность ретардантов в посевах различных сортов озимой пшеницы / Ф.И. Привалов [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – №5. – С. 15-18.

5. *Хайбуллин, А.К.* Применение ретардантов на посевах зерновых культур / А.К. Хайбуллин // Сельскохозяйственный вестник, 2002. – №2. – С. 20-21.

6. *Шиповский, А.К.* Ретарданты в борьбе с полеганием зерновых как фактор интенсификации производства / А.К. Шиповский. – Минск: БелНИИНТИ. 1985. – 50 с.

EVALUATION OF SPRING OAT AND TRITICALE RESPONSE TO RETARDANT APPLICATION

A.G. Vlasov, S.P. Khaletsky

The evaluation results of the use of such retardants as Moddus, Seron, Terpal, and CCC 750 in spring oat and spring triticale crops are presented in the article. It has been established that retardant CCC 750 or its analogues can be applied at the rate of 0.9-1.25 l/ha in oat and spring triticale crops in DC 25-30 and DC 31-32 stages for plant height control and lodging reduction.

УДК 633.11«324»:581.1.04

ОСОБЕННОСТИ ВНЕСЕНИЯ РЕТАРДАНА МОДДУС НА КОРОТКОСТЕБЕЛЬНЫХ СОРТАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

И.В. Сацюк, кандидат с.-х. наук, А.Э. Ардашникова, В.Ю. Трушко
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 16.02.2015 г.)

Аннотация. В данной статье приводятся результаты двухлетних исследований по использованию ретардантов на одном из новых короткостебельных сортов озимой пшеницы Августина селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Показано, что при внесении азотных удобрений в дозе 200 кг/га д.в. и различных способах внесения ретарданта мод-

дус, КЭ не получено статистически значимой прибавки при благоприятных условиях развития растений озимой пшеницы в весенне-летний период 2014 г. В 2015 г. в условиях недостаточного выпадения осадков внесение данного препарата существенно снизило урожайность во всех вариантах исследований.

Введение. Почти все сорта озимой пшеницы, включенные в настоящее время в Госреестр, являются сортами интенсивного типа и требуют условий, близких к идеальным. Недостаток влаги в течение вегетации негативно сказывается на растениях. Если раньше, 30-50 лет назад, частота засух составляла примерно раз в десятилетие, то в последние годы она регистрируется все чаще и чаще. Примерно так же ситуация обстоит и с неоптимальным температурным режимом в отдельные фазы развития озимой пшеницы, что негативно сказывается на формировании элементов структуры урожая, а, следовательно, и на величине урожая [5]. В таких условиях без соблюдения сортовой агротехники большинство возделываемых сортов озимой пшеницы не отличаются стабильностью в формировании урожайности. При работе с сортами, формирующими урожай, главным образом, за счет высокой плотности посевов, важно обеспечить все условия для хорошего кущения и сокращения редуции побегов. Для сортов, образующих урожай за счет массы зерна с колоса, необходима, прежде всего, гарантированная закладка колосков. Эти взаимосвязи между компонентами урожайности необходимо учитывать при управлении посевами для формирования ими высокой урожайности [1].

Считается общепризнанным, что у основных зерновых культур изменчивость урожайности зависит на 50% от плотности стеблестоя, на 25% – от количества зерен в колосе и на 25% – от массы 1000 зерен [7].

Вопрос об определении понятия «потенциальная продуктивность» сорта является довольно сложным. Большинство исследователей вкладывают в это понятие максимальный или потенциально возможный урожай, который может обеспечить данный сорт. Потенциал возможности современных сортов очень высок. Главной причиной несоответствия между потенциальной и фактической урожайностью зачастую является несоблюдение сортовой технологии возделывания. Например, негативный эффект от применения высоких доз минерального азота заключается в повышении вероятности полегания посевов и связанным с ним снижением урожайности и качества зерна.

Оптимальный срок сева, пониженная норма высева семян и дробное внесение минерального азота способствуют повышению устойчивости посевов к полеганию, но при формирующейся урожайности более 45 ц/га предотвратить его зачастую не могут [4]. С этой целью в технологию возделывания зерновой культуры вводится обработка посевов ретардантами [6]. Допускается как разовое, так и кратное их применение [8], при этом должна учитываться сортовая реакция на использование ретарданта.

Условия и методика проведения исследований. В 2013-2015 гг. в лаборатории озимой пшеницы РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» проведены исследования по изучению влияния различных доз и сроков внесения ретарданта модус на урожайность нового сорта озимой пше-

ницы Августина. Почва дерново-подзолистая супесчаная на водно-ледниковых связных песчанисто-пылеватых супесях, подстилаемых мореным суглинком с глубины 0,4-0,9 м, со следующими агротехническими свойствами почвы: гумус (по Тюрину) – 2,36-2,38%, pH_{KCl} – 5,13-5,52, подвижные формы P_2O_5 и обменного K_2O (по Кирсанову) – соответственно 194-236 и 286-366 мг/кг почвы.

Предшественником в опыте был озимый рапс. Фосфорно-калийные удобрения вносили в дозе $P_{45}K_{90}$. С целью провокации полегания предусмотрена высокая доза азотных удобрений (200 кг/га д.в.), которые вносили дробно, в т.ч. 10 кг/га минерального азота с осени вместе с фосфорными удобрениями, 70 кг/га – при возобновлении весенней вегетации, 60 кг/га – в фазу конец кушения – начало выхода в трубку, 40 кг/га – при появлении флагового листа, а также 20 кг/га – в фазу колошение-цветение.

Семена обработаны протравителем баритон, КС (1,5 л/т). Посев проводили в конце второй декады сентября с нормой высева 4,0 млн всхожих семян на 1 га сеялкой «Rabe regia-3000» в 3-кратной повторности. Учетная площадь делянки – 30 м².

Схемой опыта предусматривалось внесение ретарданта моддус, как в рекомендуемой норме внесения (варианты 2, 3, 5, 7), так и в повышенной норме внесения (варианты 1, 6) (таблица 1).

Таблица 1 – Схема внесения регулятора роста моддус

Фаза внесения	Фаза внесения (ДК)	Норма расхода, л/га
1. Конец кушения – начало выхода в трубку	30-31	0,6
2. Конец кушения – начало выхода в трубку	30-31	0,4
3. Конец кушения – начало выхода в трубку	30-31	0,2
4. Без ретардантов (контроль)		
5. Конец кушения – начало выхода в трубку + начало выхода флагового листа	30-31+ 37-38	0,2 + 0,2
6. Начало выхода флагового листа	37-38	0,4
7. Начало выхода флагового листа	37-38	0,2

Весной в фазу кушения для борьбы с сорной растительностью применяли гербицид алистер гранд, МД в норме 0,7 л/га. Фунгицид зантара, КЭ (1 л/га) применяли однократно в стадию флагового листа.

Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [2] с помощью пакета программ, входящего в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы АВ СТАТ.

Анализ погодных условий за период исследований позволяет сделать заключение, что в 2013-2014 гг. сложились более благоприятные условия для роста и развития растений озимой пшеницы, чем в 2014-2015 гг., что выразилось в малоснежной зиме и малом количестве осадков выпавших в период весенне-летней вегетации 2015 г.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2014 г. урожайность зерна озимой пшеницы сорта Августина в зависимости от варианта внесения ретар-

данта моддус варьировала от 75,6 ц/га в контрольном варианте до 80,7 ц/га в варианте, который предусматривал внесение моддуса в фазу конец кушения – начало выхода в трубку в дозе 0,6 л/га, что в полтора раза выше рекомендуемой дозы внесения (таблица 2). Полученные прибавки от внесения ретарданта составили 0,6-5,1 ц/га при НСР₀₅ 5,24. Следовательно, в 2014 г. независимо от варианта внесения ретарданта был сформирован статистически одинаковый уровень урожайности зерна озимой пшеницы.

Таблица 2 – Урожайность озимой пшеницы Августина в зависимости от варианта внесения ретарданта моддус

Вариант	Фаза внесения (ДК)	Норма расхода, л/га	Урожайность, ц/га		
			2014 г.	2015 г.	среднее
1	30-31	0,6	80,7	28,3*	54,5*
2	30-31	0,4	77,1	30,2*	53,7*
3	30-31	0,2	76,4	29,9*	53,1*
4	Контроль	Без ретардантов	75,6	43,2	59,4
5	30-31 + 37-38	0,2 + 0,2	76,7	13,9*	45,3*
6	37-38	0,4	79,5	7,3*	43,4*
7	37-38	0,2	76,2	18,3*	47,3*
<i>В среднем за год</i>			77,5	24,4	<i>Год</i> 2,63
НСР ₀₅			5,24	5,75	<i>ретард.</i> 4,93 <i>част. сред.</i> 6,97

* достоверное изменение

Если в 2014 г. условия для роста и развития растений озимой пшеницы складывались благоприятно, то в 2015 г. уже с весны наблюдался недостаток влаги, отчасти связанный с малоснежной зимой, что сказалось на уровне урожайности. Этот показатель в контрольном варианте без использования регулятора роста составила 43,2 ц/га, что на 32,4 ц/га ниже по сравнению с предыдущим годом. Анализ структуры урожайности показал, что в условиях недостатка влаги сорт Августина формирует ценоз продуктивного стеблестоя меньше на 124 шт./м² (или 19,6%), количество зерен в колосе – на 4,8 шт./колос (или 18,3%) и массой 1000 зерен на 6,6 г (или 13,7%) (таблица 3). При этом высота стеблестоя на контрольном варианте составила 75 см, что на 20-25 см ниже в сравнении с оптимальным водным режимом 2014 г.

Внесение регулятора роста моддус, обладающего длительным ингибирующим действием, в условиях вегетации 2015 г. привело к сбросу продуктивного стеблестоя на 64,2-74,3% при внесении его в фазу конец кушения – начало выхода в трубку культуры и более чем в 2-3 раза (в зависимости от нормы расхода) – при обработке в фазу начало выхода флагового листа. Вследствие этого применение регулятора роста моддус в фазу конец кушения – начало выхода в трубку в 2015 г. в зависимости от дозы внесения привело к статистически значимому снижению урожайности на 13,0-14,9 ц/га при НСР₀₅ 5,75.

Обработка регулятором роста в фазе начало выхода флагового листа вызвало сильное угнетение растений озимой пшеницы. Это привело к формирова-

Таблица 3 – Формирование элементов структуры урожайности в зависимости от варианта внесения ретарданта моддус (по данным снопового анализа), ц/га

Номер варианта	2014 г.			2015 г.		
	Продуктивный стеблестой, шт./м ²	Масса 1000 зерен, г	Количество зерен в колосе, шт.	Продуктивный стеблестой, шт./м ²	Масса 1000 зерен, г	Количество зерен в колосе, шт.
1	713	37,6	31,3	281	35,5	29,1
2	657	40,5	30,4	307	34,4	29,8
3	685	40,9	27,4	310	35,3	28,7
4	633	48,1	26,2	509	41,5	21,4
5	689	41,0	28,3	174	34,6	25,8
6	749	40,1	27,0	113	36,8	24,1
7	626	44,0	29,3	238	34,5	25,1

нию урожайности зерна на уровне 7,3-18,3 ц/га, что на 35,9-24,9 ц/га ниже контроля. Такое снижение урожайности произошло за счет резкого снижения продуктивного стеблестоя, количества сформировавшихся зерен в колосе и значительных потерях при уборке, так как колос частично или полностью не вышел из флагового листа.

Наши двухлетние исследования показали, что эффективность использования ретардантов на посевах озимой пшеницы в значительной мере зависела от метеорологических условий в период вегетации культуры. Наибольшего прироста урожайности зерна за счет применения регулятора роста удалось достичь при нормальной или повышенной влагообеспеченности в 2014 г. Как было указано выше, данные прибавки находились в пределах статистической погрешности. В 2015 г. при слабой влагообеспеченности, обусловленной малоснежной зимой и малым количеством осадков, выпавших в период вегетации, использование ретардантов на всех изучаемых вариантах значительно снизило урожайность зерна. Это объясняется тем, что при недостатке доступной влаги одной из первых защитных реакций растений является остановка ростовых процессов [3], что в сочетании с использованием регулятора роста значительно затормозило как ростовые процессы, так и процесс формирования элементов структуры урожайности зерна озимой пшеницы.

Выводы

1. Современные короткостебельные сорта озимой пшеницы не только не дают существенной прибавки урожайности при внесении регулятора роста моддус, но и способствуют снижению этого показателя.
2. В засушливых условиях или при риске возникновения засухи следует отказаться от обработки ретардантами короткостебельных сортов озимой пшеницы.
3. В условиях изменяющегося климата во избежание потери урожайности рекомендовать исключить обработку регулятором роста моддус растений озимой пшеницы позже фазы начало выхода в трубку.

Литература

1. Гулянов, Ю.А. Качество зерна озимой пшеницы при оптимизации технологии возделывания / Ю.А. Гулянов, Н.А. Николаев // *Зерновое хозяйство*. – 2007. – №1. – С. 23-25.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. // Учебник для студентов высших с.-х. учебных заведений. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 346 с.
3. Ковалев В.М. Теория урожая / В.М. Ковалев. – 3-е изд. – Москва: Издательство МСХА, 2003. – С. 332.
4. Петрулис, Ю.К. Совместное применение хлорхлоридов и гербицидов против полегания озимой пшеницы / Ю.К. Петрулис // *Повышение устойчивости зерновых культур к полеганию (материалы конф.)*. – Жодино, 1979. – С. 77-83.
5. Привалов, Ф.И. Биологизация приемов в технологиях возделывания зерновых культур / Ф.И. Привалов; под ред. Л.П. Круля. – Несвиж: Несвижская укупн. тип., 2007. – 188 с.
6. Привалов, Ф.И. Эффективность ретардантов в посевах различных сортов озимой пшеницы / Ф.И. Привалов, О.А. Бурак, И.Г. Бруй, Л.И. Белявская // *Земляробства і ахова раслін*. – 2012. – №5. – С. 15-18.
7. Семеновко, Н.Н. Прогрессивные системы применения азотных удобрений. С изм. – Минск: БИТ «Хата», 2003. – 162 с.
8. Хайбуллин, А.И. Применение ретардантов на посевах зерновых культур / А.И. Хайбуллин // *С.-х. вестник*. – 2002. – №2. – С. 20-21.

SPECIAL ASPECTS OF APPLICATION OF MODDUS RETARDANT ON DWARF WINTER WHEAT VARIETIES

I.V. Satsyuk, A.E. Ardashnikova, V.Y. Trushko

Results of two-year researches on retardant use on one of new dwarf winter wheat variety Augustina of RUE "Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming" breeding are presented in the article. The purpose of the researches was to study responsiveness of the given variety to different application methods of Moddus retardant. The variety was cultivated on the provocative background of mineral nitrogen at the rate of 200 kg a.i./ha. It was established that under the favourable development conditions of winter wheat plants in spring and summer 2014, Moddus retardant did not allow to obtain any statistically significant yield increase in all the studied variants. At the same time, in 2015 under the conditions of insufficient precipitation, the application of the given product significantly decreased the yield in all the variants of the researches.

УДК 633.112.9«324»:631.559:581.1.04

РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ТРИТИКАЛЕ ОТ ПОЛЕГАНИЯ

**В.И. Кочурко, доктор с.-х. наук, Е.М. Ритвинская, преподаватель
УО «Барановичский государственный университет»**

(Поступила 09.03.2016 г.)

Аннотация. В статье показана эффективность применения регуляторов роста в посевах озимого (сорта Импульс и Прометей) и ярового (сорт Дублет) тритикале. Установлено, что в зависимости от способа обработки и генотипа регуляторы роста оказывают влияние на устойчивость к полеганию и позволяют сохранить от 0,08 до 0,82 т/га урожая.

Современные сорта тритикале характеризуются довольно высоким потенциалом продуктивности, устойчивости к ряду биотических и абиотических факторов [7, 8]. Однако, несмотря на успехи селекции данной культуры, производство зерна тритикале пока нестабильно вследствие недостаточной устойчивости возделываемых сортов к неблагоприятным условиям произрастания и, прежде всего, к полеганию [9].

Полегание приводит к резкому снижению фотосинтеза и других биохимических процессов из-за затенения, повышению поражаемости болезнями и травмированию при уборке, что в свою очередь обуславливает уменьшение количества завязавшихся зерен в колосе, снижение массы 1000 семян, ухудшение технологических и семенных качеств [1, 2, 5].

Размер потерь продукции зерновых культур от полегания зависит от того, в какой фазе развития растений оно происходит. Если растения полегли в фазе колошения, то это наиболее сильно сказывается на урожайности. В большей степени распространено полегание в период созревания зерна, которое в меньшей степени сказывается на структуре урожая. Масса 1000 зерен при полегании растений в фазе колошения снижается в среднем на 20-25%, молочной спелости – на 11-16%, восковой спелости – на 5-10%. Число зерен в колосе и продуктивная кустиность уменьшаются при раннем полегании. В случае позднего полегания размеры потерь урожая определяются в основном только снижением массы 1000 зерен [4, 9].

В зависимости от наиболее вероятного типа полегания (стеблевого или прикорневого) возможно применение ретардантов одним из двух способов или их сочетанием. Первый способ заключается в предпосевной обработке семян методом инкрустирования одновременно с протравителями. Этот способ хорошо защищает растения от прикорневого полегания, а кроме того, обеспечивает более глубокое залегание и лучшее развитие корневой системы за счет заглубления узла кушения [8]. Второй способ – опрыскивание посевов в конце фазы кушения – начале фазы выхода в трубку (ДК 31-32). При этом способе обработки растение лучше защищено от полегания в зоне выше расположенных междоузлий, увеличивается их диаметр. Одновременно повышается эффективность использования минеральных удобрений, устойчивость растений как к кратковременной засухе, так и к переувлажнению. Отмечается повышение урожайности и качества урожая [6, 10].

Методика проведения исследований. Исследования проводились в учебно-полевом севообороте ОСП «Ляховичский государственный аграрный колледж» УО «Барановичский государственный университет» в 2011-2013 гг. Объектом служили семена и растения озимого тритикале сортов Импульс и Прометей, ярового тритикале сорта Дублет. В качестве регуляторов роста использовали эпин, эпин плюс, агростимулин, эмистим С, P-344 и бензихол. Предпосевная обработка семян регуляторами роста проводилась совместно с протравливанием препаратом скарлет. При обработке семян регуляторы роста применяли в следующих дозах: эпин – 40 мл/т, эпин плюс – 40 мл/т, агростимулин – 10 мл/т, эмистим С – 10 мл/т, P-344 – 20 мл/т, бензихол – 20 мл/т, хлормеватхлорид – 1 л/т. Расход рабочей жидкости – 10 л/т семян. При обработке вегетирующих

растений регуляторы роста применяли в следующих дозах: эпин – 40 мл/га, эпин плюс – 40 мл/га, агrostимулин – 15 мл/га, эмистим С – 10 мл/га, Р-344 – 20 мл/га, бензихол – 20 мл/га, хлормеватхлорид – 1,25 л/га. Расход рабочего раствора – 200 л/га. Общая площадь делянки – 40 м², учетная – 25 м², повторность четырехкратная. Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая мореной, со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,7%, подвижных форм фосфора (P₂O₅) – 200 мг/кг, калия (K₂O) – 276 мг/кг, рН_(КС1) – 5,86. Предшественник – однолетние травы на зеленый корм. Обработка почвы, проведение работ по уходу за посевами – согласно отраслевого регламента. Учет урожая – сплошной поделяночный. Исследования проводили по общепринятым методикам закладки и проведения опытов [3]. Действие Р-344 и бензихола сравнивалось с действием хлормекватхлорида. Оценка устойчивости к полеганию проводилась по 9-балльной шкале, где 9 баллов – растения не полегают, 1 балл – очень сильное полегание.

Средняя температура воздуха весной 2011 г. составила +7,3 °С, что выше климатической нормы на 1,6 °С. Все три весенних месяца были теплее обычного. Переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С в сторону повышения наблюдался 11-12 марта. На 8-14 дней раньше обычных сроков состоялся переход средней суточной температуры воздуха через +5 °С, т.е. начался вегетационный период. За весенние месяцы в среднем выпало 101 мм осадков, что составляет 73% климатической нормы, причем в первые два месяца весны отмечался недобор осадков, а май по количеству осадков был близким к норме. Лето в 2011 г. было теплым. Средняя температура за летний период составила +18,9 °С, превысив климатическую норму на 2,1 °С. За лето в среднем выпало 276 мм осадков, что составляет 113% климатической нормы. Наибольшее их количество выпало в июле – 158 мм (186% климатической нормы), что привело к полеганию посевов тритикале. В августе выпало 64% климатической нормы осадков. Преобладали слабые и умеренные ветры, в течение 3 дней наблюдались грозы.

Средняя температура воздуха за весенние месяцы 2012 г. составила +8,1 °С, что выше климатической нормы на 2,4 °С. Все три весенних месяца были теплее обычного. Переход средней суточной температуры воздуха выше 0 °С произошел 10-11 марта. Переход средней суточной температуры воздуха через +5 °С (начало вегетационного периода) произошел 11-12 апреля. Необычно теплая погода установилась во второй половине апреля. За весенние месяцы выпало 114 мм осадков, что составило 83% климатической нормы. Лето в 2012 г. было теплым. Средняя температура за летние месяцы составила +18,0 °С, превысив климатическую норму на 1,2 °С. Летний сезон был неоднородным по температурному режиму. Июнь был прохладным, июль и август – очень теплыми, их средняя месячная температура воздуха превышала климатическую норму соответственно на 2,8 и 0,9 °С. За лето в среднем выпало 269 мм осадков, или 110% климатической нормы. За июль в среднем выпало 55 мм осадков, 63% климатической нормы. Дожди шли нечасто, в основном носили ливневой и кратковременный характер. Ливни сопровождалась усилением ветра,

грозами, выпадением града. За август в среднем выпало 98 мм осадков (112% климатической нормы), что вызвало полегание посевов.

Средняя температура воздуха за весенние месяцы 2013 г. составила +6,3 °С, что выше климатической нормы на 0,6 °С. Холодная погода наблюдалась в первой половине весны. Март был холодным (на 3 °С ниже климатической нормы), последующие два месяца – теплыми: превышение климатической нормы в апреле на 1,1 °С, в мае – на 3,7 °С. Необычайно рано осуществился переход воздуха через +15 °С, что можно считать началом лета. За весну в среднем выпало 192 мм осадков, т.е. 139% климатической нормы. В марте и мае отмечался избыток осадков, а в апреле их количество было близким к норме. Лето было теплым. Средняя температура за сезон составила +18,5 °С, что выше климатической нормы на 1,7 °С, в среднем выпало 212 мм осадков (89% от климатической нормы), поэтому полегания посевов не наблюдалось.

Результаты и их обсуждение. На результаты исследований большое влияние оказали погодные условия, что нашло свое отражение в урожайности зерна как озимого, так и ярового тритикале (таблицы 1, 2). Наиболее благоприятным был 2012 г., когда урожайность озимого тритикале в лучших вариантах при протравливании семян достигала 77,5 ц/га и 57,6 ц/га – у ярового. Такая же тенденция наблюдалась и при применении регуляторов роста по вегетирующим растениям – до 75,4 ц/га у озимого и до 59,7 ц/га у ярового тритикале. Последнее свидетельствует о более высокой отзывчивости ярового тритикале на применение регуляторов роста на более поздних фазах развития растений по сравнению с обработкой семян, поскольку повышение урожайности зерна составило 4,5 ц/га, что почти в 1,5 раза выше, чем при протравливании семян.

Необходимо отметить влияние сортовых особенностей озимого тритикале. Так, сорт Прометей, который в настоящее время является стандартом в Государственном сортоиспытании Республики Беларусь, был выше по урожайности на 3,2 ц/га или на 5,7% по сравнению с сортом Импульс в среднем за три года исследований. Этот же сорт отличался и более высокой отзывчивостью на применение регуляторов роста, как при обработке семян, так и при их применении по вегетирующим растениям.

Самая высокая устойчивость к полеганию растений озимого тритикале Импульс (8,3 балла) отмечена после обработки хлормекватхлоридом (таблица 2). Несколько менее эффективным оказалось применение бензихола и P-344 – 7,3 и 7,7 баллов соответственно. Самая высокая устойчивость к полеганию сорта Прометей наблюдалась как после предпосевной обработки хлормекватхлоридом (таблица 1), так и после обработки этим препаратом (8,5 баллов). Обработка P-344 и бензихолом обеспечили устойчивость на уровне 7,8-8,3 балла.

В среднем за годы исследований яровое тритикале сорта Дублет в меньшей степени было подвержено полеганию по сравнению с озимым тритикале обоих сортов. Наибольшую эффективность обеспечило опрыскивание препаратами ретардантного действия, устойчивость к полеганию составила 7,8 и 8,7 балла.

Максимальную прибавку урожайности сорта Импульс обеспечила предпосевная обработка семян агростимулином – 6,7 ц/га или 12,0%. Менее эффективными были препараты эпин плюс и эмистим С – 4,9 и 4,4 ц/га.

Таблица 1 – Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста на устойчивость к полеганию и урожайность зерна сортов озимого и ярового тритикале

Вариант	Урожайность, ц/га				Оценка устойчивости к полеганию, балл	Прибавка к контролю	
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее		ц/га	%
Импульс							
Контроль	51,2	64,2	51,8	55,7	6,3	-	-
Эпин	55,4	67,2	53,4	58,7	6,0	3,0	5,4
Эпин плюс	56,8	70,7	54,2	60,6	5,5	4,9	8,8
Эмистим С	54,6	71,6	54,1	60,1	6,0	4,4	7,9
Агростимулин	57,1	73,2	56,8	62,4	6,0	6,7	12,0
Р-344	52,7	66,4	53,1	57,4	7,2	1,7	3,1
Бензихол	54,6	66,7	54,0	58,4	7,5	2,7	4,8
Хлормекватхлорид	53,8	65,9	53,2	57,6	8,0	1,9	3,4
<i>HCP₀₅</i>	1,8	2,0	1,7	-	-	-	-
Прометей							
Контроль	58,3	68,2	50,2	58,9	6,8	-	-
Эпин	64,9	74,6	54,1	64,5	6,3	5,6	9,9
Эпин плюс	67,2	77,5	56,7	67,1	6,3	8,2	13,9
Эмистим С	62,3	74,1	55,2	63,9	6,3	5,0	8,5
Агростимулин	64,1	70,6	56,3	63,7	6,3	4,8	8,2
Р-344	61,1	72,6	52,1	61,9	7,5	3,0	5,1
Бензихол	61,9	73,1	53,7	62,9	8,0	4,0	6,8
Хлормекватхлорид	60,7	71,8	52,5	61,7	8,5	2,8	4,8
<i>HCP₀₅</i>	1,9	2,1	1,8	-	-	-	-
Дублет							
Контроль	43,6	50,4	41,6	45,2	7,3	-	-
Эпин	47,2	53,2	43,8	48,1	6,8	2,9	6,4
Эпин плюс	48,1	55,1	45,2	49,5	6,7	4,3	9,5
Эмистим С	45,2	54,3	44,6	48,0	6,7	2,8	6,2
Агростимулин	49,3	57,6	47,3	51,4	7,2	6,2	13,7
Р-344	44,8	51,2	42,1	46,0	7,8	0,8	1,8
Бензихол	45,0	53,6	44,7	47,8	8,3	2,6	5,8
Хлормекватхлорид	45,4	52,8	44,0	47,4	8,5	2,2	4,9
<i>HCP₀₅</i>	1,6	1,8	1,7	-	-	-	-

На сорте Прометей наиболее эффективной была обработка эпином плюс, которая обеспечила дополнительный урожай на уровне 8,2 ц/га.

Самым эффективным препаратом для предпосевной обработки семян ярового тритикале оказался агростимулин, который обеспечил прибавку урожайности в 6,2 ц/га.

Обработка посевов регуляторами роста ретардантного действия способствовала примерно равному увеличению урожайности по сравнению с предпосевной обработкой семян. В среднем по изученным сортам озимого тритикале прибавка урожайности составила 4,0 ц/га (7,0%), тогда как после обработки семян – 4,2 ц/га (7,3%).

Таблица 2 – Влияние обработки вегетирующих растений регуляторами роста на устойчивость к полеганию и урожайность зерна сортов озимого и ярового тритикале

Вариант	Урожайность, ц/га				Оценка устойчивости к полеганию, балл	Прибавка к контролю	
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее		ц/га	%
Импульс							
Контроль	51,2	64,2	51,8	55,7	6,3	-	-
Эпин	53,5	66,3	52,7	57,5	6,0	1,8	3,2
Эпин плюс	55,2	68,2	54,1	59,2	5,5	3,5	6,3
Эмистим С	53,6	69,1	53,6	58,8	6,0	3,1	5,6
Агростимулин	56,4	72,0	55,4	61,3	6,0	5,6	10,1
Р-344	53,7	66,8	54,3	58,3	7,2	2,6	4,7
Бензихол	55,3	67,5	55,4	59,4	7,5	3,7	6,6
Хлормекватхлорид	56,1	67,9	56,1	60,0	8,0	4,3	7,7
НСР ₀₅	2,1	2,0	1,9	-	-	-	-
Прометей							
Контроль	58,3	68,2	50,2	58,9	6,8	-	-
Эпин	62,7	72,1	53,5	62,8	6,3	3,9	6,6
Эпин плюс	66,3	75,4	54,8	65,5	6,3	6,6	11,2
Эмистим С	60,1	73,8	56,1	63,3	6,3	4,4	7,5
Агростимулин	63,1	70,2	55,7	63,0	6,3	4,1	7,0
Р-344	60,8	72,9	51,9	61,9	7,5	3,0	5,1
Бензихол	62,4	74,2	54,2	63,9	8,0	4,7	8,0
Хлормекватхлорид	62,7	73,5	53,7	63,3	8,5	4,4	7,5
НСР ₀₅	1,9	2,1	2,0	-	-	-	-
Дублет							
Контроль	43,6	50,4	41,6	45,2	7,3	-	-
Эпин	46,5	54,5	44,8	48,6	6,8	3,4	7,5
Эпин плюс	49,8	56,7	47,3	51,3	6,7	6,1	13,5
Эмистим С	44,2	55,1	45,2	48,2	6,7	3,0	6,6
Агростимулин	50,6	59,7	49,4	53,2	7,2	8,0	17,7
Р-344	46,1	53,9	42,7	47,5	7,8	2,3	5,1
Бензихол	48,4	56,1	45,1	49,9	8,3	4,7	10,4
Хлормекватхлорид	49,2	54,2	43,2	48,9	8,5	3,7	8,2
НСР ₀₅	2,1	2,2	1,8	-	-	-	-

Максимальную прибавку урожайности зерна (8,0 ц/га) обеспечил препарат агростимулин на сорте Дублет. Несколько менее эффективным оказался препарат эпин плюс на сорте Прометей (6,6 ц/га).

В среднем прибавка урожайности на озимом тритикале как после предпосевной обработки семян регуляторами роста, так и после опрыскивания растений, была практически равной и составила 3,5-3,7 ц/га.

Следует отметить реакцию ярового тритикале, для которого опрыскивание вегетирующих растений регуляторами роста оказалось более эффективным по сравнению с обработкой семян – прибавка урожайности составила 4,5 и 3,1 ц/га соответственно.

Выводы

1. За годы исследований установлено, что наиболее высокая полегаемость была отмечена у сорта озимого тритикале Импульс. Самую высокую устойчивость к полеганию растений обеспечил препарат хлормекватхлорид на озимом тритикале – 8,3-8,5 баллов. Опрыскивание бензихолом и P-344 способствовало повышению устойчивости к полеганию растений озимого тритикале до 7,3 и 8,3 баллов соответственно. На растениях озимого тритикале сорта Прометей эффективность применения бензихола и P-344 была выше, чем в контроле, но ниже, чем после обработки хлормекватхлоридом.

2. Максимальную прибавку урожайности зерна – 8,2 ц/га или 13,9%, обеспечила предпосевная обработка препаратом эпин плюс на сорте Прометей; опрыскивание растений препаратом агростимулин на сорте Дублет повысило урожайность на 8,0 ц/га или 17,7%.

3. В среднем за три года исследований прибавка урожайности на озимом тритикале, как после предпосевной обработки семян регуляторами роста, так и после опрыскивания растений была практически одинаковой и составила 7,4 и 7,0% соответственно.

Применение регуляторов роста по вегетирующим растениям на яровом тритикале оказалось более эффективным по сравнению с обработкой семян – прибавка урожайности зерна от опрыскивания была выше в 1,5 раза по сравнению с обработкой семян и в среднем составила 4,5 ц/га.

Литература

1. Булавина, Т.М. Влияние ретардантов на урожайность различных сортов озимого тритикале / Т. М. Булавина // Защита растений: сборник научных трудов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2008. – Вып. 32. – С. 132-141.
2. Гриб, С. И. Эффективность применения ретардантов на посевах озимого тритикале / С.И. Гриб, Т.М. Булавина, В.С. Безилко // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений : матер. Межд. науч.-практ. конференции. – Горки, 2003. – Ч. 3. – С. 5-8.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : Учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Кочурко, В.И. Ретарданты на озимой тритикале / В.И. Кочурко, Е.А. Павловская // Земледелие и селекция в Беларуси : сборник научных трудов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2006. – Вып. 42. – С. 77-84.
5. Привалов, Ф.И. Реакция сорта озимого тритикале Дубрава на обработку растений препаратом Цикоцель-460 / Ф.И. Привалов // Ботаника : исследования / Национальная академия наук Беларуси, Отделение биологических наук, Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, Общественное объединение «Белорусское ботаническое общество», Белорусское общественное объединение физиологов растений. – Минск : Право и экономика, 2008. – Вып. 36. – С. 399-410.
6. Ритвинская, Е.М. Эффективность применения ретардантов на тритикале (*Triticosecale Wittm.*) / Е.М. Ритвинская // Молодежь в науке – 2009: прил. к журн. «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі». В 5 ч. Ч. 4. Серия биологических наук; серия медицинских наук / редкол. серии биол. наук: И.Д. Волотовский (гл. ред.), В.И. Парфенов [и др.]

редкол. серии мед. наук: Е.Ф. Конопля (гл.ред.), А.Г. Мрочек [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2010. – С. 232-235.

7. Современные подходы к селекции тритикале на короткостебельность / Н.И. Дубовец [и др.] // Земледелие, растениеводство, селекция: настоящее и будущее : материалы научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», (15-16 ноября 2012 г.) / Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2012. – Т. 2: Селекция и семеноводство. – С. 62-64.

8. Создание и оценка вторичного генофонда тритикале (*x Triticosecale* Wittm.) для использования в селекции на короткостебельность и устойчивость к предуборочному прорастанию / Н. И. Дубовец [и др.] // Молекулярная и прикладная генетика : сборник научных трудов / Государственное научное учреждение "Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси". – Минск, 2013. – Т. 16. – С. 82-90.

9. *Холодинский, В.В.* Формирование урожайности зерна яровой тритикале в зависимости от сорта и приемов возделывания : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук : специальность 06.01.09 «Растениеводство» / В. В. Холодинский ; Национальная академия наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2011. – 20 с.

10. *Худенко, М.А.* Сравнительная характеристика образцов яровой тритикале коллекции ВИР в условиях Красноярской Лесостепи : дис. ... канд. с.-х. наук.: 06.01.05 / М.А. Худенко. – Красноярск, 2014. – С. 18-22.

GROWTH REGULATORS IN PROTECTION SYSTEM OF DIFFERENT VARIETIES OF TRITICALE FROM LODGING
V.I. Kochurko, E.M. Ritvinskaya

The efficiency of application of growth regulators in crops of winter (cultivars Impuls and Prometei) and spring (cultivar Dublet) triticale is shown in the article. It is established that depending on the method of treatment and genotype, growth regulators have an impact on resistance to lodging and allow to save from 0.08 to 0.82 t/ha of the yield

УДК 633.112.9«324»:631.559:581.1.04

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОЛЕГАНИЮ ТРИТИКАЛЕ

Е.М. Ритвинская, преподаватель, Е.Э. Абарова, кандидат с.-х. наук
УО «Барановичский государственный университет»

(Поступила 09.03.2016 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты по влиянию регуляторов роста на формирование длины первых трех междоузлий, толщину соломины, изменение диаметра нижних междоузлий ярового и озимого тритикале. Установлено, что степень стимуляции или ингибирования линейных размеров стебля зависит от сорта, регулятора роста, способа их применения и погодных условий вегетационного периода. Снижение линейного роста стебля составило 5,7-12,5% по сравнению с контрольным вариантом.

При работе с регуляторами роста необходим научно обоснованный и дифференцированный подход, учитывающий сортовые особенности, почвенно-климатические, текущие погодные условия, а также особенности технологии возделывания. Применение их в несоответствующую фазу развития растений без учета температурного и водного обеспечения может вызвать стрессовое состояние у растений, их угнетение, что в конечном итоге приведет к недобору урожая [1, 3, 5]. К тому же существует специфика видового и сортового состава культуры [2, 4]. Поэтому целью нашего исследования стал вопрос об эффективности использования регуляторов роста на посевах озимого и ярового тритикале для повышения устойчивости к полеганию благодаря изменению длины трех нижних междоузлий и общей длины стебля, а также диаметра междоузлий, поскольку параметры этих показателей обеспечивают устойчивость к полеганию зерновых культур, в том числе и изучаемой культуры [7].

Методика проведения исследований. Для решения поставленных задач на опытном поле учебного хозяйства обособленного структурного подразделения «Ляховичский государственный аграрный колледж» Учреждения образования «Барановичский государственный университет» в 2011-2013 гг. были заложены полевые опыты. В качестве объектов исследования были сорта озимого тритикале Импульс и Прометей и ярового тритикале Дублет. Предмет исследования – реакция сортов озимого и ярового тритикале на применение регуляторов роста стимулирующего (эпин, эпин плюс, эмистим С, агростимулин) и ретардантного действия (Р-344, бензихол, хлормекватхлорид).

В годы исследований метеорологические условия по сумме выпавших осадков и среднесуточной температуре воздуха значительно различались, что дало возможность оценить реакцию разных сортов тритикале в различных условиях. В 2011 г. в июле выпало 158 мм осадков (186% климатической нормы, что привело к достаточно сильному полеганию посевов озимого тритикале и незначительному – ярового тритикале. В 2012 г. в июле выпало 55 мм осадков, что составило 63% климатической нормы. Дожди шли нечасто, в основном носили ливневый и кратковременный характер. Ливни сопровождалась усилением ветра. В начале августа выпало 112% климатической нормы осадков. Наблюдалось полегание посевов. В 2013 г. за лето в среднем выпало 212 мм осадков, что составляет 89% от климатической нормы. Полегания посевов не наблюдалось. Более подробно условия проведения опытов даны нами ранее [6].

Результаты и их обсуждение. В годы исследований стеблестой растений тритикале формировался разной высоты (рисунок 1). Установлено, что наиболее короткий стебель в контрольном варианте формировался у сортов озимого тритикале (в среднем длина соломины составила 106,2 см), в то время как длина соломины ярового тритикале в среднем была на уровне 110,2 см.

Под действием обработки семян регуляторами роста происходило различное изменение длины трех нижних междоузлий растений тритикале по сравнению с контролем.

У озимого сорта Импульс было выявлено удлинение нижних междоузлий независимо от агроклиматических условий вегетационного периода (рисунок 1). Препараты эпин плюс, эмистим С и агростимулин увеличили линейные раз-

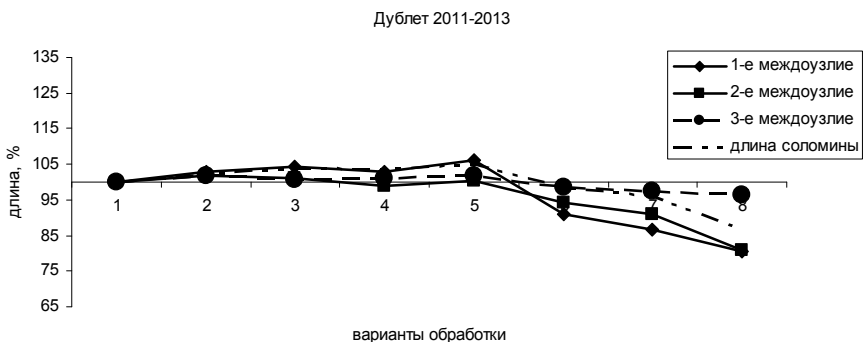
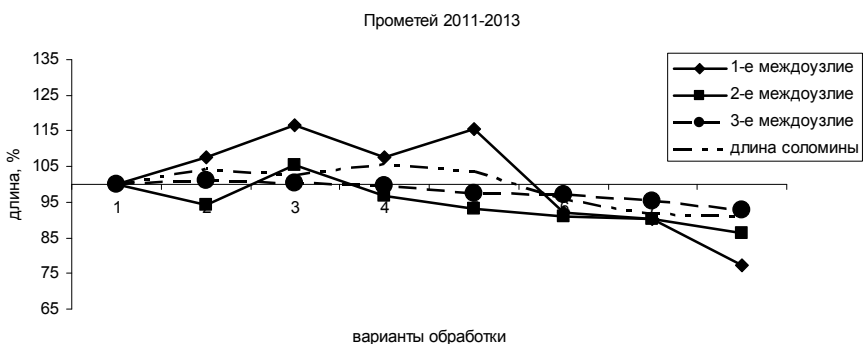
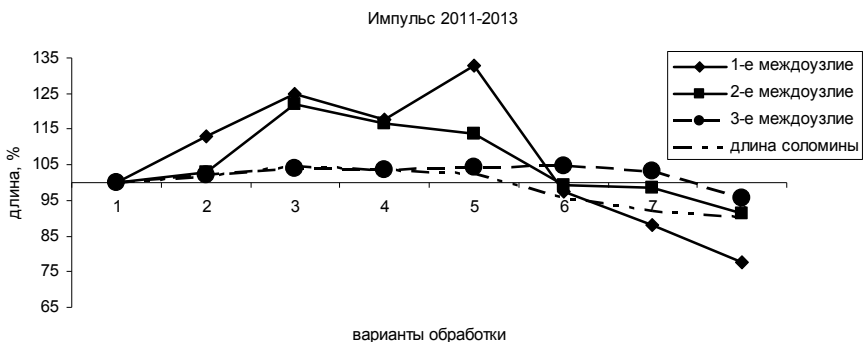


Рисунок 1 – Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста на изменение длины трех нижних междоузлий и общей длины стебля тритикале
 1– контроль, 2 – эпин, 3 – эпин плюс, 4 – эмистим С, 5 – агростимулин,
 6 – Р-344, 7 – бензихол, 8 – хлормекватхлорид

меры первого междоузлия в среднем за годы исследований на 12,8%, второго – на 17,5%, третьего – 3,9%, что способствовало росту стебля в длину на 9,2% по отношению к контрольному варианту. Регуляторы роста ретардантного дейст-

вия Р-344 и бензихол оказали различное влияние на длину междоузлий растений тритикале. Установлено сокращение длины 1-го междоузлия в среднем на 7,2%, в то время как хлормекватхлорид (эталон) обеспечил сокращение длины данного междоузлия на 22,3%. Действие данных препаратов на длину 3-го междоузлия было стимулирующим и способствовало увеличению линейных размеров. Хлормекватхлорид сократил длину 2-го междоузлия на 8,5%, 3-го – на 4,5% по сравнению с растениями контрольного варианта.

Реакция озимого сорта Прометей на обработку семян регуляторами роста отличалась от реакции сорта Импульс. В течение всех лет исследований установлено стимулирующее действие препаратов эпин плюс, эмистим С и агро-стимулин на 1-е междоузлие, что выразилось в его удлинении на 7,4-16,7%. Действие на линейные размеры 2-го междоузлия всех препаратов оказалось ингибирующим.

Обработка семян регуляторами роста с ретардантным эффектом Р-344 и бензихол достоверно снижала длину всех междоузлий растений тритикале сорта Прометей. Максимальный ингибирующий эффект установлен на 1-ом междоузлии под действием препаратов Р-344 и бензихол в 2012 г., когда была теплая погода в конце апреля – начале мая и недостаточное количество осадков. В среднем за годы исследований регуляторы роста Р-344 и бензихол по сравнению с хлормекватхлоридом показали более низкую ретардантную активность. Сокращение длины 1-го междоузлия под действием Р-344 составило 14,5%, бензихола – 12,7%, хлормекватхлорида – на 22,9%.

Применение препаратов ретардантного действия вызвало торможение роста стебля. Максимальное снижение линейного роста произошло под влиянием бензихола и хлормекватхлорида – длина соломины сократилась на 8,4 и 9,0% соответственно.

Сорт ярового тритикале Дублет оказался менее отзывчивым на обработку семян стимуляторами роста по сравнению с озимым тритикале (рисунок 1). Максимальное увеличение длины 1-го междоузлия отмечалось независимо от климатических условий под действием всех стимуляторов роста и составило в среднем 4,4%, в то же время общая длина стебля увеличилась незначительно (в среднем на 3,8%). Под действием хлормекватхлорида происходило укорачивание двух нижних междоузлий по сравнению с контролем. Наибольший ингибирующий эффект был получен на 1-ом междоузлии, длина сократилась в среднем на 19,7%, 2-го – на 19,2%. Регулятор роста Р-344 сократил длину 1-го междоузлия в среднем на 7,8%, 2-го – на 5,7%, что не отразилось на общей длине растения. Бензихол вызвал снижение линейного роста 1-го междоузлия на 12,3%, а 2-го на 9,0%. Установлено, что снижение высоты растений ярового тритикале под влиянием регулятора роста бензихол произошло на 4,1%, в то время как хлормекватхлорид сократил длину на 13,4%.

Применение изучаемых регуляторов роста способствовало изменению диаметра трех нижних междоузлий растений озимого тритикале (рисунок 2). Обработка семян стимуляторами роста не оказала существенного влияния на диаметр 1-го междоузлия растений озимого тритикале. Утолщение 2-го междоузлия наблюдалось под действием агrostимулина (7,4%) у сорта Импульс, под

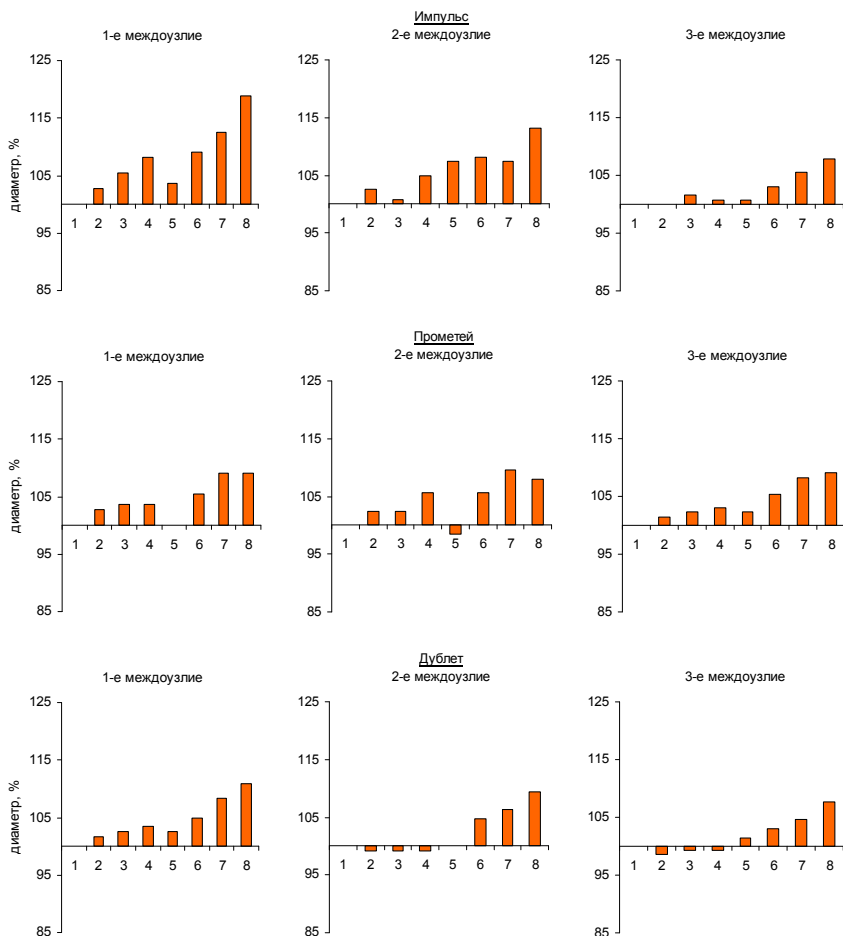


Рисунок 2 – Изменение диаметра нижних междоузлий стебля тритикале под влиянием предпосевной обработки регуляторами роста (среднее за 2011-2013 гг.)

1 – контроль, 2 – эпин, 3 – эпин плюс, 4 – эмистим С, 5 – агростимулин,
6 – P-344, 7 – бензихол, 8 – хлормекватхлорид

действием эмистима С (5,6%) у сорта Прометей. Максимальное утолщение 1-го междоузлия произошло под действием хлормекватхлорида. Толщина междоузлия увеличилась на 18,9% у сорта Импульс и на 9,0% у сорта Прометей по сравнению с контрольным вариантом. Не менее эффективной оказалась обработка семян регулятором ретардантного типа P-344 и бензихол, которые увеличили диаметр 1-го междоузлия у сорта Импульс в среднем на 9,0 и 12,6%, у сорта Прометей – на 5,4 и 9,0% соответственно. Наиболее существенное утолщение 2-го междоузлия растений озимого тритикале произошло под влиянием

хлормекватхлорида, диаметр увеличился на 8,0 и 13,1%. На 5,6 и 9,6% наблюдалось утолщение второго междоузлия под действием Р-344 и бензихола.

Достоверное утолщение стебля на уровне 3-го междоузлия произошло лишь под действием бензихола и хлормекватхлорида у обоих изучаемых сортов озимого тритикале.

Изменение диаметра стебля ярового тритикале сорта Дублет после обработки семян регуляторами роста стимулирующего действия было аналогичным озимому. Регуляторы ретардантного действия и хлормекватхлорид способствовали утолщению 1-го междоузлия на 5,0-10,9%, 2-го – на 4,7-9,4% соответственно. Увеличение диаметра 3-го междоузлия происходило лишь под действием хлормекватхлорида (7,7%).

Следующим этапом наших исследований была обработка вегетирующих растений тритикале регуляторами роста в фазу начала выхода в трубку (ДК 31-32). Она в большей степени повлияла на длину трех нижних междоузлий и общую длину стебля, чем обработка семян изучаемыми препаратами (рисунок 3). Стимуляторы роста эпин, эпин плюс, эмистим С и агростимулин способствовали удлинению 1-го междоузлия растений сорта Импульс на 19,0-37,9%, 2-го – на 9,2-25,9%, 3-го – на 13,0-27,4. Общая длина стебля при этом увеличилась на 9,6-10,7%.

Применение регуляторов роста ретардантного действия и препарата хлормекватхлорид на посевах этого сорта более активно, по сравнению с обработкой семян, тормозило линейный рост 1-го междоузлия. Сокращение длины составило 7,2-28,8%, длина 2-го междоузлия сократилась на 3,6-17,7%, 3-го – на 2,3-15,9%. Максимальный ретардантный эффект проявили препараты бензихол и хлормекватхлорид – снижение линейного роста стебля составило 5,7 и 12,5% по сравнению с контрольным вариантом.

У озимого тритикале сорта Прометей стимуляторы роста, также как и у сорта Импульс, способствовали удлинению 1-го междоузлия. По сравнению с контрольным вариантом длина самого нижнего междоузлия увеличилась на 13,0-24,1%. Максимальный стимулирующий эффект отмечен после опрыскивания препаратом агростимулин. Однако интенсивность стимуляции на 2-м междоузлии резко сократилась и составила 1,6-7,9%, на 3-м – 1,8-12,1%. Общая длина стебля при этом увеличилась незначительно – на 4,3-7,1%. Следует также отметить, что эффект стимуляции после обработки растений озимого тритикале сорта Прометей регуляторами роста практически не зависел от климатических условий вегетационного периода.

Обработка регуляторами роста ретардантного действия Р-344 и бензихол растений озимого тритикале сорта Прометей оказала значительное влияние как на длину исследуемых междоузлий, так и на общую длину стебля. Действие препаратов на 1-е междоузлие зависело от климатических условий периода, на момент которого проводилась обработка. Так, в 2011-2012 гг. при температуре выше климатической нормы и недостаточном увлажнении, максимальный ингибирующий эффект наблюдался после обработки хлормекватхлоридом, сокращение длины нижнего междоузлия составило 32,1%. Р-344 и бензихол оказали аналогичное действие, однако их ретардантная активность была ниже и

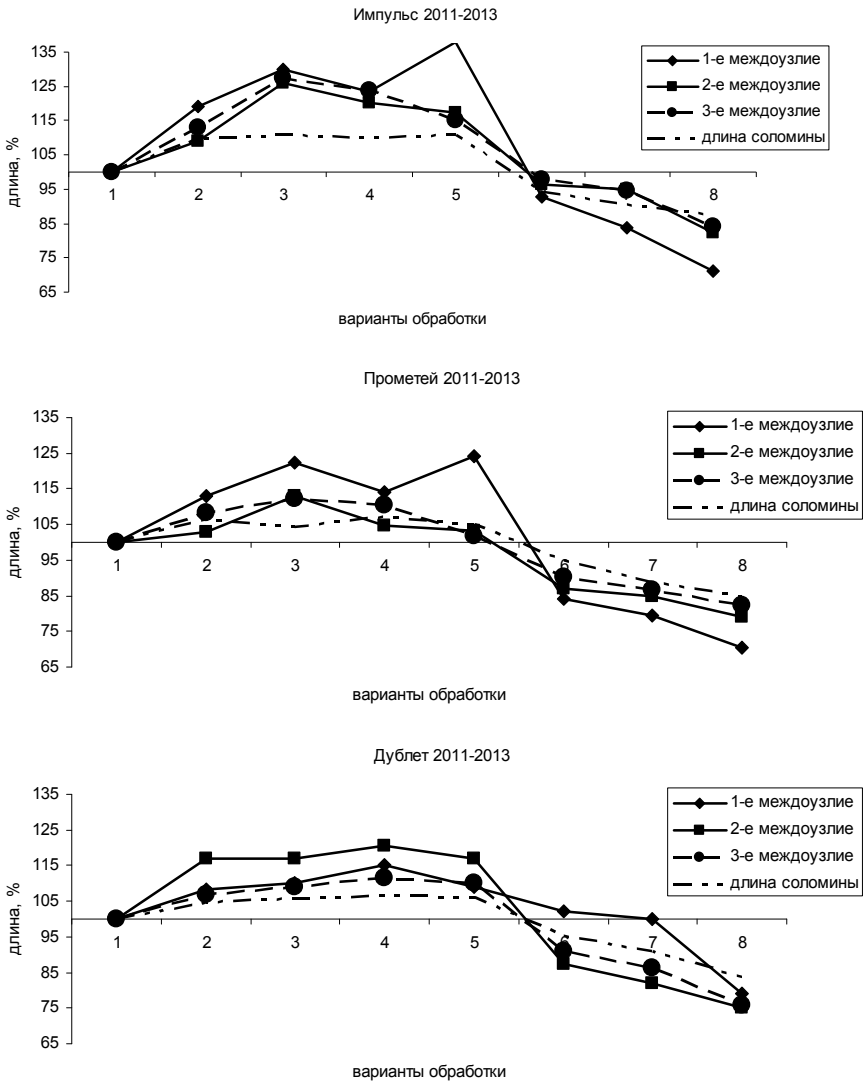


Рисунок 3 – Влияние регуляторов роста на изменение длины трех нижних междоузлий и общей длины стебля тритикале
 1– контроль, 2 – эпин, 3 – эпин плюс, 4 – эмистим С, 5 – агростимулин,
 6 – Р-344, 7 – бензихол, 8 – хлормекватхлорид

составила 20,7%. Длина 2-го междоузлия сократилась под действием хлормекватхлорида в среднем за исследуемый период на 20,8%, 3-го – на 17,5%. Р-344 и бензихол уменьшили линейные размеры 2-го междоузлия на 13,9%, 3-го – на 11,5%. Сокращение общей длины стебля под действием препаратов с ретар-

дантной активностью и хлормекватхлорида в среднем за годы исследования составило 10,5%.

Реакция растений ярового тритикале сорта Дублет на обработку регуляторами роста отличалась от реакции озимого тритикале. Стимулирующий эффект регуляторов роста эпина, эпина плюс, эмистима С и агrostимулина отмечен на 1-м междоузлии в 2011-2012 гг., удлинение составило 7,1-21,8%. В 2013 г. при избытке влаги и температуре воздуха выше климатической нормы на момент опрыскивания стимулирующий эффект отсутствовал, длина 1-го междоузлия обработанных растений практически не отличалась от длины указанного междоузлия контрольных растений. Однако эффект стимуляции усилился на 2-м междоузлии и обеспечил удлинение на 10,0-25,9%. Линейные размеры 3-го междоузлия увеличились под действием стимуляторов на 2,6-16,5%.

Сокращение длины 1-го междоузлия ярового тритикале под действием препаратов с ретардантной активностью наблюдалось только после обработки хлормекватхлоридом (20,4%), Р-344 и бензихол не оказали ингибирующего действия ни нижнее междоузлие. А вот действие данных препаратов на длину 2-го и 3-го междоузлия проявилось в уменьшении линейных размеров. Так, длина 2-го междоузлия под действием Р-344 сократилась на 12,6%, 3-го – на 9,0%, под действием бензихола – на 17,9 и 13,5% соответственно. Максимальный ингибирующий эффект был установлен после обработки ретардантом хлормекватхлорид и составил на 2-м междоузлии 24,9%, на 3-м – 23,8%. Общая длина стебля растений ярового тритикале сорта Дублет после опрыскивания препаратами с ретардантной активностью сократилась на 10,1%.

Обработка растений озимого тритикале сорта Импульс стимуляторами роста способствовала утолщению 1-го междоузлия на 4,5-7,2% по сравнению с контрольным вариантом, несмотря на удлинение линейных размеров (рисунок 4). Незначительное влияние оказали ростстимулирующие препараты на утолщение 2-го междоузлия (4,9%).

В течение трех лет исследований обработка растений регуляторами роста ретардантного действия способствовала увеличению диаметра всех трех междоузлий (рисунок 4). Максимальное утолщение соломины растений озимого тритикале сорта Импульс наблюдалось после обработки хлормекватхлоридом независимо от условий года. Диаметр 1-го междоузлия увеличился на 15,3%, 2-го – на 12,3%, 3-го – на 15,3%. Р-344 и бензихол также оказали положительное влияние на толщину стебля, увеличив диаметр 1-го междоузлия в среднем на 9,9-13,5%, 2-го – на 8,2-9,8%, 3-го – на 8,1-10,5%.

Обработка растений озимого тритикале сорта Прометей стимуляторами роста не оказала влияния на диаметр трех нижних междоузлий. Применение регуляторов роста с ретардантной активностью способствовало утолщению всех междоузлий. Действие препаратов не зависело от климатических условий вегетационного периода и обеспечило утолщение 1-го междоузлия на 8,1-15,3%, 2-го – на 6,4-10,4%, 3-го – на 6,3-13,6%.

Обработка растений ярового тритикале сорта Дублет стимуляторами роста, также как и озимого тритикале сорта Прометей, не оказала влияния на диаметр трех нижних междоузлий. Применение регуляторов роста ретардантного

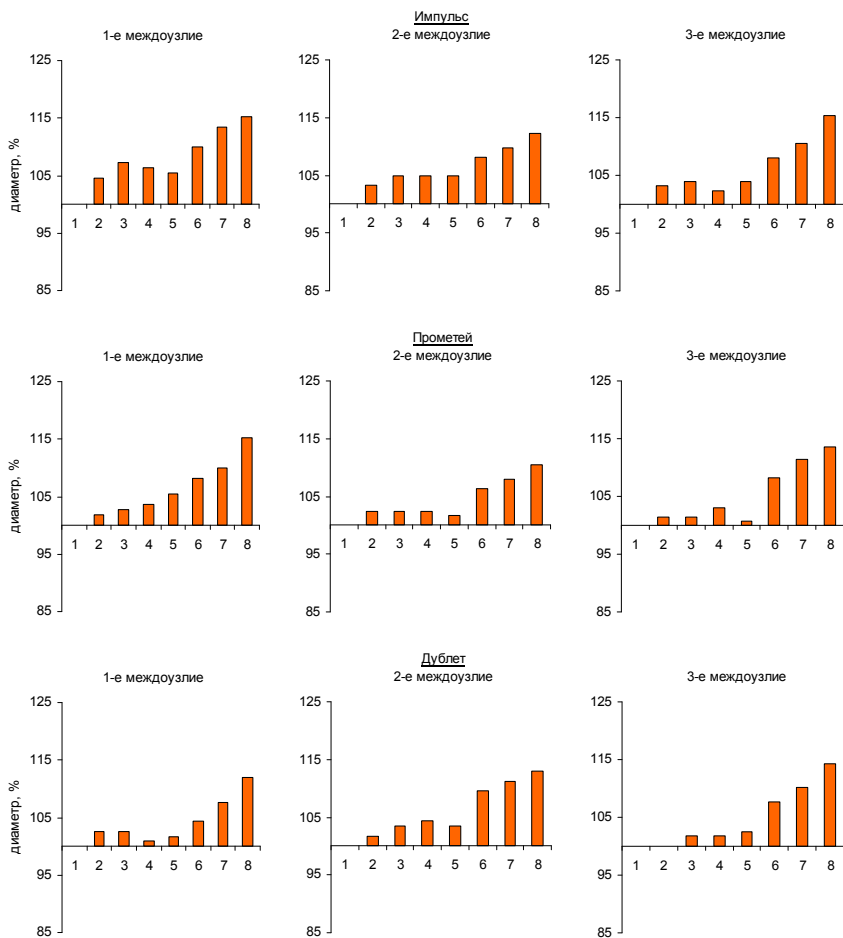


Рисунок 4. – Изменение диаметра нижних междоузлий стебля тритикале под влиянием обработки растений регуляторами роста (среднее за 2011-2013 гг.)
 1– контроль, 2 – эпин, 3 – эпин плюс, 4 – эmistим C, 5 – агrostимулин, 6 – P-344, 7 – бензихол, 8 – хлормекватхлорид

действия повлияло на диаметр изучаемых междоузлий и обеспечило утолщение 1-го на 4,3-12,0%, 2-го – на 9,5-12,9%, 3-го – на 7,6-14,3%.

Выводы

1. В результате проведенных исследований установлено, что регуляторы роста вызывают неоднозначные морфологические изменения в стебле. Степень стимуляции или ингибирования линейных размеров стебля зависит от генотипа,

физиологически активного вещества, способа обработки и климатических условий вегетационного периода.

2. Наиболее отзывчивым на обработку регуляторами роста среди изучаемых был сорт озимого тритикале Импульс. Предпосевная обработка семян препаратами эпин плюс, эмистим С и агростимулин увеличили линейные размеры первого междоузлия (в среднем за годы исследований) на 12,8%, второго – на 17,5%, третьего – 3,9%, что повлекло за собой усиление роста стебля в длину на 9,2% по отношению к контрольному варианту. Обработка растений регуляторами роста ретардантного действия и ретардантом хлормекватхлорид более активно по сравнению с обработкой семян тормозило линейный рост 1-го междоузлия – сокращение длины составило 7,2-28,8%. Длина 2-го междоузлия сократилась на 3,6-17,7%, 3-го – на 2,3-15,9%. Максимальный ретардантный эффект проявили препараты бензихол и хлормекватхлорид – снижение линейного роста стебля составило 5,7 и 12,5% по сравнению с контрольным вариантом.

Литература

1. *Бойко, С.В.* Применение ретарданта мессидор в технологии возделывания озимой тритикале / С.В. Бойко, О.Ф. Слабожанкина, В.К. Званкович // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – №2. – С. 54-57.

2. *Булавина, Т.М.* Совершенствование технологии возделывания ярового тритикале / Т.М. Булавина // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – №2. – С. 13-16.

3. *Бурак, О.А.* Влияние ретардантов на урожайность зерна различных сортов озимой тритикале / О.А. Бурак, Ф.И. Привалов // Научные приоритеты инновационного развития отрасли растениеводства: результаты и перспективы: матер. Межд. науч.-практ. конф. (23-24 июня 2011 г., г. Жодино) / НАН Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2011. – С. 95-97.

4. *Гриб, С.И.* Эффективность применения ретардантов на различных сортах озимого тритикале / С.И. Гриб, Т.М. Булавина, В.С. Безсилко // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – №3. – С. 6-8.

5. *Деева, В.П.* Избирательное действие химических регуляторов роста на растения: физиологические основы / В.П. Деева, З.И. Шелег, Н.В. Санько. – Минск : Наука и техника, 1988. – 255 с.

6. *Ритвинская, Е.М.* Эффективность применения ретардантов на тритикале (*Triticosecale Wittm.*) / Е.М. Ритвинская // Молодежь в науке – 2009: прил. к журн. «Вестці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі». В 5 ч. Ч. 4. Серия биологических наук; серия медицинских наук. – Минск: Беларус. навука, 2010. – С. 232-235.

7. *Рожков, А.А.* Параметры префлоральных междоузлий растений тритикале яровой в зависимости от норм высевы и способов посева / А.А. Рожков, В.К. Пузик // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №2. – С. 58-63.

EFFECTS OF APPLICATION METHODS OF GROWTH REGULATORS ON LODGING RESISTANCE OF TRITICALE

E.M. Ritvinskaya, E.E. Abarova

The results on studying of growth regulators on the formation of the length of first three internodes, culms thickness, changing of the diameters of the lower internodes are presented in the article. The degree of stimulation or inhibition of the linear dimensions of stems depends on cultivars, growth regulators, methods of application and weather conditions of the vegetative period. The reduction in linear growth of stems was 5.7...12.5% compared to the control.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ

Ф.И. Привалов, доктор с.-х. наук, **К.Г. Шашко**, канд. биол. наук,
В.В. Холодинский, **В.Н. Безлюдный**, кандидаты с.-х. наук, **А.А. Новичек**
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 18.02.2016 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по формированию урожайности и содержанию сырого белка в зерне ярового тритикале (сорт Узор) на двух уровнях интенсификации технологии возделывания. Установлено, что возделывание ярового тритикале на более высоком уровне интенсификации технологии возделывания обеспечивает получение достоверной прибавки урожайности зерна в 5,3 ц/га без снижения содержания в нем сырого белка.

Тритикале – сравнительно молодая, синтетически созданная человеком культура. Являясь одной из основных зернофуражных культур Республики Беларусь, высокий потенциал продуктивности которой дополняется питательной ценностью, ежегодно обеспечивает 18-20% валового сбора зерна.

Яровое тритикале – ценная зернофуражная и продовольственная культура. Оно совмещает в себе хорошее качество зерна пшеницы и высокую адаптивность к условиям произрастания. Кроме основного применения на зернофураж ее зерно может использоваться для производства муки и выпечки кондитерских изделий, производства крахмала, в бродильной промышленности. Тритикале имеет преимущество перед другими зерновыми культурами по содержанию белка и незаменимых аминокислот: лизина, метионина и цистина [2]. Содержание белка в его зерне в сравнении с ними на 1,2-4,5% больше при лучшем аминокислотном составе. Это очень важно, поскольку несбалансированность кормов по питательности и содержанию белка вызывает необоснованный перерасход зерна на 20-25%, при этом недобор продукции животноводства составляет 30-35% [1]. Интерес к тритикале постоянно растет как из-за высокой урожайности, так и признания преимущества перед другими зерновыми культурами при выращивании на менее плодородных почвах [3, 4, 6].

В структуре посевных площадей в 2015 г. яровое тритикале занимало 17,5 тыс. га при средней урожайности 33,6 ц/га, являясь одной из самых урожайных яровых зерновых культур.

Целью наших исследований являлось изучение влияния уровня интенсивности технологии возделывания на особенности формирования урожайности зерна яровым тритикале.

Методика и условия и проведения исследований. Полевые опыты с яровым тритикале проводились в 2010-2012 гг. Почва на опытном участке дерно-

во-подзолистая легкосупесчаная, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН (KCl) – 6,0-6,2, содержание гумуса – 2,2-2,6%, фосфора – 300-370 мг/кг, калия – 300-360 мг/кг почвы. Предшественником для культуры являлась кормовая свекла. Площадь делянки 480 м² га, повторность четырехкратная.

Закладку полевых опытов и статистическую обработку полученных результатов проводили по методике Б.А. Доспехова [5].

Объектом исследований являлось яровое тритикале сорта Узор. Возделывание ярового тритикале проводилось по двум технологиям, условно называемым интенсивная (ИТ) и прогрессивная (ПТ). Интенсивная технология включала в себя следующие агроприемы: внесение фосфорно-калийных удобрений в дозе Р₆₀К₉₀ с осени под зяблевую вспашку; азотные удобрения в форме карбамида вносили в дозе 70 кг д.в. в основную заправку до посева. Семена протравливали препаратом кинто дуо, ТК (2,25 л/т), норма высева семян 5,0 млн/га. В фазе всходов (11-12) проводилась химическая прополка препаратом серто плюс, ВДГ (0,2 кг/га) совместно инсектицидом фастак, КЭ (0,1 л/га). В борьбе с болезнями колоса в фазе трубкования (34-37) вносили фунгицид рекс дуо, КС с нормой расхода 0,6 л/га.

По прогрессивной технологии возделывания с целью повышения массы 1000 зерен и улучшения качества зерна дополнительно применялась подкормка посева карбамидом в дозе 30 кг/га д.в. (30-31) и 10 кг д.в. азота в форме растворенного карбамида (59-61). Для предотвращения полегания применялся ретардант ЦеЦеЦе 750, ВК с нормой расхода 0,8 л/га в фазе начала выхода в трубку (30-32) совместно с комплексным препаратом Basfoliar 34, содержащим набор микроэлементов (4 л/га) и фунгицидом флексити, КС (0,3 л/га). В борьбе с болезнями на стадии 34-37 использовался фунгицид абакус, СЭ (1,75 л/га) и для защиты колоса в фазе цветения (61-65) вносили фунгицид карамба, ВР с нормой расхода 1,5 л/га.

В мае, июне и первой декаде июля 2010 г. отмечалось избыточное выпадение осадков. Температура воздуха почти каждую декаду в течение весенне-летней вегетации превышала средние многолетние значения на 2,0-6,5 °С, что отрицательно сказалось на наливе зерна.

Условия 2011 г. в весенне-летний период были преимущественно благоприятными. Только в первой декаде июня наблюдались засушливые явления (дефицит осадков и превышение среднесуточной температуры над средней многолетней на 5,6 °С при относительной влажности воздуха 54%). В третьей декаде июня и первой декаде июля наблюдалось избыточное выпадение осадков. Температура воздуха во второй и третьей декадах июля на 4,2-5,5 °С превысила среднюю многолетнюю. Высокая температура в сочетании с выпадением осадков способствовали распространению болезней колоса и инфицированности зерна.

Погодные условия вегетационного периода 2012 г. были преимущественно благоприятными. Только в третьей декаде мая наблюдались засухи (6% осадков от нормы и превышение среднесуточной температуры над средней многолетней на 1,1 °С).

Результаты исследований и их обсуждение. Плотность продуктивного стеблестоя злаковых культур, как одного из ведущих элементов триады урожайности, формируется нормой высева семян, дозой азотных удобрений, биологическими особенностями сорта и погодными условиями во время вегетации.

Условия первой половины вегетации в годы исследований были благоприятными для кушения ярового тритикале, благодаря чему был сформирован достаточно плотный для яровой культуры стеблестой, максимальные значения которого в фазе полного кушения находились на уровне 504-780 шт./м² на интенсивной технологии и 467-768 шт./м² на прогрессивной. К уборке среднее значение числа продуктивных колосьев на квадратном метре было равно 299 шт./м² на интенсивной технологии и 344 шт./м² на прогрессивной.

Одним из основных элементов структуры урожая является число зерен в колосе, которое опосредовано числом колосков в колосе и числом оплодотворенных цветков в колоске [6]. Потенциально в каждом колоске ярового тритикале может оплодотвориться 5-7 семян, из которых в последующем формируется зерно. В процессе дальнейшего развития количество зерен в колоске сокращается до 2-3 штук из-за дефицита питания или воздействия других неблагоприятных факторов среды (дефицит или избыток осадков, конкуренция за фактор света, повреждение вредителями или болезнями и т.д.).

Динамика сохранения оплодотворенных семян в колосе в процессе формирования зерновок и их налива отслеживалась в наших опытах путем отбора проб с периодичностью проведения учетов 7 дней.

Общая тенденция изменения количества зерен в колосе выражалась в снижении их числа по мере созревания зерновок (рисунок 1). Если в период формирования зерновок в колосе ярового тритикале насчитывалось 54,9-63,7 (ИТ) и 61,0-66,1 (ПТ), то к уборке среднее число зерен в колосе на интенсивной технологии в зависимости от условий года составляло 41,8-48,4 шт., на прогрессивной – 39,7-52,0 шт. При этом сброс зерен за время налива на интенсивной технологии составил 13,1-15,3 зерна (23,9-24,1%), а на прогрессивной – 14,1-21,3 или 21,3-34,9%. Однако достоверного изменения числа зерен в колосе под влиянием интенсификации технологии возделывания ярового тритикале не установлено.

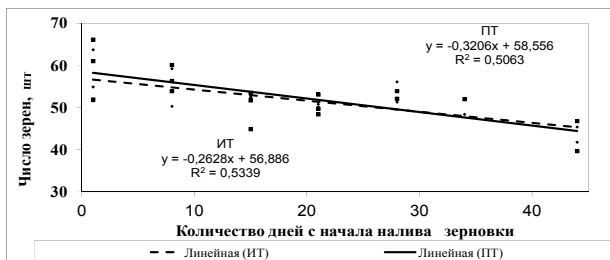


Рисунок 1 – Динамика сохранения числа зерен в колосе ярового тритикале в 2010-2012 гг.

Развитие зерен после оплодотворения заключается в увеличении линейных размеров и объема, накоплении запасных питательных веществ в эндосперме, снижении влажности и появлении способности к прорастанию зародыша. Уровень формирующейся урожайности зерновых зависит от длительности фазы налива и активности ассимиляции [8]. Поступающие в зерновку во время налива растворенные азотистые вещества и углеводы превращаются в высокомолекулярные соединения, откладываются в эндосперме в виде белковых веществ и крахмала. Засуха или болезни листьев и колоса приводят к сокращению периода налива, образованию щуплого зерна за счет снижения доли эндосперма при незначительном изменении массы алейронового слоя и зародыша.

Продолжительность интенсивного налива зерна ярового тритикале меньше зависела от интенсификации технологии возделывания и существенно от условий вегетационного периода (рисунок 2).

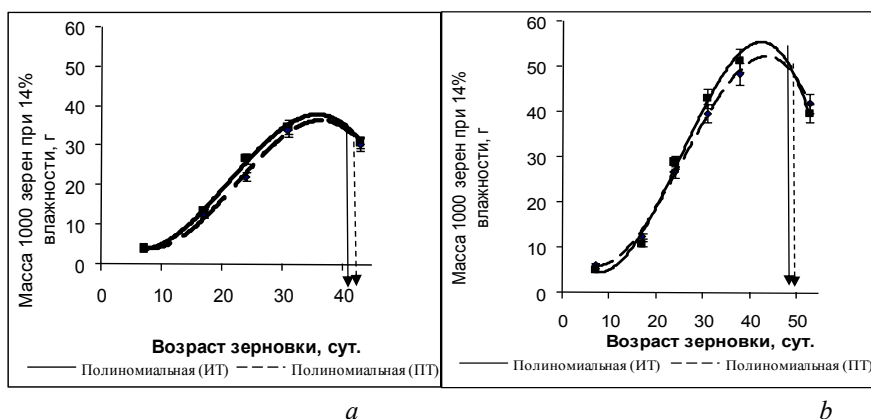


Рисунок 2 – Динамика накопления массы 1000 зерен ярового тритикале в зависимости от интенсификации технологии возделывания и условий вегетационного периода (а – 2010 г., б – 2011 г.)

Интенсивность накопления массы 1000 зерен ярового тритикале в расчете на 14% влажность за период от завершения формирования зерновки до максимально высоких ее значений различалась в зависимости от условий вегетационного периода в годы исследований и составляла 1,12 г/сут. в условиях 2010 г. (продолжительность 36-37 суток) и 1,25 г/сут. в 2011 г. (продолжительность 44-45 суток). За годы исследований были выявлены различия как по продолжительности налива зерна, так и по массе 1000 зерен. При этом значения последнего показателя при уборке всегда была ниже зафиксированных максимальных значений, что и отражено на кривых рисунка 2. Наиболее благоприятные условия в годы исследований, способствующие интенсивному и продолжительному наливу зерна, складывались в 2011 г., что позволило сформировать выполненное зерно с массой более 50 г.

Урожайность зерна ярового тритикале за годы исследований по обем технологиям сформировалась на уровне 37,8-63,0 ц/га (таблица).

Таблица – Урожайность и содержание сырого белка в зерне ярового тритикале в зависимости от уровня интенсификации технологии возделывания

Год исследований	Технология					
	Интенсивная			Прогрессивная		
	Урожайность, ц/га	Содержание сырого белка, %	Сбор сырого белка с 1 га, ц	Урожайность, ц/га	Содержание сырого белка, %	Сбор сырого белка с 1 га, ц
2010	37,8	12,1	4,6	47,4	11,7	5,6
2011	61,7	13,4	8,3	63,0	13,4	8,4
2012	54,3	12,7	6,9	59,0	12,9	7,6
Среднее	51,3	12,7	6,6	56,6	12,7	7,2

HCP_{05 A} (годы исследований) 4,58

HCP_{05 B} (технология) 3,74

HCP₀₅ част. сред. не дост.

Содержание сырого белка в зерне ярового тритикале за годы исследований изменялось незначительно и существенно не различалось в зависимости от примененных в опыте технологий возделывания. Максимальная урожайность зерна и сбор сырого белка были получены в 2011 г. на обоих уровнях интенсификации технологии возделывания.

Заключение

Возделывание ярового тритикале по прогрессивной технологии (более высокий уровень интенсификации) позволило получить достоверную прибавку урожайности в размере 5,3 ц/га за счет более плотного продуктивного стеблестоя на 45 шт./м² без снижения содержания сырого белка в зерне и увеличить его сбор на 0,6 ц/га.

Литература

1. Булавина, Т.М. Оптимизация приемов возделывания тритикале в Беларуси / Т.М. Булавина; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси; под. ред. С.И. Гриба. – Минск: ИВЦ Минфина, 2005. – 224 с.
2. Гриб, С.И. Яровое тритикале: основные преимущества и особенности технологии возделывания / С.И. Гриб, В.Н. Буштевич, Т.М. Булавина // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 139-142.
3. Гриб, С.И. Эффективность использования озимых форм в селекции ярового тритикале / С.И. Гриб, Т.В. Углик, Е.Л. Полякова, Ж.С. Пилипенко / Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр./ РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – Вып. 51. – С. 295-302.
4. Гриб, С.И. Генотипы, методы и результаты селекции тритикале в Беларуси / С.И. Гриб // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – Минск: «Беларуская навука», 2014. – №3. – С. 40-45.

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 350 с.
6. Холодинский, В.В. Формирование урожайности зерна яровой тритикале в зависимости от сорта и приемов возделывания: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09./ В.В. Холодинский. – Жодино, 2011. – 18 с.
7. Хотылева, Л.В. Тритикале: Создание и перспективы использования / Л.В. Хотылева [и др.] / Минск: Наука и техника, 1986. – 215 с.
8. Шпаар, Д. Основы и принципы управления посевами зерновых / Д. Шпаар [и др.] // Ахова раслін. – 2002. – №5. – С. 17-20.

EFFECT OF CULTIVATION TECHNOLOGY INTENSIFICATION LEVELS ON YIELD AND PROTEIN CONTENT IN SPRING TRITICALE GRAIN

F.I. Privalov, K.G. Shashko, V.V. Kholodinsky, V.N. Bezlyudny, A.A. Novichuk

The results of three-year researches on yield formation and crude protein content in spring triticale (cv. Uzor) grain at two levels of cultivation technology intensification are presented in the article. It has been established that the spring triticale cultivation at the higher level of cultivation technology intensification provides significant grain yield increase of 0.53 t/ha not lowering the crude protein content.

УДК (581.132+575.21):633.11

**ЗАВИСИМОСТЬ ХЛОРОФИЛЛЬНОГО ИНДЕКСА ПОСЕВОВ
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ
УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ И ЕГО СВЯЗЬ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ**

**О.В. Зборовская, аспирант, Г.А. Прядкина, доктор биол. наук,
В.П. Оксем, кандидат биол. наук,
Институт физиологии растений и генетики НАН Украины, г. Киев**

(Поступила 02.03.2016 г.)

Аннотация. Проведено сравнительное изучение влияния условий выращивания на хлорофилльный индекс посевов и его составляющие в репродуктивный период развития у высокопродуктивных сортов озимой пшеницы. Показано, что влияние условий выращивания на количество хлорофилла в листьях побегов с единицы площади посева существенно зависело от сорта. Установлено, что для формирования высокой зерновой продуктивности озимой пшеницы (80-100 ц/га) хлорофилльный индекс посевов в фазу цветения должен составлять 2-3 г хлорофилла/м² и не снижаться менее, чем до 0,7-1,5 в фазу молочно-восковой спелости зерна.

Необходимость увеличения производства продовольствия в наше время обусловлена целым рядом причин, главными из которых являются быстрый рост народонаселения на Земле и связанное с ним увеличение спроса на продовольствие. По оценкам экспертов ФАО, производство зерна пшеницы, являющегося основным источником пищи более чем 1,5 млрд. человек, имеет меньшие темпы роста, чем рост численности населения [1].

Анализ данных литературных источников свидетельствует о том, что урожайность современных сортов озимой пшеницы связана с показателями мощности развития фотосинтетического аппарата [2-5]. Основой для такого повышения является увеличение использования поглощенной фотосинтетическим аппаратом солнечной радиации [6-7]. В то же время, роль влияния условий внешней среды на показатели мощности развития фотосинтетического аппарата у сортов озимой пшеницы остается малоизученным. Актуальность таких исследований обусловлена как наблюдающимися изменениями климата, так и торможением ежегодного прироста урожайности злаков [8-9]. Целью данной работы было исследование изменения хлорофилльного индекса посевов в зависимости от условий выращивания для выявления признаков высокой продуктивности озимой пшеницы.

Материалы и методика исследований. Исследования с 5-ю сортами мягкой озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) проведены в полевых условиях (пгт. Глеваха Киевской области). Учетная площадь каждой из повторностей составляла 10 м². Изменение условий выращивания было вызвано разницей в сроках посева (в оптимальный срок и в поздний – с задержкой на одну неделю) и различным месторасположением участков на поле (на краю поля рядом с лесополосой и в центральной части поля). Фитометрические и фенологические определения проводили в течение периода от начала фазы выхода в трубку (GS 45) до молочно-восковой спелости (МВС) (GS 85) в 4-х повторностях по 5 побегов в каждой по общепринятым методикам [10-11]. Определение содержания хлорофиллов *a* и *b* в листьях осуществляли безмацерационным методом экстрагирования пигментов из флаговых и усредненной навески нижерасположенных листьев диметилсульфоксидом с последующим измерением оптической плотности полученных растворов на спектрофотометре СФ-26 (ЛОМО, Ленинград) [12]. Величину хлорофилльных индексов (ХЛИ) листьев посевов рассчитывали, как произведение массы сырого вещества листьев, содержания хлорофилла в них и количества побегов на 1 м² почвы [13]. Этот показатель мощности развития фотосинтетического аппарата характеризует валовое количество хлорофилла в листьях растений на единице площади посева.

Результаты исследований. Изучаемые сорта озимой пшеницы отличаются сроком их выведения, скороспелостью и качеством зерна и характеризуются высоким генетическим потенциалом (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы [14]

Сорт	Год регистрации	Скороспелость	Тип по качеству зерна	Генетический потенциал урожайности, т/га
Ятрань 60	2001	Среднеранний	Сильная	10,82
Наталка	2010	Среднеранний	Экстра-сильная	10,17
Сотница	2013	Среднеранний	Сильная	11,00
Дарунок Подилля	2013	Среднепоздний	Сильная	10,95
Астарта	2014	Среднеспелый	Ценная	11,77

Для сравнения показателей пигментного аппарата исследуемых сортов было проанализировано изменение содержания хлорофилла и массы сухого вещества во флаговых листьях и усредненной пробе нижерасположенных в репродуктивный период развития растений.

В фазу цветения в обоих вариантах сорта незначительно отличались по содержанию хлорофилла во флаговых листьях (2,65-2,88 мг/г сырого вещества листа), за исключением сорта Наталка, у которого наблюдали наиболее низкие значения (таблица 2). Его содержание в усредненной пробе нижерасположенных листьев в варианте с поздним сроком сева варьировало сильнее, чем с оптимальным, соответственно – от 1,82 до 1,92 и от 1,33 до 1,88 мг/г сырого вещества листа.

Таблица 2 – Содержание хлорофилла, мг/г сырого вещества листа, во флаговых и нижерасположенных листьях сортов озимой мягкой пшеницы в фазу цветения и молочно-восковой спелости в посевах с разной датой высева

Сорт	Оптимальный срок сева		Поздний срок сева	
	флаговый лист	остальные	флаговый лист	остальные
	Цветение			
Ятрань 60	2,82	1,92	2,62	1,57
Наталка	2,49	1,83	2,47	1,33
Сотница	2,79	1,84	2,65	1,41
Дарунок Подиля	2,88	1,85	2,75	1,88
Астарта	2,84	1,82	2,82	1,73
НСР ₀₅	0,09	0,05	0,07	0,06
	Молочно-восковая спелость			
Ятрань 60	2,45	1,50	2,29	1,17
Наталка	2,30	1,31	2,17	1,02
Сотница	2,40	1,35	2,25	1,11
Дарунок Подиля	2,65	1,59	2,68	1,34
Астарта	2,55	1,60	2,56	1,23
НСР ₀₅	0,11	0,10	0,14	0,12

В фазу молочно-восковой спелости содержание хлорофилла, как во флаговых, так и нижерасположенных листьях сортов Дарунок Подиля, Астарта и Ятрань 60, было выше, чем у двух остальных (таблица 2). Максимальная разница по содержанию хлорофилла во флаговых листьях исследуемых сортов в варианте с оптимальным сроком сева составляла 16% в фазу цветения и 15% в фазу МВС, с поздним, соответственно, 14% и 23%, а в нижерасположенных листьях – 6 и 22%, 41 и 31%.

Масса сухого вещества флаговых и нижерасположенных листьев также варьировала в зависимости, как от сорта, так и от условий выращивания (таблица 3). В варианте с оптимальным сроком сева максимальная разница между сортами во флаговых листьях составляла 49% в фазу цветения и 90% в фазу МВС, с поздним соответственно 102% и 306%, а в нижерасположенных листьях

Таблица 3 – Масса сухого вещества (г) флаговых и нижерасположенных листьев разных сортов озимой мягкой пшеницы в фазы цветения и молочно-восковой спелости в посевах с разной датой высева

Сорт	Оптимальный срок сева		Поздний срок сева	
	флаговый лист	остальные	флаговый лист	остальные
Цветение				
Ятрань 60	0,102	0,197	0,086	0,114
Наталка	0,088	0,161	0,065	0,117
Сотница	0,077	0,102	0,070	0,071
Дарунок Подилля	0,131	0,255	0,131	0,238
Астарта	0,130	0,222	0,113	0,205
НСР ₀₅	0,008	0,008	0,008	0,008
Молочно-восковая спелость				
Ятрань 60	0,082	0,088	0,053	0,033
Наталка	0,085	0,090	0,058	0,034
Сотница	0,052	0,043	0,034	0,024
Дарунок Подилля	0,156	0,117	0,138	0,089
Астарта	0,083	0,081	0,060	0,079
НСР ₀₅	0,005	0,005	0,005	0,004

– 58 и 172%, 235 и 231%. Такие существенные изменения массы сухого вещества были связаны с разной густотой: 700-800 продуктивных побегов на 1 м² в варианте с оптимальным сроком сева и 450-500 – с поздним. Существенное снижение плотности побегов в последнем варианте было обусловлено двумя основными причинами: большим вымерзанием растений, выросших из поздно высеванных семян (по данным Л.А. Хоменко), и неблагоприятными условиями, вызванными близким месторасположением лесополосы.

Наибольшей массой сухого вещества листьев побегов, произрастающих на 1 м², в фазу цветения в варианте с оптимальным сроком сева отличался сорт Дарунок Подилля (около 370 г/м²), у остальных 4-х сортов она была примерно одинаковой (200-230 г/м²) (рисунок 1). В фазу МВС ее значения у первого сорта продолжали оставаться самими высокими – 220 г/м², разница между остальными сортами становилась больше: от 134 г/м² у сорта Сотница до 85 г/м² у сорта Наталка. В варианте с поздним сроком сева ее величина у исследуемых сортов уменьшалась по сравнению с оптимальным сроком в фазу цветения в 1,5-2,4 раза, в фазу МВС – в 1,5-3,3 раза. Таким образом, разница между сортами по массе сухого вещества была выше, чем по содержанию хлорофилла. В связи с этим, закономерности изменений ХЛИ листьев имели такой же характер, как и массы сухого вещества (рисунок 2).

Наименьшим снижением ХЛИ посева, вызванным ухудшением условий выращивания, отличался сорт Астарта – в 1,5 раза в фазу цветения и в 1,9 – в фазу МВС, тогда как у остальных сортов в 1,8-2,7 и в 2,2-3,1 раза соответственно. Дисперсионный анализ влияния сортовых особенностей и условий выращивания показал, что наибольшее влияние на величину ХЛИ посевов оказали условия произрастания, влияние сорта и взаимодействия этих факторов также было существенным (таблица 3).

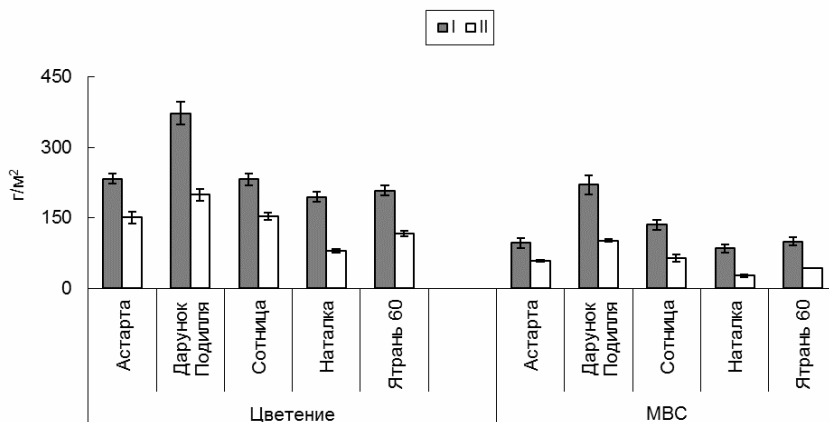


Рисунок 1 – Масса сухого вещества ($г/м^2$), листьев разных сортов озимой мягкой пшеницы с единичной площади почвы в фазы цветения и молочно-восковой спелости в посевах с разной датой высева

Примечание: здесь и на рисунке 2: I – оптимальная дата высева, II – поздняя

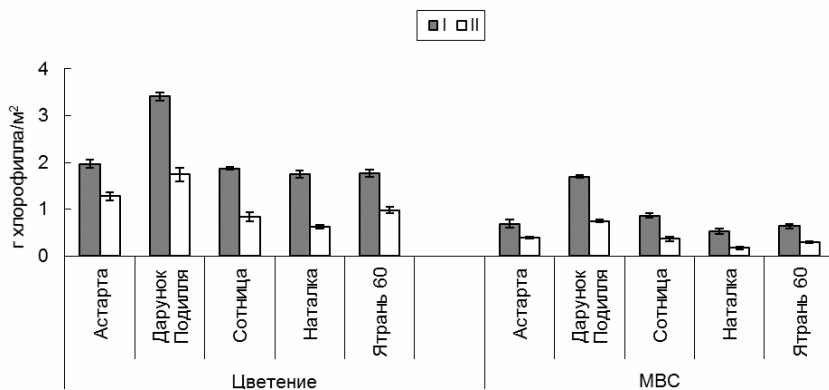


Рисунок 2 – Хлорофилльный индекс посевов, г хлорофилла/ $м^2$, разных сортов озимой мягкой пшеницы в фазы цветения и молочно-восковой спелости в посевах с разной датой высева

Условия выращивания также оказали большее влияние на величину урожая: их ухудшение привело к уменьшению зерновой продуктивности до 54-79%, в то время как максимальная разница по сортам колебалась в пределах 1-16% (таблица 4). Снижение урожайности сорта Астарта, как и ХЛИ листьев его посева, было меньшим (на 21% от его величины в варианте с оптимальным сроком сева), чем у остальных 4-х сортов (на 34-46%), что характеризует большую экологическую пластичность этого сорта.

Таблица 4 – Урожайность разных сортов озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания, т/га

Сорт	Срок высева				Урожайность сортов, % от оптимального срока сева
	Оптимальный		поздний		
	Урожайность, т/га	% от сорта-стандарта	Урожайность, т/га	% от сорта-стандарта	
Ятрань 60	9,80	100	6,50	100	66
Наталка	8,96	91	5,89	91	66
Сотница	10,10	103	6,19	95	61
Дарунок Подиля	11,07	113	5,99	92	54
Астарта	8,20	84	6,45	99	79

НСР₀₅: по сортам – 0,38, по условиям выращивания – 0,56 т/га.

О том, что увеличение площади ассимиляционной поверхности посевов способствует росту урожайности озимой пшеницы, свидетельствует тесная положительная корреляция между урожаем и ХЛИ в обе исследуемые фазы: $R^2 = 0,65$ в фазу цветения и $R^2 = 0,60$ в фазу МВС (рисунок 3). Связано это с тем, что за счет большей площади фотосинтезирующей поверхности увеличивается количество поглощенной листьями ФАР.

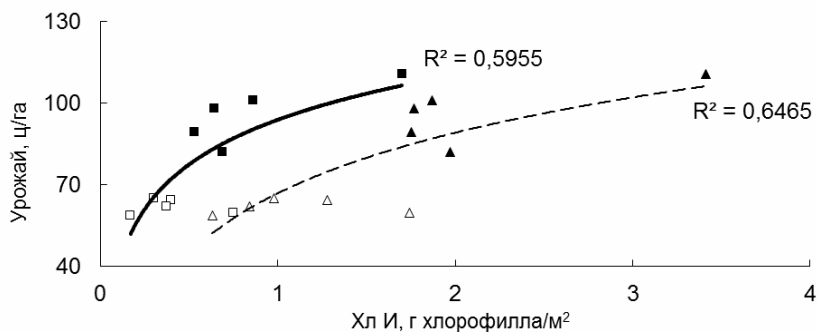


Рисунок 3 – Зависимость урожая, ц/га, от величин хлорофилльного индекса (г хлорофилла/м², в фазу цветения (прерывистая линия) и молочно-восковой спелости (сплошная) сортов озимой пшеницы, высеянных в оптимальный (темные значки) и поздний (светлые) сроки сева

Данные рисунка 3 позволяют сделать градацию ХЛИ посевов и соответствующих им урожаев, которая может быть полезной для оценки состояния посевов и прогнозирования урожая. Так, урожай будет достигать 60 ц/га если ХЛИ в фазу цветения будет варьировать в пределах 0,8-1,2 г хлорофилла/м², а в фазу МВС – 0,2-0,4. Зерновая продуктивность посевов, ХЛИ листьев которых в фазу

цветения составляет 2-3 г хлорофилла/м² или сохраняется на уровне 0,7-1,5 в фазу МВС, может достигать 80-100 ц/га.

Таким образом, показана возможность ранжирования урожайности озимой пшеницы по величине ХлИ. Анализ изменения показателей мощности развития фотосинтетического аппарата посевов в репродуктивный период вегетации и урожайности озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания и сортовых особенностей позволил выделить наиболее пластичный сорт Астарта в группе исследуемых сортов.

Выводы

1. Ухудшение условия произрастания растений привело к уменьшению хлорофилльного индекса посевов исследуемых сортов озимой пшеницы в 1,5-3,1 раза.

2. Меньшее снижение хлорофилльного индекса (1,5-1,9 раза от его величины в варианте с оптимальным сроком посева), по сравнению с остальными 4-мя сортами (в 1,8-3,1) и урожайности (соответственно на 21% и на 34-46%) в неблагоприятных условиях выращивания свидетельствует о большей экологической пластичности сорта Астарта.

3. Высокая зерновая продуктивность озимой пшеницы (80-100 ц/га) может формироваться в посевах, хлорофилльный индекс которых составляет 2-3 г хлорофилла/м² в фазу цветения и не снижается меньше, чем до 0,7-1,5 – в фазу МВС.

Литература

1. FAOSTAT. – FAO statistical databases. Food and Agriculture Organization of United Nations. – Rome, Italy. – 2013. – <http://www.fao.org>.
2. Андрианова, Ю.Е. Хлорофилльные индексы и хлорофилльные фотосинтетические потенциалы – критерии оценки потенциальной продуктивности сельскохозяйственных растений: автореф. дис. докт. биол. наук: 03.00.12. / Ю.Е. Андрианова; Московская СХА им. К.А. Тимирязева – М., 1998. – 50 с.
3. Shearman, V.J. Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK / V. J. Shearman, R. Sylvester-Bradley, K. Scott, M.J. Foulkes // *Crop Sci.* – 2005. – 45. – P. 175–185.
4. Прядкина, Г.А. Связь между показателями мощности развития фотосинтетического аппарата и зерновой продуктивностью озимой пшеницы в разные по погодным условиям годы / Г.А. Прядкина, Т.М. Шадчина // *Физиология и биохимия культурных растений.* – 2009. – 41, №2. – С. 59 - 68.
5. Моргун, В.В. Эффективность фотосинтеза и перспективы повышения продуктивности озимой пшеницы / В.В. Моргун, Г.А. Прядкина // *Физиология растений и генетика.* – 2014. – 46, № 4. – С. 279-301.
6. Jiang, G.M. Changes in rates of photosynthesis accompanying the yield increase in wheat cultivars released in the past 50 years / G.M. Jiang, J.Z. Sun, Q.N. Lui et al. // *Journal Plant. Research.* – 2003. – 16, N 5. – P. 347-354.
7. Murchie, E.H. Agriculture and the new challenges for photosynthesis research / E.H. Murchie, M. Pinto, P. Horton // *New Phytologist.* – 2009. – 181. – P. 532-552.
8. Иванов, А.Л. Глобальное изменение климата и его влияние на сельское хозяйство России / А.Л. Иванов // *Земледелие.* – 2009. – №1. – С. 3-5.
9. Brisson, N. Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France / N. Brisson, Ph. Gate, D. Gouache et al. // *Field Crop Research.* – 2010. – 119. – P. 201-212.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта – М.: Колос, 1973. – 335 с.
11. Zadoks, J.C. A decimal code for the growth stages of cereals / J.C. Zadoks, T.T. Chang, F. Konzak // [Weed Research](#). – 1974. – 14, 6. – P.415-421.
12. Wellburn, A.P. The spectral determination of chlorophyll a and b, as well as carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution / A.P. Wellburn // *J. Plant. Physiol.* – 1994. – 144, №3. – P. 307-313.
13. Тарчевский, И.А. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы / И.А. Тарчевский, Ю.Е. Андрианова // *Физиология растений*. – 1980. – 27, №2. – С. 341-347 с.
14. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та системи живлення і захисту озимої пшениці. Видання VIII. – Київ, Логос, 2014. – 150 с.

DEPENDENCE OF CANOPY CHLOROPHYLL INDEX ON GROWING CONDITIONS AND ITS RELATIONSHIP WITH PRODUCTIVITY IN HIGH-YIELDING VARIETIES OF WINTER WHEAT

O.V. Sborovskaya, G.A. Priadkina, V.P. Oksem

A comparative study of the influence of growing conditions on canopy chlorophyll index and its components during the reproductive period of development in high-yielding varieties of winter wheat was conducted. It was shown that the influence of the growth conditions on the amount of chlorophyll in the leaves of shoots per unit of soil area depended significantly on the variety. It was established that the formation of high yield of winter wheat (8-10 t/ha) necessitate the chlorophyll index of canopy at the flowering stage to be about 2-3 g of chlorophyll/m² and not less than 0.7-1.5 – at the milk-wax stage.

УДК 633.11:«324».631.55:631.53.04

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ
МЯГКОЙ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ
ВЫРАЩИВАНИЯ**

**В.В. Кириленко, А.Л. Дергачев, кандидаты с.-х. наук,
А.В. Гуменюк, Н.С. Дубовик**

Мироновский институт пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН Украины
с. Центральное, Украина 08853, E-mail: mwheats@mail.ru

(Поступила 10.03.2016 г.)

Аннотация. Выявлен высокий потенциал продуктивности генотипов пшеницы мягкой озимой универсального типа: Лютесценс 37090 (МПП Дніпрянка, 9,96 т/га), Эритроспермум 36802 (Грація миронівська, 10,01 т/га) и Лютесценс 36921 (Трудівниця миронівська, 9,92 т/га) которые изучались по четырем предшественникам и разным срокам сева. Они переданы на Государственное сортоиспытание Украины. Новые сорта Горлиця миронівська и МПП Валенсія характеризуются ценными хозяйственными признаками, существенно превышают сорт-стандарт по урожайности. Установлено, что перспективные генотипы максимально приближаются к модели сорта как в целом, так и по каждому параметру продуктивности.

Введение. Сорт универсального типа – довольно сложный комплекс биологических и морфологических признаков и свойств. Что касается биологических особенностей, то универсальность сорта зависит от его адаптации к воздействию погодных факторов и с какой толерантностью и сбалансированностью физиологических процессов обеспечивается формирование урожая. Универсальность сорта пшеницы мягкой озимой проявляется в высоком потенциале урожайности и устойчивости к действию неблагоприятных факторов окружающей среды при разных условиях выращивания [1-4].

Наиболее сложной проблемой в селекционной работе является комплексная оценка адаптивного потенциала генотипа по количественным признакам. Из литературных источников известно [5-7], что срок сева является одним из важнейших агротехнических факторов, влияющих на появление всходов, дальнейший рост и развитие растений, формирование зимостойкости, и в итоге – на величину урожая и качество зерна.

Материал и методика исследований. Изучали новые генотипы пшеницы мягкой озимой по реакции на элементы технологии выращивания. Схема опыта включала: фактор А – сорт (линия); фактор В – предшественник (сидеральный пар – горчица белая, озимый рапс, горох/зерно, кукуруза/силос); фактор С – срок сева (5.09; 15.09; 25.09; 6.10). Семена пшеницы перед высевом протравливали препаратом юнта квадро, т.к.с. (1,5 л/т), норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Сеяли селекционной сеялкой СН-10 ц на глубину 3-4 см. Учетная площадь делянки составляла 10 м², повторность 4-кратная. Весной на IV этапе органогенеза (э.о.) растения подкармливали азотом (аммиачная селитра) из расчета N₃₅. Весной (V э.о.) посевы пшеницы обрабатывали баковой смесью гербицидов пойнтер 75, в.г. (25 г/га) и пума супер 7,5 в.м.э. (1 л/га), фунгицида амистар Экстра 280 SC, к.с. (0,5 л/га) и прилипателя тренд 90 (200 мл/га).

Результаты исследований. Разные предшественники и сроки сева использовались как фон для выделения наиболее адаптированных генотипов с оптимальными характеристиками стабильности. В условиях 2013-2014 гг. средняя урожайность сортов и линий пшеницы в зависимости от предшественника и срока сева варьировала от 4,69 до 8,92 т/га (таблица 1).

Максимальной средней урожайностью с существенным превышением над стандартом характеризовались линии Лютесценс 37090 (МПП Дніпрянка) и Лютесценс 36921 (Трудівниця Миронівська).

Дисперсионным анализом полученных данных установлены достоверные различия влияния элементов технологии выращивания на урожайность пшеницы (рисунок 1). Влияние биологических особенностей сорта, предшественника, а также взаимодействий «сорт * предшественник» и «сорт * предшественник * срок сева» на урожайность составило 11,0; 8,5; 10,5 и 11,8% соответственно. Вклад предшественника в дисперсию урожая был максимальным (48,1%), срока сева и сорта – значительный (19,7 и 15,6%).

В условиях 2014/2015 гг. средняя урожайность линий пшеницы варьировала от 6,74 до 8,92 т/га в зависимости от предшественника и срока сева (таблица 2). Линии Эритроспермум 36802 (Грація миронівська), Лютесценс 37090 (МПП Дніпрянка) и сорт МПП Валенсія сформировали максимальную урожайность

Таблица 1 – Урожайность перспективных генотипов пшеницы мягкой озимой в зависимости от предшественника и срока сева, т/га (МИП, 2014)

Сорт, линия	Кукуруза/силос				Сидерат (горчица)			
	5.09	15.09	25.09	6.10	5.09	25.09	25.09	6.10
Срок сева	5.09	15.09	25.09	6.10	5.09	25.09	25.09	6.10
<i>Подолька – St</i>	5,99	5,35	6,01	7,17	6,01	5,76	5,27	5,96
Горлица миронівська	5,94	5,95	6,03	7,28	6,10	6,46	5,78	5,09
Лютесценс 36921	6,47	7,31	7,29	7,50	6,95	7,28	7,02	6,78
Лютесценс 37090	7,01	7,19	7,43	8,22	6,82	7,41	7,12	6,81
Лютесценс 36756	6,99	7,39	8,05	8,39	5,38	5,77	6,56	4,69
Лютесценс 35354	6,51	7,18	6,30	5,97	5,97	5,62	6,44	5,65
Средняя	6,48	6,73	6,85	7,42	6,15	6,38	6,36	5,83
	Озимый рапс				Горох			
Срок сева	5.09	15.09	25.09	6.10	5.09	25.09	25.09	6.10
<i>Подолька – St</i>	4,88	6,04	6,05	5,63	5,51	6,28	6,28	7,24
Горлица миронівська	6,66	7,08	6,41	8,57	7,29	8,17	6,45	7,76
Лютесценс 36921	6,75	6,87	7,46	5,58	6,37	7,52	8,08	7,89
Лютесценс 37090	6,98	7,16	6,76	7,34	6,27	7,48	8,92	8,11
Лютесценс 36756	5,21	5,20	5,52	5,17	5,60	7,00	6,75	7,18
Лютесценс 35354	5,28	7,25	7,27	6,96	5,29	7,39	7,67	7,40
Средняя	5,96	6,60	6,58	6,54	6,06	7,31	7,36	7,60

НСР₀₅

0,69

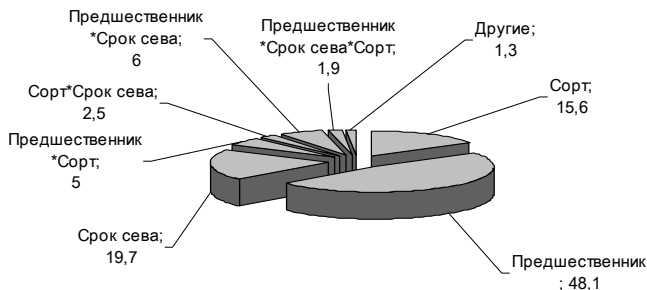


Рисунок 1 – Долевое влияние факторов на формирование урожайности новых генотипов пшеницы мягкой озимой (МИП, 2014 г.)

(10,01; 9,92 и 9,96 т/га соответственно) по предшественникам сидерат и горох при посеве в оптимально поздний строк – 6 октября.

Дисперсионным анализом также установлена существенная разница влияния элементов технологии выращивания на урожайность пшеницы. Влияние биологических особенностей сорта, срока сева, а также взаимодействий «предшественник * срок сева», «сорт * предшественник»; «сорт * предшественник * срок сева» на урожайность составила 9,2; 8,5; 15,0; 8,7; 7,0% соответственно. Вклад предшественника в дисперсию урожая был максимальным (30,6%) (рисунок 2).

Таблица 2 – Урожайность перспективных генотипов пшеницы озимой в зависимости от предшественника и срока сева, т/га (МИП, 2015)

Сорт, линия	Кукуруза/силос				Сидерат (горчица)			
Срок сева	5.09	15.09	25.09	6.10	5.09	15.09	25.09	6.10
Подолька – St	7,24	7,34	6,93	6,77	6,78	8,11	6,99	9,30
Горлиця миронівська	8,07	7,30	7,11	6,85	7,36	7,57	7,65	9,38
Лютеценс 36921	7,88	7,49	7,37	6,91	7,48	8,89	8,05	8,13
Лютеценс 37090	7,54	7,35	7,00	7,25	6,91	7,57	7,69	9,89
МІП Валенсія	6,67	7,31	6,82	6,38	6,61	9,12	7,62	9,96
Эритроспермум 36802	7,60	7,68	6,84	6,49	7,86	9,21	7,68	10,01
Средняя	7,50	7,41	7,01	6,78	7,17	8,41	7,61	9,45
	Озимый рапс				Горох			
Срок сева	5.09	15.09	25.09	6.10	5.09	15.09	25.09	6.10
Подолька – St	6,76	7,10	6,68	6,79	7,23	6,60	8,45	8,33
Горлиця миронівська	6,07	6,20	6,06	6,85	7,85	7,14	7,93	8,28
Лютеценс 36921	6,58	6,36	7,13	7,25	8,10	8,15	9,17	9,53
Лютеценс 37090	6,79	6,44	7,00	7,49	8,51	8,43	9,20	9,92
МІП Валенсія	6,26	5,26	6,41	7,11	8,22	8,33	9,35	9,32
Эритроспермум 36802	6,88	6,39	6,65	7,71	8,41	8,44	8,70	9,71
Средняя	6,56	6,29	6,66	7,20	8,05	7,85	8,80	9,18

НСР₀₅

0,75

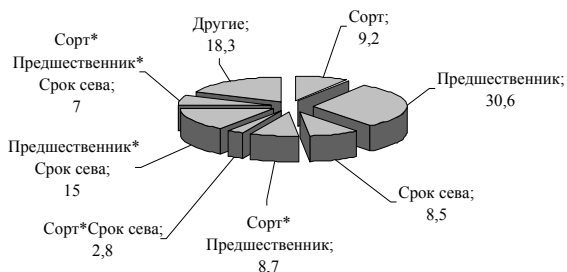


Рисунок 2 – Долевое влияние факторов на формирование урожайности новых генотипов пшеницы мягкой озимой, % (МИП, 2015 г.)

В результате исследований 2014-2015 гг. (таблица 3) выявлен высокий потенциал урожайности генотипов пшеницы универсального типа Лютеценс 37090 (МІП Дніпрянка), Эритроспермум 36802 (Грація миронівська) и Лютеценс 36921 (Трудівниця миронівська), которые переданы и планируются к передаче на государственное сортоиспытание Украины.

Новые сорта, Горлиця миронівська, МІП Валенсія характеризуются ценными хозяйственными признаками и существенно превышают по урожайности сорт стандарт (таблица 4).

Таблица 3 – Средняя урожайность сортов пшеницы мягкой озимой в зависимости от предшественника, т/га (МИП, 2014-2015 гг.)

Сорт	Кукуруза /силос	Сидерат (горчица)	Озимый рапс	Горох	Средняя
<i>Подольнка - St</i>	6,69	6,77	6,24	7,13	6,71
Горлиця миронівська	6,82	6,93	6,74	7,63	7,03
Лютесценс 36921	7,28	7,58	6,75	8,29	7,48
Лютесценс 37090	7,37	7,53	7,00	8,59	7,62
МІП Валенсія	6,80	7,33	6,26	8,00	7,10
Эритроспермум 36802	7,15	7,69	6,91	8,62	7,59
Средняя	7,02	7,31	7,15	8,04	7,26

Таблица 4 – Характеристика перспективных линий пшеницы мягкой озимой по хозяйственным признакам (МИП, среднее 2010-2015 гг.)

Год	Урожайность, т/га	+ к St, т/га	Высота расте- ний, см	Поражение болезнями, %			Содержание «сырой» клей- ковины, %	Объем хлеба, см ³
				мучнистая роса	бурая ржав- чина	сетгроз		
Эритроспермум 37028 (Горлиця миронівська),								
2010-2015	7,3	+1,03	89	8,1	7,2	5,9	29,0	820
Эритроспермум 37328 (МІП Валенсія)								
2011-2015	6,9	+0,90	87	3,5	9,3	9,5	29,1	800
Лютесценс 36921 (Трудівниця миронівська)								
2010-2015	7,5	+1,2	95	11,3	10,3	5,0	28,5	810
Лютесценс 37090 (МІП Дніпрянка)								
2010-2015	5,1	+1,5	94	5,9	7,3	10,5	29,2	801
НСР ₀₅	0,65		10	2,1	2,4	2,5	1,5	102

Для создания лучшего сорта, чем существующие, нужно смоделировать определенный идеал. Поэтому модель сорта – необходимое условие для современной селекционной программы, учитывающей не только желаемые признаки будущего генотипа, но и факторы окружающей среды, лимитирующие урожайность и качество продукции. Сравнительная характеристика составляющих зерновой продуктивности перспективных линий озимой пшеницы универсального типа и предлагаемой модели приведены на рисунке 3.

У новых линий (Лютесценс 37090, Лютесценс 37090, Эритроспермум 36802, Лютесценс 36772) озимой пшеницы наблюдается селекционный прогресс в увеличении массы зерна и количества зерен с колоса, а также продуктивной кустистости, что позволило сформировать высокую урожайность по сравнению со стандартом.

Перспективные линии максимально приблизились к модели, как в целом, так и по каждому параметру, что свидетельствует о поэтапности селекционного улучшения при создании сортов пшеницы мягкой озимой нового поколения.

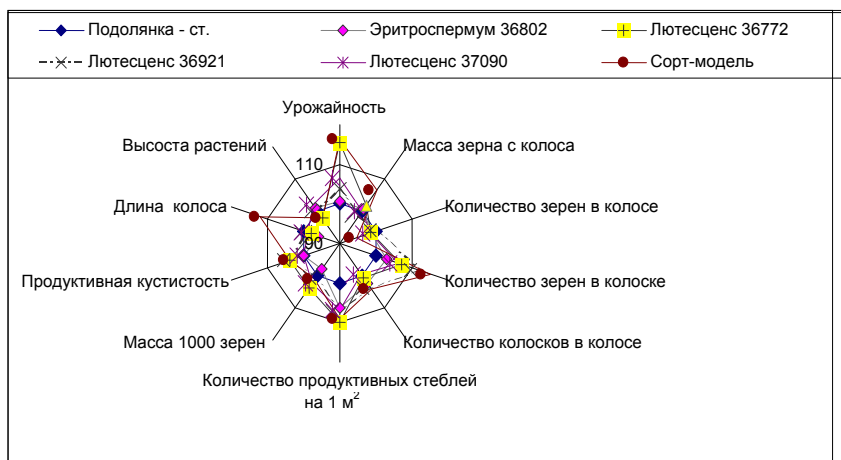


Рисунок 3 – Параметры элементов продуктивности перспективных линий озимой пшеницы относительно сорта стандарта и сорта-модели универсального типа, (МИП, среднее за 2013-2015 гг.)

Выводы

1. В результате комплексного исследования выделено три линий пшеницы мягкой озимой: Лютеценс 37090, Эритроспермум 36802 и Лютеценс 36921, они обусловлены ценными признаками универсального использования, которые переданы и планируются к передаче на государственное сортоиспытание. Новые сорта Горлиця миронівська, МИП Валенсія характеризуются ценными хозяйственными признаками и существенно превышают по урожайности сорт-стандарт.

2. Установлено, что перспективные генотипы максимально приблизились к модели сорта, как в целом, так и по каждому параметру.

Литература

1. Литвиненко, М.А. Корекція моделі сорту озимої м'якої пшениці універсального типу для умов півдня України в зв'язку зі змінами клімату / М.А. Литвиненко // Вісник Білоцерківського державного аграрного ун-ту: зб. наук. праць. – Біла Церква, 2008. – Вип. 52. – С. 18-26.
2. Литвиненко, М.А. Сорти універсального типу. Характеристика особливості на фоні різних строків сівби / М.А. Литвиненко, В.Г. Чайка // Насінництво. – 2010. – №3. – С. 1-6.
3. Литвиненко, М.А. Удосконалення програми селекції сортів озимої м'якої пшениці універсального типу для умов півдня України в зв'язку зі змінами клімату / М.А. Литвиненко / Зб. наук. праць СГІ-НЦНС УААН. – Одеса, 2010. – Вип. 16 (56). – С. 9-22.
4. Для універсального використання : сорти озимої пшениці у південному регіоні країни / Р.А. Вожегова [и др.] // Насінництво, 2012. – №9. – С. 11-14.
5. Власенко, В.А. Оцінка адаптивного потенціалу сортів пшениці озимої за врожайністю та висотою рослин / В.А. Власенко [и др.] // Вісник Білоцерк. держ. аграрн. ун-ту : зб. наук. праць. – Біла Церква, 2008. – Вип. 52. – С. 26-30.

6. Науково-практичні підходи до ведення сільського господарства за екстремальних погодних умов / Матеріали позачергової сесії загальних зборів Української академії аграрних наук 15 липня 2003 р., м. Київ. – К. : Аграрна наука, 2003. – 144 с.

7. Гангур, В.В. Вплив строків сівби на урожайність пшениці озимої в умовах Центральної частини Лівобережного Лісостепу України / В.В. Гангур [и др.] // Вісник Полтавської держ. аграрн. академії. – 2010. – №2. – С. 33-34.

PRODUCTIVITY OF PERSPECTIVE SOFT WINTER WHEAT GENOTYPES DEPENDING ON GROWING CONDITIONS

V.V. Kyrylenko, A.L. Dergachov, A.V. Gumenyuk, N.S. Dubovyk

High potential productivity was identified in soft winter wheat genotypes of universal type: Lutescens 37090 (MIP Dniprianka), ErythrospERMum 36802 (Gratsiia myronivska) and Lutescens 36921 (Trudivnytsia myronivska) which were studied with four predecessors and different sowing dates. They were transferred to the State Variety Testing in Ukraine. New varieties Horlytsia myronivska and MIP Valensiia are characterized with valuable economic traits and significantly exceed the standard variety in terms of yield. It has been found that the promising genotypes are the closest to the model variety both in general and by each productivity parameter.

УДК 633.16:631[51+559]

ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО КОРМОВОГО ЯЧМЕНЯ

А.А. Зубкович¹, канд. с.-х. наук, **А.П. Гвоздов¹**, канд. с.-х. наук,
О.Н. Якута², канд. с.-х. наук, **Т.П. Савостеева³**

¹РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

²РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси по земледелию»

³РУП «Гомельская ОСХОС НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 02.05.2016 г.)

Аннотация. В статье изложены результаты исследований по изучению влияния внескорневой подкормки мочевиной в дозе N_{30} , применения регулятора роста серон, ВР (0,8 л/га) в фазу ДК 37 и фунгицидов отечественного производства на урожайность новых сортов кормового ячменя. Проведена оценка экономической эффективности использования изученных элементов технологии.

В Республике Беларусь яровой ячмень – одна из основных зерновых культур весеннего сева [1]. При валовых сборах последних пяти лет от 1,574 млн т (2013 г.) до 1979 млн т (2010 г.) – до 200 тысяч тонн ячменя заготавливается для производства солода и пива, около 125 тысяч тонн – для производства круп, и до 220 тысяч т на семена [1, 2]. Все оставшееся зерно ячменя используется на корм скоту. В 1 кг зерна ячменя содержится в среднем ЭКЕ 1,39, протеина сырого – 11,6%, сырых БЭВ – 63,4%, клетчатки – 4,5 %, жира – 2,2. Кормовую ценность имеет и ячменная солома. В ней в среднем содержится: переваримого

протеина 1,0%, жира – 0,9, клетчатки – 32,9, безазотистых экстрактивных веществ – 35,8% [3].

Посевные площади новых кормовых сортов селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» Магутны и Фэст за два года увеличились в 9,9 и 22,8 раз, занимая в 2015 г. соответственно 41,2 и 23,7 тыс. га. Чтобы производители продукции могли максимально использовать генетический потенциал каждого сорта, необходимо уточнить сортовые особенности технологии выращивания. Ранее нашими исследованиями было установлено, что сорта Магутны и Фэст различаются по периоду вегетации, в том числе по длительности отдельных межфазных периодов (для сорта Магутны характерен интенсивный начальный рост), по высоте растений, устойчивости к основным листовым болезням.

Яровой ячмень с основной и побочной продукцией выносит около 29,1 кг N на 1 т зерна [4]. Варьирование в зависимости от сорта, дозы и формы азотных удобрений составляет от 21,7 до 29,7 кг азота на 1 т продукции [5]. Для повышения урожайности к основной заправке N_{60-90} эффективно применение внекорневых подкормок азотными удобрениями в фазу ДК 32-33 и ДК 55-59 [5-7]. Увеличение доз азотных удобрений вызывает на ячмене усиление развития листовых болезней [8] и увеличение полегания, вынуждая проводить дополнительные обработки посевов фунгицидами и ретардантами [9]. В последние три года в Беларуси самая низкая цена азотных удобрений (в пересчете на действующее вещество) – около 800 долл., отмечена у карбамида.

Задачей наших исследований являлось уточнить хозяйственную и экономическую целесообразность применения отдельных элементов возделывания на новых сортах кормового ярового ячменя с целью максимальной реализации потенциала урожайности при оптимизации затрат.

Условия и методика проведения исследований. Исследования проводились на опытных полях научно-исследовательских организаций в трех пунктах: Смолевичский район (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»), Пружаны (РУП «Брестская ОСХОС») и Довск (РУП «Гомельская ОСХОС»).

Почва опытных участков в Смолевичском районе Минской области была дерново-подзолистая, легкосуглинистая, развивающаяся на средних супесях, подстилаемая с глубины 0,7 м суглинистой мореной. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН (в KCl) – 5,8-6,2, подвижный P_2O_5 – 260-340 мг на 1 кг почвы, обменный K_2O – 200-300 мг на 1 кг почвы, гумус – 2,1-2,3%.

Опытные участки в Пружанском районе Брестской области были расположены на дерново-подзолистой связно-супесчаной, подстилаемой с глубины 0,5-0,7 м мореным суглинком почве. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: рН (KCl) – 5,6-6,21, содержание P_2O_5 и K_2O соответственно 235-295 и 199-276 мг/кг почвы, гумус – 2,17-3,03%.

Почвы опытных участков в Рогачевском районе – дерново-подзолистые рышло супесчаные. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: рН (KCl) – 6,0, содержание P_2O_5 и K_2O соответственно 263 и 150 мг/кг почвы, гумус (по Тюрину) – 1,95%.

В качестве объектов исследований использовались новые сорта кормового ярового ячменя Фэст и Магутны. Опыты закладывали в четырехкратной повторности. Общая площадь делянки составляла 30 м², учетная – 25 м². Фосфорные и калийные удобрения в дозе P₉₀K₁₂₀ вносили осенью под зяблевую вспашку. Азотные удобрения в дозе N₉₀ вносили под предпосевную культивацию, а N₃₀ согласно схеме опытов в фазу ДК 31.

Схема опытов включала следующие варианты:

1. N₉₀ (контроль)
2. N₉₀ + серон, ВР (0,8 л/га) в фазу ДК 37
3. N₉₀ + фунгицид колосаль про, КМЭ(0,4 л/га) в фазу ДК 37-39
4. N₉₀ + серон, ВР (0,8 л/га) в фазу ДК 37 + фунгицид колосаль про, КМЭ (0,4 л/га) в фазу ДК 37-39
5. N₉₀₊₃₀
6. N₉₀₊₃₀ + серон, ВР (0,8 л/га) в фазу ДК 37
7. N₉₀₊₃₀ + фунгицид колосаль про, КМЭ (0,4 л/га) в фазу ДК 37-39
8. N₉₀₊₃₀ + серон, ВР (0,8 л/га) в фазу ДК 37 + фунгицид колосаль про, КМЭ (0,4 л/га) в фазу ДК 37-39

Норма высева ярового кормового ячменя составляла 4,0 млн/га всхожих семян. Уборка проводилась комбайном поделяночно, урожайность определяли с пересчетом на 100% чистоту и 14% влажность зерна [10].

Годы проведения исследований характеризовались контрастными метеорологическими условиями в период вегетации. В 2014 г. показатели температуры воздуха и количества выпавших осадков в течение мая – июля были близкими к среднегодовым, что благоприятствовало росту и развитию ячменя. В 2015 г. засуха в июне стала фактором значительного снижения урожайности ячменя.

По данным ближайшей к Смолевичскому району метеостанции (г. Борисов), среднесуточная температура воздуха в период активного роста и развития ячменя (с мая по июль) незначительно, на 1,1 °С, превысила среднегодовой показатель в 2014 г., при этом отклонения по месяцам варьировали в пределах -0,9...+2,7 °С. В 2015 г. различие по данному показателю составило 0,1 °С с вариацией отклонения по месяцам в пределах -0,7...+1,0 °С. Количество выпавших за указанный период осадков в 2014 г. было близким к норме (114%) с вариацией по месяцам от 48 до 204%. В 2015 г. засуха в июне (6 мм осадков за месяц) снизила средний показатель за май-июль относительно нормы до 62%. Запас продуктивной влаги в почве уменьшался в конце июня до 6 мм в слое 0-10 см, 13 мм – в слое 0-20 см и 28 мм – в слое 0-50 см.

По данным метеостанции в Пружанах, среднесуточная температура воздуха в период с мая по июль незначительно отличалась от среднегодового показателя в оба года исследований (+1,0 °С в 2014 г. и +0,2 °С в 2015 г.). Существенное отклонение от нормы наблюдалось только в июле 2014 г. (+3,0 °С), в другие месяцы этого периода вегетации оно не превышало 1,1 °С. Количество выпавших за май-июль осадков в 2014 г. было близким к норме (104%) с вариацией по месяцам от 65 до 170%. В 2015 г. средний показатель за указанный

выше период составил 69% относительно нормы, при этом в июне выпало всего 11 мм осадков (14% от нормы). В начале июля 2015 г. продуктивная влага отсутствовала в слое почвы 0-20 см, ее запас был незначительным (4 мм) в слое 0-50 см. Сравнение метеорологических показателей за май-июль в Пружанах и Жодино (Борисове) указывает на более высокую среднесуточную температуру (на 0,2 °С) и меньшее количество осадков (на 6 мм в месяц) в Пружанах. Разница между пунктами в среднем за два года исследований совпала с разницей по среднемноголетним данным.

По данным ближайшей к Рогачевскому району метеостанции (г. Жлобин), среднесуточная температура воздуха в период с мая по июль на 1,7 °С превысила среднемноголетний показатель в 2014 г., при этом отклонения по месяцам варьировали в пределах +0,1...+3,0 °С. В 2015 г. различие по данному показателю составило 1,3 °С с вариацией отклонения по месяцам в пределах +0,1...+2,6 °С. Количество выпавших за указанный период осадков в 2014 г. было близким к норме (101%), с вариацией по месяцам от 54 до 174%. В 2015 г. засуха в июне (13 мм осадков, 16% от нормы) снизила средний показатель за май-июль относительно нормы до 75%. Запас продуктивной влаги в почве уменьшался в конце июня до 3 мм в слое 0-10 см, 6 мм – в слое 0-20 см и 19 мм – в слое 0-50 см.

Сбор информации в таких неодинаково складывающихся условиях способствовал объективной оценке результатов, что свидетельствует об их пригодности и для всех регионов республики.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследованиями установлено, что использование некорневой подкормки мочевиной кормовых сортов ярового ячменя Фэст и Магутны в фазу ДК 31 в дозе N₃₀ обеспечивает увеличение урожайности соответственно на 10,4% и 10,5% в среднем по трем экологическим точкам (таблица 1).

Применение регулятора роста серон, ВР с нормой расхода 0,8 л/га в фазу ДК 37 на фоне внесения мочевины под предпосевную культивацию в дозе N₉₀ способствует незначительному (статистически недостоверному) увеличению урожайности кормового ячменя сорта Фэст в среднем за 2014-2015 гг. на 1,6 ц/га. В тоже время данный элемент технологии на яровом ячмене сорта Магутны обеспечил достоверную прибавку урожайности 3,0 ц/га зерна в среднем по трем экологическим точкам.

Установлено, что применение регулятора роста серон с нормой расхода 0,8 л/га на фоне дробного внесения азотных удобрений (N₉₀ под предпосевную культивацию и N₃₀ в фазу ДК 31) позволяет достоверно увеличить урожайность кормового ячменя на 5,2-6,7 ц/га в сравнении с контролем. Однако дополнительный сбор зерна непосредственно за счет применения регулятора роста в среднем за годы исследований по трем точкам составил 1,1 ц/га при возделывании ярового ячменя сорта Фэст, и 2,6 ц/га – сорта Магутны. Следовательно, в среднем за годы исследований применение регулятора роста позволило обеспечить достоверный рост урожайности лишь при возделывании ярового ячменя сорта Магутны.

Таблица 1 – Влияние некорневой подкормки, регулятора роста и фунгицида на урожайность сортов кормового ячменя в различных экологических зонах (среднее за 2014-2015 гг.)

Вариант	Средняя урожайность по экологическим точкам, ц/га				± к контролю, ц/га
	Брестская ОСХОС	Гомельская ОСХОС	Научно-практический центр по земледелию	средняя по 3 пунктам	
Яровой ячмень Фэст					
N ₉₀ – Контроль	40,4	38,9	39,2	39,5	-
N ₉₀ + серон	39,7	41,4	42,3	41,1	1,6
N ₉₀ + колосаль про	44,6	43,2	41,0	42,9	3,4
N ₉₀ + серон + колосаль про	42,3	44,4	39,8	42,1	2,6
N ₉₀₊₃₀	40,4	50	40,3	43,6	4,1
N ₉₀₊₃₀ + серон	37,3	56,1	40,8	44,7	5,2
N ₉₀₊₃₀ + колосаль про	44,3	58,6	40,9	47,9	8,4
N ₉₀₊₃₀ + серон + колосаль про	41,6	64,3	36,7	47,5	8,0
Яровой ячмень Магутны					
N ₉₀ – Контроль	37,6	39,4	40,7	39,2	-
N ₉₀ + серон	42,7	42,0	41,9	42,2	3,0
N ₉₀ + колосаль про	43,2	44,2	42,1	43,2	4,0
N ₉₀ + серон + колосаль про	39,3	46,2	42,4	42,6	3,4
N ₉₀₊₃₀	36,8	50,2	42,7	43,3	4,1
N ₉₀₊₃₀ + серон	40,5	53,1	44,0	45,9	6,7
N ₉₀₊₃₀ + колосаль про	41,0	57,9	44,6	47,8	8,6
N ₉₀₊₃₀ + серон + колосаль про	42,4	60,9	45,1	49,5	10,3
HCP ₀₅ технология			1,8		
HCP ₀₅ экологическая точка			1,1		
HCP ₀₅ сорт			0,9		
HCP ₀₅ год			0,9		
HCP ₀₅ частные средние			6,2		

Следует отметить, что эффект от регуляторов роста в годы исследований в первую очередь зависел от условий увлажнения. В условиях нормального и избыточного увлажнения в 2014 г. данный элемент технологии был эффективен, а при дефиците влаги 2015 г. приводил к снижению урожайности.

Исследованиями установлено, что применение отечественного фунгицида колосаль про, КМЭ с нормой расхода 0,4 л/га в фазу ДК 37-39 позволяет дополнительного получить 3,4-4,0 ц/га зерна кормового ячменя при внесении азотных удобрений под предпосевную культивацию. Непосредственный эффект от применения данного препарата на фоне дробного внесения азотных удобрений составил при возделывании ярового ячменя сорта Фэст 4,3 ц/га, а сорта Магутны – 4,5 ц/га.

Совместное применение изученного фунгицида и регулятора роста на кормовом яровом ячмене Фэст и Магутны целесообразно лишь в условиях нор-

мального увлажнения. Так, в 2014 г. этот технологический прием позволил увеличить урожайность данных сортов соответственно на 5,7 и 6,9%.

Для выяснения экономической целесообразности применения изученных технологических приемов нами были проведены расчеты производственных затрат по методике, разработанной в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [11]. В эксплуатационных затратах учитывали амортизационные отчисления на используемую технику, техническое обслуживание и ремонт, заработную плату, стоимость топлива и электроэнергии, а также прочие начисления.

Эксплуатационные затраты по вариантам составляли от 3052 тыс. руб. (контроль) до 3063 тыс. руб., и были связаны с необходимостью уборки, перевозки и доработки дополнительной продукции от 0,22 т/га (вариант 2) до 0,91 т/га (вариант 8) (таблица 2).

Таблица 2 – Производственные затраты при использовании различных вариантов технологии выращивания новых сортов ярового кормового ячменя

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс./га*	Затраты, тыс./га		Себестоимость, тыс. руб./т	Цена ячменя пост. №11 30.03.2015*		Цена ячменя средняя договорная **	
			эксплуатационные	производственные		чистая прибыль, тыс. руб./га	рентабельность, %	чистая прибыль, тыс./га	рентабельность, %
N ₉₀ – контроль	3,94	4876	3052	5695	1446	-820	-14,4	215	3,8
N ₉₀ + серон	4,16	5148	3057	5906	1416	-746	-12,6	349	5,9
N ₉₀ + колосаль про	4,31	5334	3058	5876	1363	-542	-9,2	589	10
N ₉₀ + серон + колосаль про	4,24	5247	3058	6081	1434	-834	-13,7	279	4,6
N ₉₀₊₃₀	4,34	5371	3056	5927	1363	-544	-9,2	598	10,1
N ₉₀₊₃₀ + серон	4,53	5606	3062	6138	1355	-532	-8,7	657	10,7
N ₉₀₊₃₀ + колосаль про	4,79	5928	3063	6108	1275	-180	-3	1077	17,6
N ₉₀₊₃₀ + серон + колосаль про	4,85	6002	3063	6314	1302	-312	-4,9	961	15,2

* - 1237,5 тыс. руб. /т, включая 10% НДС,

** - 1500 тыс. руб./т включая 10% НДС.

Производственные затраты включали эксплуатационные затраты и стоимость удобрения и пестицидов на основе представленных цен Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [12]. Общие производственные затраты на выращивание ячменя по опытным вариантам: внесенные 30 кг мочевины, ретарданта и фунгицида возросли на 281-619 тыс. руб./га. Это составляет 3,1-9,8% от производственных.

Если в расчетах чистой прибыли и рентабельности использовать цены на ячмень установленные Постановлением Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь №11 30.03.2015 (1237,5 руб./т), то производство ярового кормового ячменя во всех вариантах окажется убыточным. Однако, если для этих расчетов использовать средние договорные цены, то чистый доход составит от 215 тыс. руб./га (контрольный вариант) до 1077 тыс. руб./га (вариант N_{90+30} + колосаль про).

Таким образом, самая высокая рентабельность (17,6%) отмечается в варианте применения подкормки N_{30} ДК 31 с последующей защитой посева от болезней фунгицидом (вариант 7 – N_{90+30} + колосаль про).

Выводы

1. Применение некорневой подкормки в дозе N_{30} в фазу кущения обеспечивает увеличение урожайности кормовых сортов ячменя Магутны и Фэст на 10,4-10,5%.

2. Дробное внесение азотных удобрений (N_{90} под предпосевную культивацию и N_{30} в период вегетации ДК 31) в комплексе с фунгицидной обработкой препаратом отечественного производства колосаль Про, КМЭ (0,4 л/га) в фазу ДК 37-39 обеспечивает дополнительное получение 8,4-8,6 ц/га фуражного зерна.

3. Применение регулятора роста серон, вр в дозе 0,8 л/га в фазу ДК 37, как элемента технологии возделывания новых сортов ярового кормового ячменя Магутны и Фэст, целесообразно в годы с нормальным или избыточным увлажнением.

4. Дробное внесение азотных удобрений (N_{90} под предпосевную культивацию и N_{30} в период вегетации в фазу ДК 31) в комплексе с фунгицидной обработкой препаратом отечественного производства колосаль Про, КМЭ (0,4 л/га) в фазу ДК 37-39 позволяет получить прибыль (1077 тыс. руб./га) и обеспечивает рентабельность 17,6%.

Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь 2009-2013. Статистический сборник / редкол.: И.Ива (гл. ред.) [и др.]. – Национальный статистический комитет республики Беларусь. – Минск, 2014. – 370 с.

2. Валовой сбор и урожайность сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь за 2015 год / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2016.

3. Лукашевич, Н.П. Технологии производства и заготовки кормов: практическое руководство / Н.П. Лукашевич, Н.Н. Зенькова. Витебск: ВГАВМ, 2009. – 251 с.

4. Система применения удобрений: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Агрохимия и почвоведение», «Защита растений и карантин» / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапы – Гродно: ГТАУ, 2011. – 418 с.

5. Абарова, Е.Э. Приёмы повышения урожайности и качества зерна сортов кормового ячменя в Северо-Восточном регионе Беларуси: дис. ... канд. с.-х. наук, 06.01.09. / Е.Э. Абарова – Жодино, 2009. – 160 с.

6. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Колос, 1977. – С. 308-316.

7. Beatty, P.H., Anbessa, Y., Juskiw, P., Carroll, R.T., Wang, J.A., Good, A.G., 2010. Nitrogen use efficiencies of spring barley grown under varying nitrogen conditions in the field and growth chamber. *Ann. Bot.* 105, 1171–1182.

8. Лимантова, Е.М. Влияние доз азотных удобрений в сочетании с фунгицидом тилт на урожай ячменя на дерново-подзолистой почве / Е.М. Лимантова, С.Ф. Буга // Почвенные исследования и применение удобрений. – Минск.- Ураджай. – 1987. – Вып.18. – С. 47-51.

9. Бруй, И.Г. Эффективность применения физиологически активных веществ в технологии возделывания ярового ячменя: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / И.Г. Бруй; РНИУП «Институт земледелия и селекции». – Жодино, 2003. – 18 с.

10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // М.: Колос, 1973. – 336 с.

11. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей: ТКП 151-2008. – Введ. 17.11.2008. – Минск: Минсельхозпрод, Белорус. машиноиспытательная станция, 2008. – 15 с.

12. Рекомендуемые цены на средства защиты растений в 2015 году. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. <http://mshp.minsk.by/ceny/market/e3b1846fd95e93b2.html>

13. Цены на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2015 года. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Постановление Минсельхозпрода от 10.12.2015 г. № 40 «О внесении изменения в постановление Минсельхозпрода от 30 марта 2015 года № 11». <http://mshp.minsk.by/documents/prices/e13ce911d0bdb7ce.html>

EFFECT OF SOME CULTIVATION TECHNOLOGY ELEMENTS ON YIELD OF NEW SPRING FODDER BARLEY VARIETIES

A.A. Zoubkovitch, A.P. Gvozдов, O.N. Yakuta, T.P. Savosteyeva

Research results on the study of the effect of urea foliar application at the dose of N_{30} , the use of Cerone growth regulator (0.8 l/ha) at DC 37 stage and home-produced fungicides on the yield of new fodder barley varieties are presented in the article. The evaluation of the economic efficiency of the studied technology elements was conducted.

УДК 633.111:577.1:581.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО АЗОТА И СУХОГО ВЕЩЕСТВА В СОЛОМЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЛИЖНЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

В.Н. Безлюдный, кандидат биол. наук, **И.И. Берестов**, доктор с.-х. наук
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 18.02.2016 г.)

Аннотация. По спектрам образцов соломы яровой мягкой пшеницы в ближней инфракрасной области с использованием модифицированного метода наименьших квадратов построены предсказательные модели содержания общего азота и сухого вещества. Проведена оценка полученных калибровок и результатов их тестирования. Сделан вывод о возможности использования ближней инфракрасной спектроскопии для определения содержания сухого вещества и общего азота в соломе яровой мягкой пшеницы.

Введение. Одним из элементов изучения азотного питания растений является определение выноса азота урожаем. Учет выноса позволяет выявить потребность в оптимальном количестве азота в доступной для растений форме, необходимом для получения планируемого урожая и создания бездефицитного баланса этого элемента в системе почва-растение. Определение выноса осуществляется по данным полевых измерений и химических анализов образцов основной и побочной продукции [1].

Основными показателями, используемыми для расчета выноса азота урожаем, являются содержание общего азота и содержание сухого вещества. Традиционно используемые для их определения методы достаточно трудоемки и затратны. В тоже время в биологической и аграрной науке известны современные методы анализа на основе ближней инфракрасной спектроскопии, все чаще используемые для количественной и качественной характеристики растительного материала [2]. Преимуществом этих методов является высокая производительность, скорость определения и малая трудоемкость.

Целью данного исследования было изучение возможности использования ближней инфракрасной спектроскопии для определения содержания общего азота и сухого вещества в соломе яровой мягкой пшеницы.

Материал и методика исследований. В качестве материала для исследования использовали образцы соломы 16 сортов и сортообразцов яровой мягкой пшеницы, выращенные в полевых условиях в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2013-2015 гг.

Отбор образцов соломы проводили после комбайновой уборки урожая в опыте с различным уровнем применения азотных удобрений. Образцы размалывали на мельнице МПП-2 и проводили измерение спектров с использованием сканирующего спектрометра (NIRSystems 5000, США) в диапазоне длин волн 1100-2500 нм. Затем в образцах определяли содержание общего азота методом Кьельдаля [3] и содержание сухого вещества весовым методом [4]. Часть образцов, подобранных генератором случайных чисел, использовали в качестве калибровочных. Оставшиеся образцы использовали как независимые при тестировании предсказательных моделей.

Количество проанализированных образцов, их характеристики и характер распределения по содержанию общего азота и сухого вещества представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

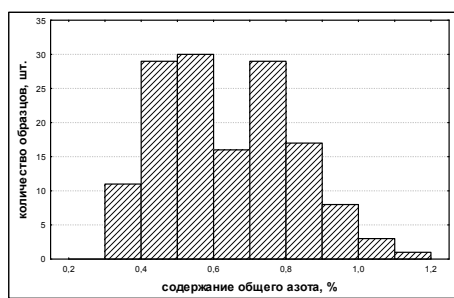
Обработка спектров осуществлялась с использованием программы WinISI II v.1.02 (InfraSoft, США), входящей в комплект спектрометра.

Спектры подвергали предварительному преобразованию путем нормирования по среднеквадратичному отклонению с одновременным устранением тренда в сочетании с методами скользящего среднего (бегущего окна) и получения производных различного порядка.

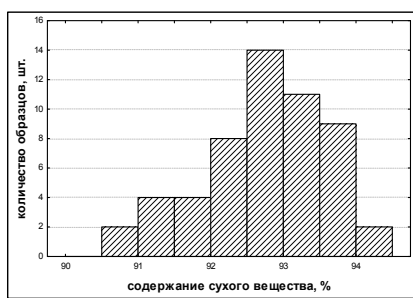
При расчете предсказательных регрессионных моделей использовали модифицированный метод наименьших квадратов. Точность предсказания оценивали по характеристикам калибровочных уравнений (SEC – стандартная ошибка калибровки; R^2 – коэффициент детерминации), показателям перекрестной проверки (SECV – стандартная ошибка перекрестной проверки; 1-VR – коэф-

Таблица 1 – Вариация образцов соломы яровой мягкой пшеницы по содержанию общего азота и сухого вещества

Образец	Диапазон вариации	Среднее	Стандартное отклонение
общий азот			
Калибровочные (96 шт.)	0,35 – 1,10	0,64	0,19
Независимые (48 шт.)	0,35 – 1,14	0,66	0,18
Всего (144 шт.)	0,35 – 1,14	0,64	0,18
сухое вещество			
Калибровочные (40 шт.)	90,95 – 94,49	92,80	0,81
Независимые (14 шт.)	90,58 – 94,44	92,64	1,05
Всего (54 шт.)	90,58 – 94,49	92,76	0,86



А



Б

Рисунок 1 - Распределение образцов соломы яровой мягкой пшеницы по содержанию общего азота (А) и сухого вещества (Б)

фициент детерминации при перекрестной проверке), а также по результатам тестирования на спектрах образцов, не использовавшихся в калибровании, на основании стандартной ошибки определения (SEP) и коэффициента детерминации (R^2).

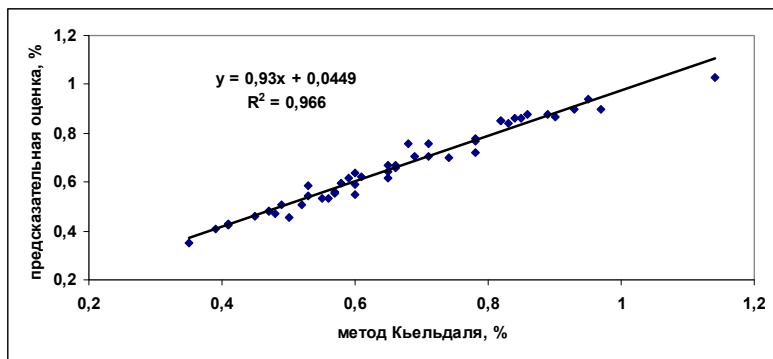
Результаты исследований и их обсуждение. Содержание общего азота в исследуемых образцах соломы яровой мягкой пшеницы варьировало в пределах 0,35-1,10%, сухого вещества – 90,9-94,49%.

При расчете предсказательных регрессионных моделей при предварительном преобразовании спектров наиболее оптимальным было использование производной 1-го порядка. Стандартные ошибки калибровки и перекрестной проверки (SEC и SECV) предсказательных моделей содержания общего азота и сухого вещества в соломе яровой мягкой пшеницы, полученные при использовании этой производной, представлены в таблице 2.

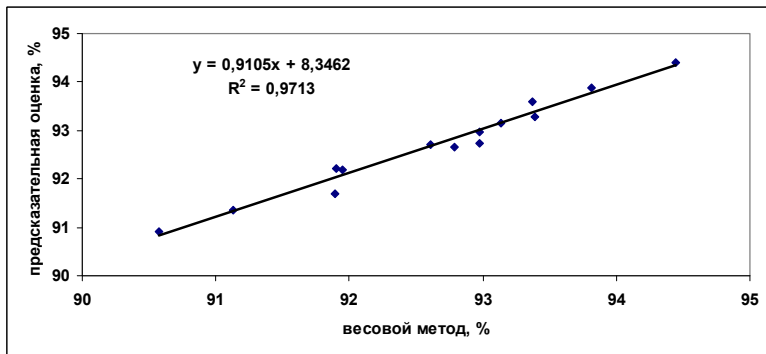
Сравнительный анализ данных, полученных при определении содержания общего азота и сухого вещества в соломе яровой мягкой пшеницы методом инфракрасной спектроскопии и, соответственно, методом Кьельдаля и весовым методом, выявил высокую степень соответствия полученных результатов (рисунок 2).

Таблица 2 – Характеристика предсказательных регрессионных моделей содержания общего азота и сухого вещества в образцах соломы яровой мягкой пшеницы

Показатель	Характеристика предсказательных моделей			
	SEC	R ²	SECV	1-VR
Содержание общего азота	0,03	0,99	0,03	0,98
Содержание сухого вещества	0,15	0,96	0,19	0,95



А



Б

Рисунок 2 – Сравнение результатов определения содержания общего азота (А) и сухого вещества (Б) в образцах соломы яровой мягкой пшеницы с предсказательной оценкой на основе ближней инфракрасной спектроскопии

Результаты тестирования полученных калибровок на независимых образцах незначительно различались от характеристик предсказательных моделей (для содержания общего азота SEP 0,03 и R² 0,97; для содержания сухого вещества – SEP 0,19 и R² 0,97).

Максимальное отклонение предсказания от результатов анализа содержания общего азота в соломе яровой мягкой пшеницы, полученных методом

Кьельдаля, составило 0,08% от результатов анализа содержания сухого вещества, полученных весовым методом – 0,5%.

Заключение

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что ближняя инфракрасная спектроскопия может использоваться как эффективный и высокопроизводительный метод для определения содержания общего азота и сухого вещества в соломе яровой мягкой пшеницы при расчете выноса азота урожаем при изучении азотного питания растений и планировании систем удобрения яровой мягкой пшеницы. Проведение анализа позволит избежать трудоемких процедур, предусмотренных методом Кьельдаля и весовым методом, и, таким образом, значительно сократит затраты и время проведения анализа.

Литература

1. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
2. Крищенко, В.П. Ближняя инфракрасная спектроскопия / В.П. Крищенко – М.: КРОН-ПРЕСС, 1997. – 640 с.
3. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-93. – Введ. 01.01.95. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 17 с.
4. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1968. – 496 с.

DETERMINATION OF GENERAL NITROGEN AND DRY MATTER CONTENTS IN STRAW OF SPRING SOFT WHEAT USING NEAR INFRARED SPECTROSCOPY

V.N. Bezliudny, I.I. Berestov

Predictive models of general nitrogen and dry matter contents in straw of spring soft wheat are designed by near infrared spectra using the modified partial least square method. On the basis of calibration characteristics and the results of theirs testing, the following conclusion can be made: near infrared spectroscopy for the determination of general nitrogen and dry matter contents in straw of spring soft wheat can be used.

УДК 633.112.9«324»631.576

ХАРАКТЕРИСТИКА ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МИКСОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Н.П. Шишлова, кандидат биол. наук, ***Е.Л. Долгова***, кандидат с.-х. наук,
Е.В. Лапутько, Т.П. Шемпель

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 18.01.2016 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты миксографического анализа сортов и перспективных сортообразцов озимого тритикале в сравнении с пшеницей и рожью за 2013-2014 гг. Образцы тритикале в целом харак-

теризовались низкой устойчивостью к замесу, генотипической и модификационной изменчивостью индекса «максимальная вязкость», а также замедленной ретроградацией крахмала. Совокупность реологических индексов использовали для характеристики хлебопекарного потенциала генотипа и оценки пригодности в качестве сырья для изготовления хлебобулочных и (или) кондитерских изделий.

Введение. Удачные попытки применения тритикалевой муки (индивидуально и в смеси с пшеничной) для изготовления печенья, крекеров, блинов, тортильяс, сухих завтраков и т.д., остаются частными случаями [4, 7, 13] и не приводят к промышленным масштабам ее использования. При этом мука из зерна тритикале, в отличие от пшеничной, характеризуется более сбалансированным аминокислотным составом, повышенным содержанием водорастворимых легкоусвояемых белков и сниженной энергетической ценностью [3]. Тритикалевая мука может также использоваться для производства специального профилактического или диетического питания [5]. Вовлечению тритикале в продовольственную сферу препятствует, главным образом, необходимость внесения изменений и корректировок в мукомольный и хлебопекарный процессы, разработанные для традиционных хлебных культур – пшеницы и ржи. Специфические технологические и реологические признаки тритикале негативно влияют на хлебопекарное качество муки [3, 8, 13], что также не способствует реализации тритикале как продовольственной культуры.

Целью исследований явилось изучение миксографических профилей образцов тритикале, выращенных в центральном регионе республики, для оценки их хлебопекарного потенциала в сравнении с пшеницей и рожью.

Материалы и методы исследования. Основным объектом исследования являлась мука из цельносомлотых семян 6 сортов и сортообразцов озимого гексаплоидного тритикале (*X Triticosecale* Wittmack, $2n = 42$), выращенных на опытных полях Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию в 2013-2014 гг.: Прометей, Динамо, Благо, Жемчуг, Атлет (Беларусь) и Grenado (Польша). Для сравнительного анализа использовали семена озимой пшеницы сорта Капьялянка, яровой пшеницы сорта Дарья (*T. aestivum* L., $2n = 42$) и семена озимой ржи сорта Спадчына (*Secale cereale* L., $2n = 28$). Норма высева составила 4,5 млн всхожих семян на гектар; доза внесения минеральных удобрений – $N_{120}P_{80}K_{120}$. Уборку зерна проводили 31.07 – 02.08 при наступлении технической спелости.

Реологический анализ несеейной муки и теста, полученного из нее, проводили на комплексном анализаторе Mixolab (Франция) в режиме «Chopin Wheat+ / Profiler» [1], имитирующем условия, происходящие при выпечке хлеба. Миксографический профиль (профайлер) базировался на 6 стандартных показателях (индексах): водопоглощение (Absorption), устойчивость к замесу (Mixing), хлебопекарный индекс (Gluten+), максимальная вязкость (Viscosity), амилолитическая активность (Amylase) и ретроградация (Retrogradation), позволяющих оценить степень пригодности генотипа для хлебопекарного, кондитерского или кулинарного производства.

Результаты исследований и их обсуждение. Годы наблюдения заметно отличались по степени реализации потенциала продуктивности. Так, средняя урожайность образцов озимого тритикале в 2013 г. и 2014 г. в питомнике конкурсного сортоиспытания составила 50,9 и 77,9 ц/га соответственно. Одним из лимитирующих факторов, обусловивших эту разницу, явился дефицит осадков в первой половине июля 2013 г., когда в зерновке происходит интенсивное накопление пластических веществ. Замедление ассимиляционных процессов из-за водного стресса привело не только к потере сухого вещества, но и к изменению реологических свойств генотипов.

Миксографический анализ показал, что водопоглотительная способность тритикалевой муки оказалась в целом несколько ниже, чем ржаной и пшеничной (таблица 1). Абсорбционная способность муки определяется содержанием и составом ее высокомолекулярных компонентов – крахмала (обратная зависимость), протеина и некрахмальных полисахаридов (прямая зависимость). Степень повреждения крахмальных гранул эндогенными ферментами либо при размоле зерна также оказывает заметное влияние на водопоглощение, усиливая его [3, 11]. Величина индекса косвенно свидетельствовала о силе муки: чем выше его значение, тем сильнее мука, больше выход теста и качественнее хлеб. Из анализируемой выборки образцов тритикале выделились сорт Благо и сортообразец Атлет, характеризовавшиеся стабильно высокими показателями водопоглощения, а также сорт Динамо – с сильным разбросом значений и сорт Grenado – с минимальной водопоглотительной способностью муки.

Таблица 1 – Характеристика реологического профиля образцов озимого тритикале, пшеницы и ржи на начальных этапах образования теста

Культура, образец	Индекс профайлера, балл					
	Водопоглощение		Устойчивость к замесу		Хлебопекарный индекс	
	2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.
Озимое тритикале:						
Прометей – контроль	8	7	1	1	6	6
Динамо	3	8	1	1	6	7
Благо	8	8	1	1	5	6
Жемчуг	7	8	1	1	5	6
Атлет	8	8	1	1	5	6
Grenado	6	6	3	2	4	6
<i>Среднее</i>	<i>6,7</i>	<i>7,5</i>	<i>1,3</i>	<i>1,2</i>	<i>5,2</i>	<i>6,2</i>
Озимая пшеница						
Капылянка	9	8	6	4	6	5
Яровая пшеница Дарья	9	8	4	3	5	5
Озимая рожь Спадчына	9	9	3	1	9	9

Индекс «устойчивость к замесу» отражает способность теста противостоять механическому воздействию за счет образования вязко-эластичного белкового матрикса, базовую основу которого составляют проламины и высокомолекулярные глиадины.

кулярные глютелины. Для всех образцов тритикале, за исключением сорта Grenado, индекс характеризовался минимальными значениями, несмотря на различные климатические условия во время созревания зерна в 2013-2014 гг. Очевидно, что тесто из муки тритикале не обладало той степенью устойчивости, которую обеспечивал пшеничному тесту его клейковинный комплекс.

Неудовлетворительные реологические показатели тритикалевой муки на этапе образования теста обусловлены не только общим количеством белка и клейковины, но и свойствами запасных белков. Секалглютелины представляют собой сложный пшенично-ржаной конгломерат, состоящий из высоко- и низкомолекулярных субъединиц глютелина, высокомолекулярного секалина и 75k γ -секалина [10]. Соответственно, в муке тритикале по сравнению с пшеничной меньше белка, клейковины, высокомолекулярных глютелинов, а также водородных и дисульфидных связей, сшивающих белковый каркас. Вследствие этого происходит быстрое образование теста со слабой структурой [7, 13], что исключает длительный и интенсивный замес [2].

Хлебопекарный индекс был предложен исследовательской группой Всероссийского НИИ зерна и продуктов его переработки в качестве замены показателю «gluten+» в оригинальной версии. В ходе тестирования миксолаба российскими учеными было установлено, что величина индекса не зависела от количества или качества клейковины, а была тесно связана с объемным выходом хлеба и качеством мякиша. Индекс переименовали в хлебопекарный и закрепили это название в ГОСТ Р 54498-2011. Величина хлебопекарного индекса анализируемых образцов тритикале соответствовала показателям пшеницы и даже их превышала (сорта Прометей и Динамо), но заметно уступала ржи.

Вязкость теста в процессе нагревания (60-90 °С) определялась, главным образом, количеством и качеством крахмала. Структура гранул, фракционный состав, степень кристалличности, наличие комплексов с белками, липидами и некрахмальными полисахаридами, действие эндогенных ферментов и т.д. – совокупность этих факторов определяла скорость клейстеризации крахмала [9, 12]. Уровень вязкости крахмального геля влияет на такие показатели конечного продукта как качество мякиша, объемный выход хлеба и его формоустойчивость. В 2013 г. значения показателя «максимальная вязкость» для тритикале находились на минимальном уровне, а для сорта Благо и сортообразцов Атлет и Жемчуг – ниже уровня, фиксируемого прибором (таблица 2). В 2014 г. индексы заметно увеличились, что говорит о нестабильности показателя для тритикале, в отличие от пшеницы и ржи, не испытывавших заметных колебаний по годам.

Индекс «амилолитическая активность» представлял собой обратную функцию активности амилаз муки, гидролизующих клейстеризованный крахмал. Высокие значения индекса (6-9 баллов) свидетельствовали о низкой активности эндогенных амилолитических ферментов и устойчивости крахмального геля к гидролизу и термическому воздействию. Такое положение наблюдалось в случае с пшеницей (озимой и яровой), характеризовавшейся стабильно высокими значениями индекса. Образцы тритикале занимали промежуточное положение между пшеницей и рожью, амилазная активность которой была максимальной, о чем свидетельствовали самые низкие значения индекса. В от-

Таблица 2 – Характеристика реологического профиля образцов озимого тритикале, пшеницы и ржи в ходе термической обработки теста

Культура, образец	Индекс профайлера, балл					
	Максимальная вязкость		Амилолитическая активность		Ретроградация крахмала	
	2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.
Озимое тритикале:						
Прометей – контроль	1	5	4	3	1	4
Динамо	1	7	4	3	2	5
Благо	—	2	4	4	1	2
Жемчуг	—	3	4	4	1	2
Атлет	—	6	4	3	1	3
Grenado	1	6	4	2	2	2
<i>Среднее</i>	<i>0,5</i>	<i>4,8</i>	<i>4,0</i>	<i>3,2</i>	<i>1,3</i>	<i>3,0</i>
Озимая пшеница						
Капылянка	4	3	6	6	6	7
Яровая пшеница Дарья	5	5	7	8	8	8
Озимая рожь Спадчына	6	4	2	2	5	3

личие от показателя «максимальная вязкость», индекс «амилолитическая активность» характеризовался стабильностью в проявлении по годам и низкой генотипической изменчивостью.

Ретроградация крахмала представляет собой процесс постепенной его рекристаллизации, т.е. восстановления ближнего и дальнего порядка в разрушенной при нагревании структуре полисахарида. Крахмальный гель, остывая, кристаллизуется, приобретает прочность и жесткость, что негативно сказывается на текстуре конечного хлебобулочного продукта, вызывая его черствение [6]. Низкие значения индекса «ретроградация крахмала» свидетельствуют о возможности длительного сохранения свежести и качества изделия. Образцы тритикале выгодно отличались от пшеницы и ржи по этому показателю: в 2013 г. они характеризовались лучшими (минимальными) значениями для анализируемой выборки, в 2014 г. превосходили пшеницу и находились на уровне ржи.

Фирма-разработчик прибора Mixolab Chopin Technologies предложила диапазоны допустимых значений индексов для различного вида хлебобулочной продукции (таблица 3). Исходя из предлагаемых значений, можно провести предварительную дифференциацию анализируемых образцов озимого тритикале по направлениям их использования.

Анализируемые образцы тритикале соответствовали требованиям, предъявляемым к муке для изготовления формового хлеба по двум реологическим показателям: водопоглощение и хлебопекарный индекс. Наибольшие отклонения от оптимальных значений по результатам двухлетних исследований наблюдались для показателей «устойчивость к замесу» и «ретроградация крахмала». Нестабильность индекса «максимальная вязкость» также можно отнести к отрицательным признакам тритикалевой муки. При этом следует принять во

внимание низкое содержание клейковины в зерне тритикале (менее 23%), при котором не рекомендуется использовать такое зерно для производства хлеба.

Таблица 3 – Диапазоны значений индексов миксографического профиля в зависимости от вида хлебобулочной продукции

Вид хлебобулочной продукции	Индексы профайлера, балл					
	Водопоглощение	Устойчивость к замесу	Хлебалекарный индекс	Максимальная вязкость	Амилитическая активность	Ретроградация крахмала
Формовой хлеб	5-6	4-5	6-7	5-6	7-8	7-8
Багет	5-6	1-3	3-4	2-4	2-3	1-2
Печенье	1-2	1-5	6-7	7-8	7-8	7-8

В случае с печеньем ситуация для тритикале более благоприятная, т.к. для его изготовления не требуется высокой устойчивости к замесу. Содержание клейковины также допускается ниже указанного предела, а ее качество может быть невысоким [3, 7], что, как правило, наблюдается для подавляющего большинства образцов тритикале. Сорты озимого тритикале Прометей, Динамо и Grenado характеризовались наиболее приемлемыми для изготовления печенья реологическими индексами и биохимическими показателями.

Пригодность тритикалевой муки для изготовления багетов подтвердилась соответствием всех индексов профайлера допустимым диапазонам с незначительными колебаниями по годам. Изученные образцы озимого тритикале могут рассматриваться как возможное сырье для багетов и продуктов, традиционно изготавливаемых из муки низкобелковой пшеницы [10].

Выводы

1. По результатам миксографического анализа выявили наиболее характерные реологические отличия образцов озимого тритикале от пшеницы и ржи. К ним относятся, в первую очередь, минимальная устойчивость к замесу, проявляемая независимо от года наблюдения, затем генотипическая и модификационная нестабильность индекса «максимальная вязкость», а также низкие значения индекса «ретроградация крахмала».

2. Предлагаемые фирмой Chopin Technologies реологические профили целевого назначения зерна и муки позволили сделать предварительные выводы о нецелесообразности использования муки тритикале анализируемых образцов для изготовления формового хлеба. Сорты озимого тритикале Прометей, Динамо и Grenado могут рассматриваться как сырье для изготовления печенья. В соответствии с диапазонами допустимых значений определили, что тритикалевая

мука наиболее пригодна для производства багетов и подобных хлебобулочных продуктов.

Литература

1. ГОСТ Р 54498-2011. Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение водопоглощения и реологических свойств теста с применением миксолаба.
2. *Жигунов, Д.А.* Определение реологических характеристик теста на приборе «Миксолаб» из муки с различных систем технологического процесса / Д.А. Жигунов [и др.] // Хлебобродукты. – 2013. – №2. – С. 50-54.
3. *Касьянова, Л.А.* Повышение эффективности использования зерна тритикале на производственные цели / Л.А. Касьянова, Е.Н. Урбанчик. – Минск: Изд. центр БГУ, 2008. – 255 с.
4. *Кондратенко, Р.Г.* Тритикалевая сеяная мука – перспективное сырье в производстве мучных кондитерских изделий / Р.Г. Кондратенко, Е.А. Назаренко // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. II Межд. н.-т. конф., 22-24 ноября, 2000. – Могилев, 2000. – С. 73-74.
5. *Урбанчик, Е.Н.* Совершенствование технологии и использование муки из зерна тритикале, выращиваемого в Республике Беларусь. Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.03 / Е.Н. Урбанчик; Могилевский гос. ун-т продовольствия. – Могилев, 2002. – 22 с.
6. *Gudmundsson, M.* Retrogradation of starch and the role of its components / M. Gudmundsson // *Thermochimica Acta.* – 1994. – № 246. – P. 329-341.
7. *Leon, A.E.* Use of triticale flour in cookies: quality factors / A.E. Leon, A. Rubiolo, M.C. Anon // *Cereal Chem.* – 1996. – Vol. 73, №6. – P. 779-784.
8. *Linnemann, A.R.* Toward sustainable production of protein-rich foods: appraisal of eight crops for Western Europe. I. Analysis of the primary links of the production chain / A.R. Linnemann, D.S. Dijkstra // *Crit. Rev. in Food Sci. and Nutrition.* – 2002. – Vol. 42, №4. – P. 377-401.
9. *Makowska, A.* Characteristics and structure of starch isolated from triticale / A. Makowska, A. Szwengel [et al.] // *Starch.* – 2014. – №66. – P. 895-902.
10. *Pattison A.L.* Characteristics of modern triticale quality: glutenin and secalin subunit composition and mixograph properties / A.L. Pattison, M. Appelbee, R.M. Trethowan // *J. Agric. Food Chem.* – 2014. – №5. – P. A-H.
11. *Roccia, P.* Use of solvent retention capacity profile to predict the quality of triticale flours / P. Roccia, M. Moiraghi [et al.] // *Cereal Chem.* – 2006. – Vol. 83, №3. – P. 243-249.
12. *Rosell, C.M.* Assessment of hydrocolloid effects on the thermo-mechanical properties of wheat using the Mixolab / C.M. Rosell, C. Collar, M. Haros // *Food Hydrocolloids.* – 2007. – №21. – P. 452-462.
13. *Seguchi, M.* Breadmaking properties of triticale flour with wheat flour and relationship to amylase activity / M. Seguchi, C. Ishihara [et al.] // *J. of Food Sci.* – 1999. – Vol. 64, №4. – P. 582-586.

CHARACTERISTICS OF WINTER TRITICALE BAKING POTENTIAL USING MIXOGRAPH ANALYSIS RESULTS

N.P. Shishlova, E.L. Dolgova, E.V. Laputko, T.P. Shempel

The results of mixograph analysis of winter triticale varieties and advantageous accessions in comparison with wheat and rye for 2013-2014 are presented in the article. The triticale accessions were characterized in whole by low resistance to setting, genotypic and modification variability of "peak viscosity" index as well as slow retrogradation of starch. The complex of rheological indices was used for the characterization of genotype baking potential and the evaluation of genotype availability as raw materials for making of bakery and confectionary products.

ЖЕЛТАЯ ПЯТНИСТОСТЬ ПШЕНИЦЫ *PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS* В БЕЛАРУСИ: ИДЕНТИФИКАЦИЯ, ВЫДЕЛЕНИЕ, КУЛЬТИВИРОВАНИЕ НА ИСКУССТВЕННЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

М.В. Подорский, мл. научный сотрудник, **Ю.К. Шашко**, канд. с.-х. наук,
М.Н. Шашко, научный сотрудник
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 12.02.2016 г.)

Аннотация. В статье изложены результаты исследований по изучению возбудителя желтой пятнистости *Pyrenophora tritici-repentis*. Проведена идентификация болезни в полевых условиях, отработаны методы выделения возбудителя в чистую культуру. Также были изучены питательные среды с различным составом с целью выявления среды для оптимального роста и спороношения. Изучен различный вид структурных компонентов колоний в зависимости от среды. В результате проведенных исследований было выявлено, что оптимальными средами для стабильного получения высококачественного инокулюма возбудителя *Pyrenophora tritici-repentis* являются овсяный и соломенный агар.

Возбудителем желтой пятнистости пшеницы является аскомицет *Pyrenophora tritici-repentis* с несовершенной стадией *Drechslera tritici-repentis*. Он относится к классу *Ascomycetes*, подкласс *Dothideomycetidae*, порядок *Pleosporales*, семейство *Pleosporaceae*. Желтая пятнистость озимой пшеницы была впервые описана в 1823 г. (*Sphaeriatrichostoma Fr.*, Syst. mycol. (Lundae)) и обнаружена в Европе, США и Японии в начале 1900-х годов [8]. Данная болезнь является одной из наиболее вредоносных грибных заболеваний на пшенице.

По данным различных исследователей, пиренофороз был отмечен и в таких странах, как Австралия, Аргентина, Бельгия, Бразилия, Боливия, Канада, Колумбия, Чешская Республика, Дания, Эквадор, Франция, Венгрия, Кения, Пакистан, Парагвай, Перу, Соединенные Штаты Америки, Польша, Россия и Казахстан [3, 4, 6, 7, 10].

Желтая пятнистость озимой пшеницы, или пиренофороз – новое и опасное заболевание для Республики Беларусь. Впервые у нас оно было описано в книге С.Ф. Буга «Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси» в 2013 г. [1]. Средние потери урожая достигают 10-25%, в условиях эпифитотий – 40-60% [5]. В связи с этим встает вопрос о целенаправленном изучении биологии возбудителя, его выделении и создании искусственных инфекционных фондов с целью отбора сортообразцов пшеницы с устойчивостью к *Pyrenophora tritici-repentis*.

Цель исследований: выделить патоген в чистую культуру и подобрать оптимальные условия культивирования для получения высококачественного инокулюма.

Объекты и методы исследования. Инфекционный материал собирался в 2015 г. на пожнивных остатках пшеницы, выращиваемой на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

С целью получения среды для оптимального роста и спороношения *Pyrenophora tritici-repentis* нами были изучены питательные среды со следующим составом: **V-4** (150 мл смеси соков четырех овощей: свеклы, сельдерея, моркови и томата в соотношении 4:3:2:1 соответственно, 850 мл воды, 1,5 г СаСО₃, 20 грамм агара на 1 литр воды) [4]; **КГА** (отвар 200 г картофеля, 20 г глюкозы, 20 г агара на 1 литр воды) [2]; **соломенный агар** (отвар 50 г пшеничной соломы, 20 г глюкозы, 20 г агара на 1 литр воды); **овсяный агар** (отвар 125 г овсяных хлопьев Экстра №3, 20 г агара на 1 литр воды).

Среды автоклавировались в автоклаве LabTech 5040S в стандартном режиме, в течение 30 минут при 1,5 атм.

Для определения оптимальной среды проводился учет скорости радиального роста мицелия, наличия спороношения и количества спор в единице объема. Скорость роста определялась путем измерения диаметра колоний через равный период времени.

Суспензию для подсчета конидий готовили путем измельчения и перемешивания 5 высечек с поверхности колонии в 3 мл воды. Число конидий подсчитывали в капле суспензии объемом 0,02 мл. Площадь высечки составляла 1,5 см².

Результаты исследований и обсуждение. Известно, что возникают большие трудности с идентификацией пиренофороза в полевых условиях. В большинстве случаев это связано с тем, что на начальных этапах симптомы поражения во многом схожи с септориозом листьев (желто-коричневые пятна, которые со временем увеличиваются). На более поздних этапах поражения у пятен пиренофороза в центре проявляется черное пятно (рисунок 1а), а у септориоза – пикниды. В тоже время у желтой пятнистости существует ряд патотипов и штаммов, которые могут вызывать только хлороз, только некроз, либо некроз-хлороз. На характер проявления и выраженности поражения также может влиять и определенная устойчивость сорта. Поэтому более точно идентифицировать пиренофороз можно только в лабораторных условиях.

На пожнивных остатках обнаруживаются псевдотеции (рисунок 1в), содержащие в себе аски с аскоспорами (рисунок 1б). Весной, когда температура возрастает, псевдотеции созревают и «выстреливают» аски вверх на растение, тем самым происходит заражение.

Конидии прозрачные, цилиндрической формы, число перегородок колеблется от 4 до 10, размеры варьируют – 40-245 × 10-20 мкм (рисунок 1г). Одним из главных диагностических признаков *Pyrenophora tritici-repentis* является форма базальной клетки конидии, которая имеет форму «змеиной головы».

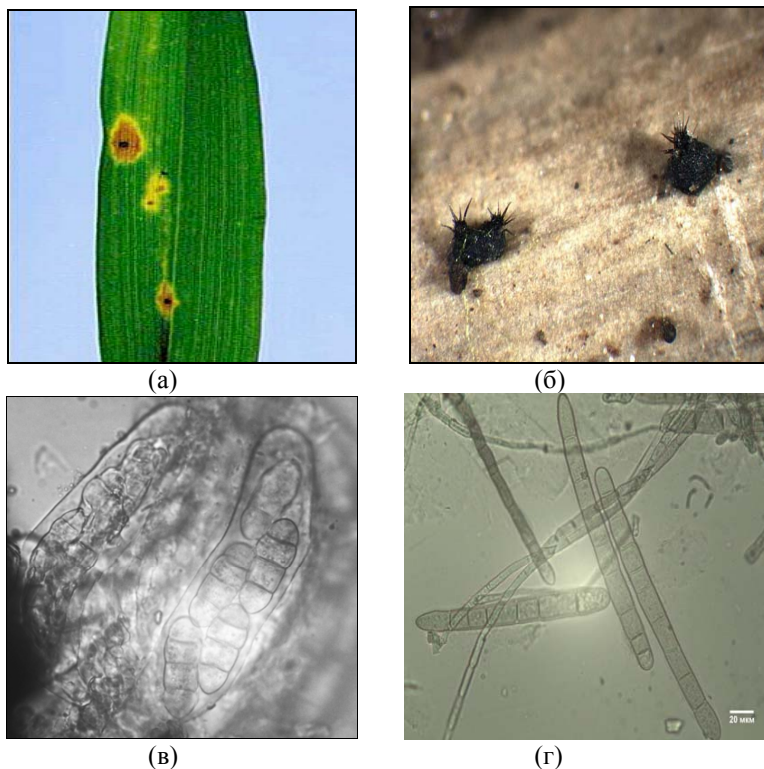


Рисунок 1 – *Pyrenophora tritici-repentis*: классические симптомы поражения (а), псевдотеции (б), аски с аскоспорами (в), конидии (г). (фото а – автор McMullen M., б – автор Wiese M.V., фото в, г – автора)

Однако при долгом культивировании в *in vitro* могут происходить некоторые изменения конидий, например, изменение формы базальной клетки на округлую или сосочковидную, удлинение конидий. В природных условиях конидии чаще всего обнаруживаются на крупных пятнах повреждения.

Выделение возбудителя в чистую культуру с применением методики моноконидиальных изолятов может быть затруднено тем, что на листе, кроме пиренофороза, могут присутствовать возбудители других заболеваний.

Поэтому в нашем случае выделение проходило с помощью методики, основанной на получении моноспорных изолятов из псевдотеций. Псевдотеции (плодовые тела) *Pyrenophora tritici-repentis* были обнаружены на пожнивных остатках (стеблях) восприимчивого к болезни сорта пшеницы. Отрезки стебля переносились на предметное стекло, которое помещали на перевернутую верхнюю часть чашки Петри и приливали небольшое количество воды (3-4 мл). На нижнюю часть наливали слой водного 2%-го агар и накрывали ею верхнюю часть с подготовленным предметным стеклом.

Затем чашки выдерживали на свету при температуре 20-24 °С. Созревая, псевдотеции «выстреливают» аскоспоры вверх на поверхность с агаром. Просоршие одиночные аскоспоры переносились на свежую питательную среду для получения моноспоровых изолятов.

Ламари и Бернер обнаружили, что образование конидионосцев стимулирует ультрафиолет, а образование конидий – понижение температуры до 10-12 °С. Оптимальной же температурой для роста гриба считается 22-25 °С [9]. На основании этого чашки Петри, засеянные мицелием, помещались под светоустановку ЛЭ-30 (310-320 нм) и выдерживались в течение 10 суток с соблюдением оптимальной температуры для роста. Затем чашки помещались на 2 суток в термостат при 12 °С для индукции образования конидиоспор.

Согласно литературным данным [4], наилучшей средой для культивирования *Pyrenophora tritici-repentis* является V-4, однако в наших исследованиях это не подтвердилось. Радиальная скорость роста мицелия составила $2,1 \pm 0,5$ мм/сут. Скорее всего, это связано или с качеством растительного материала, или условиями культивации – pH, режим освещения, температуры и т.д. Данные факторы будут изучены в дальнейшем.

Радиальная скорость роста отличалась на остальных средах: на соломенном агаре – $3,2 \pm 0,7$ мм/сут, тогда как на овсяном агаре и КГА – $4,1 \pm 0,5$ мм/сут. и $4,5 \pm 0,5$ мм/сут. соответственно. На 10 сутки учет был остановлен, так как на среде КГА колония возбудителя покрыла всю площадь чашки Петри (таблица).

Таблица – Учет основных показателей мицелия *Pyrenophora tritici-repentis* на различных средах

Среда	Скорость радиального роста, мм/сут.	Диаметр колонии, см	Площадь колонии, см ² /10 сут.	Кол-во спор/колонию, шт. × 10 ³
КГА	4,5±0,5	9,0±0,5	63,6	-
V-4	2,1±0,5	4,2±0,5	13,7	3,4
Соломенный агар	3,2±0,7	6,4±0,7	32,6	25,4
Овсяный агар	4,1±0,5	8,2±0,5	53,3	53,3

Был отмечен различный вид структурных компонентов мицелия колоний. На КГА (рисунок 2а) наблюдался преимущественно стерильный, белый и плотный мицелий, по краям колонии наблюдался сероокрашенный и рыхлый мицелий, строма темно-серая. На среде V-4 (рисунок 2г) в центре образовывался плотный, светлый с оттенком желтого мицелий, строма темная. На соломенном агаре (рисунок 2в) наблюдался рыхлый и светлый мицелий в центре, паутинистый по краям, строма от темно-серого до черного. В тоже время на овсяном агаре (рисунок 2б) отмечался бархатистый, темно-серый мицелий, строма от черного до темно-серого цвета.

Несмотря на то, что максимальное спороношение было получено на овсяном агаре, с практической стороны проще использовать соломенный агар, так как при работе с овсяным агаром мы зависим от стабильности качества и

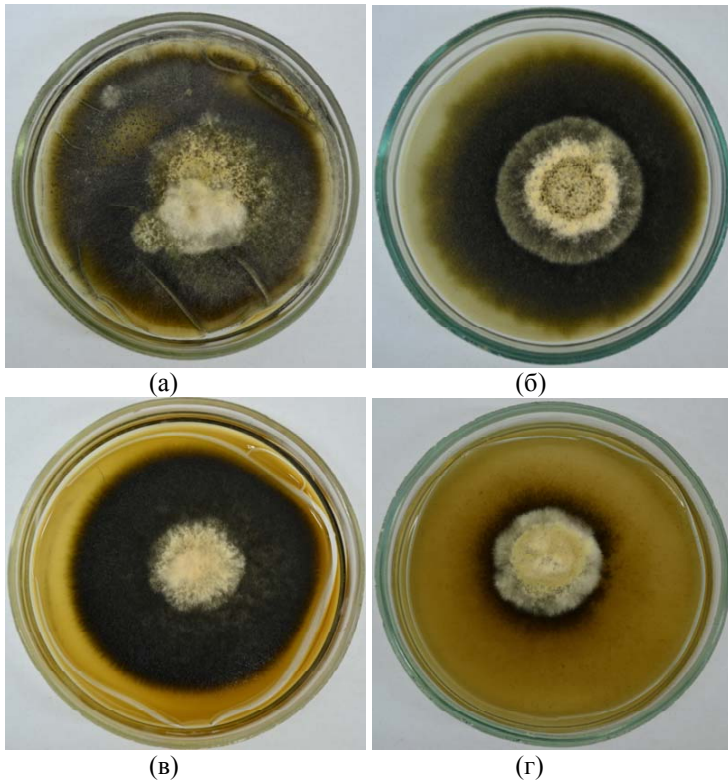


Рисунок 2 – Культура гриба *Pyrenophora tritici-repentis* на различных питательных средах: а) КГА, б) овсяный агар, в) соломенный агар, г) V–4 (фото автора)

невозможности контроля исходного сырья. В случае с пшеничной соломой мы можем контролировать весь процесс заготовки, консервации и хранения растительного материала.

Выводы

1. Отработана методика получения моноспоровых изолятов, основанная на выделении спор из псевдотеций.
2. В чистую культуру выделено 7 моноспоровых изолятов возбудителя, которые переданы в коллекцию чистых культур фитопатогенов лаборатории иммунитета.
3. Оптимальными средами для стабильного получения высококачественного инокулюма возбудителя *Pyrenophora tritici-repentis* является овсяный и соломенный агар.

Литература

1. Буга, С.Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси: [монография] / С.Ф. Буга. – Несвиж, 2013. – 239 с.

2. Диагностика основных грибных болезней хлебных злаков / Т.Л. Ишкова [и др.]. – СПб: ВИЗР, 2002. – 76 с.
3. Желтая пятнистость листьев пшеницы на Северном Кавказе / О.Ю. Кремнева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2011. – №10. – С. 37-39.
4. Михайлова, Л.А. Желтая пятнистость пшеницы : метод. указания / Л.А. Михайлова [и др.]. – СПб: ВИЗР, 2012. – 56 с.
5. Пиренофороз – опасное заболевание пшеницы / О.Ю. Кремнева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2007. – №6. – С. 45-46.
6. Ali, S. Recovery of *Pyrenophora tritici-repentis* from barley and reaction of 12 cultivars to five races and two host-selective toxins / S.Ali & L.J. Franci // Plant Disease 85, 2001. – P. 580-584.
7. Annone, J.G. Presencia de la mancha tostada del trigo (*Helminthosporium tritici-repentis*) // Carpeta de Producción Vegetal. TRIGO. TOMO VII. Informe №88. Estación Experimental Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires: Argentina, 1985.
8. Ciuffetti, L.M. Advances in the Characterization of the *Pyrenophora tritici-repentis* / L.M. Ciuffetti, R.P. Tuori // Wheat Interaction. Phytopathology 89 (6), 1999. – P. 444-449.
9. Lamari, L. Genetics of tan necrosis and extensive chlorosis in tan spot of wheat caused by *Pyrenophora tritici-repentis* / L. Lamari, C.C. Bernier // Phytopathology. – 1991. – 81. – P. 1092-1095.
10. Sim, T. Kansas wheat disease losses / T. Sim & W.G. Willis // Kansas State University, Manhattan, USA, 1982.

PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS OF WHEAT IN BELARUS: IDENTIFICATION, ISOLATION AND CULTIVATION IN ARTIFICIAL NUTRIENT MEDIA
M.V. Podorsky, Y.K. Shashko, M.N. Shashko

*The research results on the study of *Pyrenophora tritici-repentis* causative agent are presented in the article. The identification of the disease under field conditions was done. Methods of agent isolation in pure culture were developed. Nutrient media of different composition were studied in order to find the media for the best growth and sporulation. Different kinds of colony structure components depending on the media were studied. As result of the researches conducted, it was revealed that oat and straw agars were the best media for the stable obtaining of high quality inoculum of *Pyrenophora tritici-repentis* agent.*

УДК [633.179 + 633.12]:631.811.98 (476)

**АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ
 ПРЕПАРАТА ИЗ РАПСОВОГО ШРОТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
 ПАЙЗЫ И ГРЕЧИХИ**

О.С. Корзун¹, кандидат с.-х. наук, **Г.В. Наумова²**, доктор тех. наук
 УО «Гродненский государственный аграрный университет»
²ГНУ «Институт природопользования НАНБ»

(Поступила в печать 9.12.2015 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, проведенных в почвенно-климатических условиях Гродненской области, по изучению особенностей роста, развития и формирования урожайности пайзы и гречихи в зависимости от обработки растений препаратом из рапсового шрота. Ус-

тановлено, что при использовании препарата из рапсового шрота прибавки урожайности зерна пайзы и гречихи по сравнению с контролем составили соответственно 1,1 и 3,1 ц/га, а коэффициент энергетической эффективности возростал соответственно на 0,48 и 1,0.

Введение. Просо японское или пайза – одна из просовидных культур, формирующая при благоприятных условиях урожайность зеленой массы до 760 ц/га, сена – до 140 ц/га и зерна – до 40 ц/га [1]. В республике изучаемый вид вызревает до полной спелости семян, что свидетельствует о достаточности агроклиматических ресурсов региона для возделывания культуры на семенные цели [11]. Потенциальная урожайность сортов гречихи, созданных в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию, находится в пределах от 34,5 до 46,3 ц/га, при этом возделывание гречихи экономически целесообразно даже при уровне урожайности 11 ц/га. Например, сорт тетраплоидной гречихи Александрина, предназначенный для ранних сроков сева, обеспечивает максимальную урожайность 32,7 ц/га [6].

Одним из аспектов решения проблемы получения высокой урожайности пайзы и гречихи является внедрение приемов, не требующих значительного использования средств интенсификации. Получены данные, согласно которым обработка семян тетраплоидных сортов гречихи физиологически активными веществами гидрогумат, мальтамин и феномелан в норме расхода 200-400 мл на гектарную норму высева позволяет повысить урожайность на 2,5-7,6 ц/га в зависимости от сорта [6].

Немаловажный интерес среди ресурсо- и энергосберегающих приемов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур представляет обработка растений регуляторами роста в период вегетации. Недостаток соответствующей информации служит основанием для изучения агрономической и энергетической эффективности их применения при возделывании пайзы и гречихи.

Выбор направления исследований объясняется тем, что в Гродненской области вопрос влияния обработки растений регуляторами роста на урожайность пайзы и гречихи ранее изучен не был. Поэтому сочтено целесообразным проведение соответствующих исследований, целью которых явилось определение показателей роста и развития и урожайности пайзы и гречихи в зависимости от обработки растений экологически безопасным биологически активным препаратом ростостимулирующего действия, полученным в Институте природопользования НАН Беларуси – препаратом из рапсового шрота. В состав препарата входят: гуминовые вещества – 3%, низкомолекулярные карбоновые кислоты – 1,1%, фенольные соединения – 0,2%, минеральные соединения – 3,7% и аминокислоты – 0,3%.

Условия и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2014-2015 гг. на опытном поле УО «ГГАУ» Гродненского района на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком со средним содержанием гумуса (3-я группа), близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, высокой степенью обеспеченности доступным фосфором (4-я группа) и средней – калием (3-я группа).

Метеорологические условия в годы исследований были неблагоприятными для формирования урожайности пайзы и гречихи. В мае 2014 г. рост и развитие растений проходили в условиях повышенной температуры воздуха и дефицита влаги. В июне 2014 г. температура воздуха превышала среднемноголетнюю норму, а осадков выпало значительно меньше нормы. Июль был засушливым при средней температуре воздуха выше климатической нормы на 2,8 °С. До конца августа установилась жаркая и сухая погода, что способствовало более раннему созреванию семян. В сентябре среднесуточная температура воздуха и сумма выпавших осадков не превышали среднемноголетние значения.

В мае 2015 г. температура воздуха была на уровне средних многолетних значений, а сумма выпавших осадков не превышала месячную норму при неравномерном их выпадении, что осложняло появление всходов. В июне запасы почвенной влаги в полуметровом слое почвы значительно уменьшились, воздух прогревался до температуры +17...+25 °С. В июле на фоне преобладания высоких температур и при количестве осадков, близком к средним многолетним значениям, улучшились условия для налива зерна. Август характеризовался повышенными температурами при значительном дефиците осадков – до 25% месячной нормы, а в сентябре теплая погода создавала благоприятные условия для уборки семян [4].

Технология возделывания пайзы и гречихи – рекомендуемая для Беларуси [10]. Предшественник – рапс. Обработку почвы проводили согласно технологическим картам возделывания этих культур. Под предпосевную культивацию вносили минеральные удобрения в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$. Посев проводили рядовым способом в третьей декаде мая с нормой высева пайзы 4 млн/га и гречихи – 3 млн/га всхожих семян. В фазу кушения в соответствии с рекомендациями посевы пайзы обрабатывали гербицидом прима, к.э. (1,0 л/га). Химическую прополку посевов гречихи проводили гезагардом (1,5 л/га) до появления всходов. Учет урожайности зеленой массы пайзы проводили в конце фазы выметывания метелки, урожайности зерна – в фазу его полной спелости.

Учетная площадь делянки – 30 м², размещение делянок – систематическое, повторность опыта – четырехкратная. Сорт пайзы – Удаляя 2, гречихи – Александрина.

Наблюдения и учеты на посевах пайзы включали сроки наступления фаз выметывания метелки и полной спелости зерна, определение индекса продуктивной кустистости, выживаемости, высоты растений, длины метелки, площади листьев, облиственности растений, урожайности зеленой массы и семян, массы 1000 зерен. На посевах гречихи проводили учет сроков наступления фаз цветения, плодообразования и полной спелости зерна, выживаемости, высоты растений, урожайности зерна и массы 1000 плодов.

Обработку растений пайзы раствором препарата из рапсового шрота (2 л/га) проводили в фазу кушения, гречихи – в фазу бутонизации. Расход рабочего раствора – 200 л/га. Контроль – обработка водой.

Использовали общепринятые для зерновых злаковых культур методики проведения наблюдений и учетов. Биометрические измерения проводили в фазу полного выметывания метелки растений пайзы. Площадь листьев на 1 га опре-

деляли расчетным методом, основанным на измерении линейных размеров листьев [9]. Облиственность растений определяли перед учетом урожайности зеленой массы методом отбора их проб с черешками и определения процентного соотношения массы листьев к массе растения.

Учет урожайности проводили путем взвешивания в соответствии с принятой методикой определения биологической урожайности и последующим пересчетом на 1 га [8]. Определение содержания сухого вещества в зеленой массе проводили методом сухого остатка без предварительного подсушивания. Бюксы с растительным материалом просушивали в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105-110 °С.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием программы дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5]. Система показателей для оценки энергетической эффективности возделывания пайзы и гречихи включала затраты энергии на 1 га, выход энергии с 1 га и биоэнергетический коэффициент. Для расчета основных показателей энергетической эффективности использования препарата применяли методики и нормативы энергетического анализа [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Согласно полученным данным, растения пайзы с контрольных и опытных делянок имели одинаковую продолжительность межфазного периода от выметывания метелки до полной спелости зерна (57-59 дней). У растений гречихи, обработанных препаратом из рапсового шрота, продолжительность межфазных периодов была более короткой по сравнению с контрольными растениями: от цветения до плодообразования – на 2 дня (с 20 до 18 дней), от плодообразования до полной спелости зерна – на 4 дня (с 42 до 38 дней). Индекс продуктивной кустистости пайзы колебался в пределах от 9,3 до 9,9 ед., причем у растений с делянок, обработанных препаратом, отмечено более высокое его значение (таблица 1). В среднем за два года значение этого показателя у растений, обработанных препаратом из рапсового шрота, было на 4,8% выше, чем у контрольных.

Л.И.Кузютиной при рядовом способе посева отмечено увеличение интенсивности роста пайзы в фазу выметывания метелки и достижение высоты 55-56 см во время цветения [7]. Согласно результатам проведенных нами биометрических измерений, более высокорослыми были растения пайзы с делянок, обработанных препаратом из рапсового шрота (103-115 см). В среднем за два года растения пайзы, обработанные этим препаратом, были выше по сравнению с контрольными на 3 см. У гречихи разница по высоте растений между контрольными и опытными делянками в среднем за два года составила 6,5 см в пользу последних.

Анализ выживаемости растений пайзы и гречихи в зависимости от обработки препаратом из рапсового шрота показал, что в годы исследований на контрольных делянках соотношение количества сохранившихся к уборке растений к количеству высеянных всхожих семян не превышало соответственно 93 и 83%. При применении препарата из рапсового шрота растения пайзы имели большую выживаемость, максимальное значение которой (96%) было отмечено в 2015 г. При обработке растений гречихи препаратом из рапсового шрота на

Таблица 1 – Продуктивная кустистость, высота и выживаемость растений пайзы и гречихи в зависимости от обработки препаратом из рапсового шрота

Вариант	Продуктивная кустистость, ед.			Высота растений, см			Выживаемость, %		
	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее
Пайза									
Обработка водой	9,5	9,3	9,40	110	102	106	86	93	89
Обработка препаратом из рапсового шрота	9,8	9,9	9,85	115	103	109	92	96	94
Гречиха									
Обработка водой	–	–	–	103	98	100,5	83	81	82
Обработка препаратом из рапсового шрота	–	–	–	112	102	107	85	87	86

блюдалась аналогичная тенденция, однако, данный показатель был ниже, чем у пайзы, и составил в 2014 г. 85%, в 2015 г. – 87%. В среднем за два года выживаемость растений пайзы при некорневом внесении изучаемого препарата возрастала на 5%, тогда как у гречихи этот показатель не превышал 4%.

По данным О.С. Башинской максимальная листовая поверхность у пайзы формируется в фазу цветения, и ее площадь составляет 49 тыс. м²/га [3]. Согласно результатам проведенных нами исследований, в 2014 г. площадь листьев пайзы с делянок, где проводили обработку растений препаратом из рапсового шрота, была в 1,07 раза больше по сравнению с площадью листьев контрольных растений, тогда как в 2015 г. – в 1,06 раза. В среднем за два года увеличение площади листьев на опытных делянках по сравнению с контрольными составило 6,9%. Применение изучаемого препарата для обработки растений пайзы способствовало росту облиственности растений в среднем за два года на 3,5% (таблица 2).

Таблица 2 – Площадь листьев, облиственность и длина метелки растений пайзы в зависимости от обработки препаратом из рапсового шрота

Вариант	Площадь листьев, тыс. м ² /га			Облиственность растений, %			Длина метелки, см		
	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее
Обработка водой	40	32	36	62	64	63	12	8	10
Обработка препаратом из рапсового шрота	43	34	38,5	68	67	67,5	12	9	10,5

Длина метелки растений пайзы с контрольных и опытных делянок была практически одинаковой и составила соответственно по годам 12 и 8-9 см. Отмечено, что в 2015 г. указанный показатель был на 3-4 см меньше, чем в преды-

душем. В среднем за два года этот биометрический показатель не зависел от изучаемого агротехнического приема.

Результаты исследований, проведенных в Минской и Гомельской области, свидетельствуют о том, что в зеленой массе пайзы в фазу полного выметывания метелки содержится 28-32% сухого вещества [1]. В исследованиях, проведенных нами в Гродненской области, определение содержания сухого вещества в зеленой массе пайзы в зависимости от применения препарата из рапсового шрота показало отсутствие существенного его влияния на данный показатель, значение которого составило 28,3-29,7% (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние обработки препаратом из рапсового шрота на продуктивность пайзы и гречихи, ц/га

Вариант	Содержание сухого вещества (%) и его сбор с 1 га (ц)*			Урожайность зерна, ц/га			Масса 1000 зерен (плодов), г		
	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее
Пайза									
Обработка водой	$\frac{29,2}{77,4}$	$\frac{29,7}{55,2}$	$\frac{29,45}{66,30}$	10,1	8,4	9,25	3,3	2,9	3,10
Обработка препаратом из рапсового шрота	$\frac{28,3}{79,2}$	$\frac{29,0}{54,1}$	$\frac{28,65}{66,65}$	11,6	9,1	10,35	3,8	3,5	3,65
НСР ₀₅ , ц/га	$\frac{1,5}{4,9}$	$\frac{1,1}{3,1}$		0,7	0,6		0,8	0,7	
Гречиха									
Обработка водой	–	–	–	20,1	15,7	17,9	36,7	37,8	37,25
Обработка препаратом из рапсового шрота	–	–	–	23,2	18,8	21,0	39,1	38,6	38,85
НСР ₀₅ , ц/га				3,0	3,5		2,2	2,0	

Примечание – *В числителе – содержание сухого вещества в зеленой массе (%), в знаменателе – сбор сухого вещества (ц/га).

В оба года исследований аномально высокая температура воздуха и почвы и дефицит почвенной влаги в августе обусловили снижение интенсивности нарастания зеленой массы растений. Разница между контрольным и опытным вариантами по сбору сухого вещества пайзы с 1 га находилась в пределах НСР₀₅ – 4,9 ц/га в 2014 г. и 3,1 ц/га – в 2015 г. В среднем за два года содержание сухого вещества в зеленой массе пайзы и его сбор с 1 га при обработке препаратом из рапсового шрота практически не изменялись и составили соответственно 28,65-29,45% и 66,3-66,65 ц/га.

Вариант с обработкой растений препаратом из рапсового шрота имел достоверное преимущество по сравнению с контрольным по урожайности зерна пайзы (+1,5 ц/га в 2014 г. и +0,7 ц/га в 2015 г. при НСР₀₅ = 0,7 и 0,6 ц/га соответственно по годам). В среднем за два года прибавка урожайности зерна пайзы

в опытных делянках по сравнению с контрольными составила 1,1 ц/га. По-видимому, положительное влияние изучаемого препарата на урожайность зерна пайзы определялось увеличением продуктивной кустистости растений. Под действием этого агротехнического приема существенное возрастание массы 1000 зерен пайзы не происходило (разница между опытным и контрольным вариантами составила 0,5 и 0,6 г при НСР₀₅ = 0,8 и 0,7 г соответственно по годам).

В 2014 г. положительное влияние обработки посевов гречихи препаратом из рапсового шрота на урожайность зерна (прибавка составила 3,1 ц/га при НСР₀₅ = 3,0 ц/га) определялось существенным возрастанием массы 1000 плодов – на 2,4 г при НСР₀₅ = 2,2 г. Согласно полученным в 2015 г. данным урожайности зерна гречихи и массы 1000 плодов, вариант с обработкой растений препаратом из рапсового шрота не имел достоверного преимущества перед контрольным: разница между указанными вариантами составила соответственно 3,1 ц/га при НСР₀₅ = 3,5 ц/га и 0,8 г при НСР₀₅ = 2,0 г. В среднем за два года прибавка урожайности зерна гречихи от применения препарата из рапсового шрота составила 17,3%, тогда как у пайзы она не превышала 11,8%. По массе 1000 зерен (плодов) пайзы и гречихи значения прибавок составили соответственно 17,7 и 4,3% соответственно.

Результаты анализа энергетической эффективности обработки растений пайзы и гречихи препаратом из рапсового шрота показали, что выход энергии при их применении в среднем за два года исследований возрастал соответственно на 1541 и 4758 МДж (таблица 4).

Таблица 4 – Энергетическая эффективность обработки растений пайзы и гречихи препаратом из рапсового шрота (среднее за 2014-2015 гг.)

Вариант	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка урожайности, ц/га	Затраты энергии, МДж/га	Выход энергии, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Пайза					
Обработка водой	9,3	–	2117,2	12959,2	6,12
Обработка препаратом из рапсового шрота	10,4	+1,1	2194,9	14500,3	6,60
Гречиха					
Обработка водой	17,9	–	4688,2	27924,0	5,95
Обработка препаратом из рапсового шрота	20,9	+3,0	4699,7	32682,0	6,95

Максимальное значение биоэнергетического коэффициента было отмечено при обработке препаратом из рапсового шрота растений гречихи (6,95). Применение изучаемого препарата для обработки растений пайзы также оказалось энергетически эффективным: при его использовании коэффициент энергетической эффективности возрастал на 0,48 и составил 6,6.

Выводы

1. Растения гречихи при обработке препаратом из рапсового шрота имели более короткий период вегетации за счет сокращения периода от массового цветения до полной спелости зерна.

2. Для пайзы и гречихи при внесении препарата из рапсового шрота была характерна большая выживаемость (соответственно на 5 и 4%) и высота растений (на 3,0 и 6,5 см), а для пайзы – большая продуктивная кустистость (на 0,45 ед.), площадь листьев (на 2,5 тыс. м²/га) и облиственность (на 4,5%) по сравнению с контрольным вариантом. Длина метелки пайзы (8-12 см) не зависела от изучаемого агротехнического приема.

3. Обработка растений препаратом из рапсового шрота не оказала существенного влияния на содержание сухого вещества в зеленой массе пайзы (28,65-29,45%) и его сбор с 1 га (66,3-66,65 ц).

4. При использовании препарата из рапсового шрота прибавка урожайности зерна гречихи по сравнению с контролем составила 3,1 ц/га (17,0%), тогда как у пайзы она не превышала 1,1 ц/га (11,8%) при возрастании коэффициента энергетической эффективности соответственно на 0,48 и 1,0.

5. Обработка посевов пайзы изучаемым препаратом не оказала значительного влияния на массу 1000 зерен, которая составила 3,1-3,6 г. Масса 1000 плодов гречихи под влиянием обработки препаратом повышалась на 1,6 г (4,3%).

Литература

1. *Анохина, Т.А.* Возделывание пайзы в Беларуси / Т.А. Анохина, Р.М. Кадыров, С.В. Кравцов // Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 300-303.

2. *Барташевич, В.И.* Энергетический анализ совокупных затрат операций, приемов, технологий в земледелии и растениеводстве / В.И. Барташевич. – Жодино: БелНИИЗК, 1999. – 23 с.

3. *Башинская, О.С.* Продуктивность пайзы в зависимости от основных элементов технологии возделывания на черноземах Саратовского Правобережья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / О.С. Башинская; Саратов. гос. агр. ун-т. – Саратов, 2007. – 24 с.

4. Гидрометеорологические условия в Беларуси в мае-сентябре 2014-2015 гг. [Электронный ресурс]. – Минск, 2014. – Режим доступа: <http://www.pogoda.by/press-release/?page=466>. – Дата доступа: 12.11.2015.

5. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

6. *Кадыров, Р.М.* Возделывание гречихи в Республике Беларусь / Р.М. Кадыров, Т.А. Анохина // Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 165-170.

7. *Кузюткина, Л.И.* Урожайность пайзы (ежевника хлебного) в зависимости от способов посева и норм высева / Л.И. Кузюткина, С.Н. Чичкин, Ю.В. Корягин // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: материалы III междунар. науч.-произв. конф., Пенза, 14-19 июня 2000 г.: в 3 ч. / Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства; редкол.: А.Ф. Блинохатова [и др.]. – Пенза, 2000. – Ч. 2. – С. 68-70.

8. *Мельничук, Д.И.* Растениеводство. Полевая практика: учебное пособие / Д.И. Мельничук [и др.]; под ред. Д.И. Мельничука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 296 с.

9. Ничипорович, А.А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах / А.А. Ничипорович, З.Е. Кузьмин. Л.Я. Полозова. – Москва: ВАСХНИЛ, 1969. – 93 с.

10. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 288 с.

11. Шлапунов, В.Н. Нетрадиционные и малораспространенные кормовые культуры / В.Н. Шлапунов, Т.Н. Лукашевич // Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2005. – С. 187-196.

**AGRO-ENERGY SUBSTANTIATION OF APPLICATION OF RAPE MEAL PRODUCT IN
JAPANESE MILLET AND BUCKWHEAT CULTIVATION**
O.S. Korzun, G.V. Naumova

The results of the researches conducted under the soil climatic conditions of Grodno region on the study of the features of growth, development and yield formation of japanese millet and buckwheat depending on plant treatment by a rape meal product are presented in article. The researches allow to established that the use of the rape meal product increased the japanese millet and buckwheat grain yield by 0.3 and 0.11 t/ha, respectively, in comparison with the control, and the coefficient of energy efficiency increased by 0.48 and 1.0, respectively.

УДК 633.494.853:632.952:631.527

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ГЕНОТИПА**

И.М. Наумович, научный сотрудник, **Я.Э. Пилюк**, канд. с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 19.02.2016 г.)

Аннотация. В условиях дерново-подзолистых супесчаных почв центральной части Беларуси применение на яровом рапсе фунгицидов пиктор, КС (0,4 л/га) и прозаро, КЭ (0,6 л/га) в фазу «середина цветения» обеспечивает биологическую эффективность в среднем по изучаемым генотипам от 77,0 до 83,1% по альтернариозу и склеротиниозу, что обеспечивает прибавку урожайности 4,1 и 5,7 ц/га или 19,7 и 16,8% к контролю. Величина сохраненного урожая фунгицидами колосаль про, КМЭ (0,5 л/га) и карамба, ВР (0,8 л/га) по отношению к контрольному варианту составила 2,7 и 2,6 ц/га или 11,6 и 11,2%. Все изучаемые фунгициды способствовали увеличению содержания жира в маслосеменах на 0,7-1,7 абсолютных процента.

Введение. Расширение посевных площадей под рапсом в Беларуси способствует увеличению поражения этой культуры болезнями преимущественно грибной этиологии. Наиболее распространенными и экономически значимыми из них являются альтернариоз, склеротиниоз (белая гниль), фузариозное увяда-

ние и серая гниль [1, 2]. Недобор урожайности маслосемян рапса от болезней в зависимости от степени их развития может составлять от 10 до 50% и более [3-5] При этом у пораженных растений значительно уменьшается содержание жира в семенах [2].

Полностью решить эту проблему селекционным методом не представляется возможным, так как известно, что существует отрицательная связь между устойчивостью сортов рапса к болезням и их семенной продуктивностью [6]. Поэтому, чтобы сохранить урожайность и высокие качественные показатели маслосемян, необходимо использовать химический метод в борьбе с болезнями этой культуры.

Исходя из вышеизложенного, и в связи с созданием отечественных гибридов F₁ ярового рапса, целью наших исследований явилось сравнительное изучение биологической и хозяйственной эффективности фунгицидов в посевах различных генотипов этой культуры.

Методика проведения исследований. Исследования по изучению влияния фунгицидов на урожайность и качество маслосемян гибридов F₁ ярового рапса проводились в 2011-2013 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Минской области на среднеоккультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,7-0,8 метров моренным суглинком (гумус – 2,0-2,3%, P₂O₅ – 180-225, K₂O – 225-370 мг/кг почвы, рН (KCl) – 5,6-6,0). Предшественник – ячмень. Удобрения вносились в дозе N₁₂₀₊₃₀P₆₀K₉₀. Технология возделывания культуры за исключением изучаемого элемента проводилась в соответствии с отраслевым регламентом возделывания ярового рапса [7]. Изучаемые фунгициды вносились в фазу «середина цветения» (пиктор, КС (димоксистробин 200 г/л + боскалид 200 г/л), 0,4 л/га и прозаро, КЭ (прогиоконазол, 125 г/л + тебуконазол, 125 г/л), 0,6 л/га) и в фазу «конец цветения – начало образования зеленых стручков» (карамба, ВР (метконазол, 60 г/л), 0,8 л/га и колосаль про, КМЭ (пропиконазол, 300г/л + тебуконазол, 200 г/л), 0,5 л/га) ручным опрыскивателем OSATU 12 с расходом рабочей жидкости 300 л/га.

Учетная площадь делянки – 20 м², повторность 4-х кратная, размещение делянок – рендомизированное. Для посева использовали семена гибридов Алмаз F₁, Рубин F₁ и сорта-стандарта Гермес, протравленные препаратами кинто дуо, ТК (2,5 л/т) + табу, ВСК (6,0 л/т). Срок сева ярового рапса – через неделю после прогревания почвы до 5 °С на глубину 10 см. Норма высева – 1,7 млн всхожих семян на гектар. Учет распространенности и степени развития болезней проводился согласно методике регистрационных испытаний фунгицидов [8], учет урожайности маслосемян – методом сплошного обмолота комбайном «Сампо-130» поделяночно с пересчетом на 10% влажность. Статистическую обработку данных проводили дисперсионным методом [9] с использованием пакета компьютерных программ Microsoft Excel и Statistika.

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2011-2013 гг.) существенно отличались от среднеголетних значений и между собой, что позволило достаточно объективно изучить влияние фунгицидов на распро-

страненность и развитие болезней, урожайность и качество маслосемян гибридов F₁ ярового рапса.

Результаты исследований и их обсуждение. В период испытания (2011-2013 гг.) наблюдалось сильное распространение альтернариоза, первые признаки которого отмечались уже в фазу всходов. К фазе желто-зеленого стручка распространенность этой болезни на всех вариантах была 100% по гибридам и сорту, однако ее развитие в вариантах с применением фунгицидов было в 4,1-6,3 раза ниже (таблица 1). Препарат пиктор обеспечил высокую биологическую эффективность – 78,7-81,4% по изучаемым генотипам. Этот показатель применения фунгицида прозаро, который также как и пиктор, вносился в фазу «середина цветения», составил 78,1; 75,9 и 77,1% на сорте Гермес и гибридах Алмаз и Рубин соответственно. Препараты колосаль про и карамба, которые вносились на две с половиной – три недели позже (в фазу «конец цветения – начало образования зеленых стручков») обеспечили самый высокий уровень защиты посевов от альтернариоза. Биологическая эффективность применения этих фунгицидов была практически одинаковой – 82,7-83,1%, 81,4-82,6% и 82,6-84,1% у сорта и гибридов соответственно.

Таблица 1 – Биологическая эффективность фунгицидов в посевах ярового рапса (среднее за 2011-2013 гг.)

Вариант опыта	ДК	Альтернариоз*		Склеротиниоз		
		Развитие, %	Б.Э.**	Распространенность, %	Развитие, %	Б.Э.**
Гермес						
Контроль	-	23,7		19,5	23,1	-
Прозаро 0,6 л/га	64-65	5,2	78,1	5,3	4,7	79,7
Пиктор 0,4 л/га	64-65	4,4	81,4	4,0	3,5	84,8
Колосаль про 0,5 л/га	70-72	4,0	83,1	-	-	-
Карамба 0,8 л/га	70-72	4,1	82,7	-	-	-
Алмаз F ₁						
Контроль	-	25,3		21,0	20,8	-
Прозаро 0,6 л/га	64-65	6,1	75,9	5,8	5,0	76,0
Пиктор 0,4 л/га	64-65	5,4	78,7	4,3	3,9	81,3
Колосаль про 0,5 л/га	70-72	4,4	82,6	-	-	-
Карамба 0,8 л/га	70-72	4,7	81,4	-	-	-
Рубин F ₁						
Контроль	-	25,8		20,4	21,6	-
Прозаро 0,6 л/га	64-65	5,9	77,1	6,0	4,2	80,6
Пиктор 0,4 л/га	64-65	5,2	79,8	4,5	3,6	83,3
Колосаль про 0,5 л/га	70-72	4,1	84,1	-	-	-
Карамба 0,8 л/га	70-72	4,5	82,6	-	-	-

Примечание – *распространенность альтернариоза 100% на всех вариантах опыта, ** биологическая эффективность, рассчитанная по снижению развития болезни

Склеротиниоз – очень вредоносное заболевание, при поражении главного стебля в фазу цветения – формирования стручков растения ярового рапса во-

обще не образуют семян, при более поздних фазах поражения семенная продуктивность значительно снижается [2]. Для борьбы с этой болезнью нами изучались препараты пиктор и прозаро. Учеты, проводимые в фазу желто-зеленого стручка, показали, что указанные выше препараты существенно снижали распространённость и развитие этой болезни. На контрольных вариантах распространение и развитие склеротинии составило 20,3 и 21,8% в среднем по всем изучаемым генотипам. Применение препарата пиктор обеспечило снижение развития склеротиниоза в 5,3-6,6 раз при биологической эффективности 84,8, 81,3 и 83,3% на сорте Гермес и гибридах Алмаз и Рубин соответственно. В варианте с применением препарата прозаро биологическая эффективность была ниже на 4,4% в среднем по изучаемым гибридам и сорту.

Применение фунгицидов способствовало сохранению урожайности ярового рапса в пределах 2,4-6,4 ц/га или 11,0-26,7% в сравнении с контрольным вариантом (таблица 2). Наибольшую урожайность маслосемян в опыте обеспечило применение фунгицида пиктор – 27,0; 30,4 и 29,2 ц/га у сорта Гермес, гибридов Алмаз и Рубин соответственно, с прибавкой к контролю 5,2; 6,4 и 5,5 ц/га или 23,9; 26,7 и 23,2%. В среднем по изучаемым генотипам прибавка урожайности маслосемян от применения этого препарата составила 5,7 ц/га или 24,6%, что обусловлено, по-видимому, его более высокой биологической эффективностью в борьбе со склеротиниозом. При внесении препарата прозаро урожайность маслосемян ярового рапса была несколько ниже – 25,7; 28,0 и 28,1 ц/га у сорта и гибридов. В вариантах опыта с применением препаратов колосаль про и карамба в фазу «конец цветения – начало образования зеленых стручков» была получена более низкая урожайность по всем изучаемым генотипам: соответственно 24,2 и 24,4 ц/га у сорта Гермес, 27,5 и 26,9 ц/га – у гибрида Алмаз и 26,1 и 26,0 – у гибрида Рубин.

Следует также отметить, что гибриды превзошли сорт Гермес на 1,6-3,4 ц/га независимо от применяемого фунгицида.

Анализ элементов структуры урожая показал, что в вариантах с применением фунгицидов сохранилось большее количество стручков на растении, семян в стручке и была выше масса 1000 семян.

При оценке качества маслосемян установлено, что использование фунгицидов на гибридах и сорте ярового рапса способствовало повышению содержания масла в семенах этой культуры. Так, этот показатель у сорта Гермес при применении препарата прозаро оказался максимальным и составил в среднем за три года 44,7%, что на 1,7 абсолютных процента больше, чем в контрольном варианте. Тенденция роста масличности была отмечена и по другим вариантам, прибавка к контролю составила 0,8-1,4 абсолютных процента. Применение фунгицидов пиктор и прозаро на гибридах Алмаз и Рубин обеспечило более высокую масличность по сравнению с контрольным вариантом в среднем на 1,4 абсолютных процентных пункта. Применение препаратов колосаль про и карамба было менее эффективным по этому показателю.

Содержание жира в маслосеменах в значительной степени варьировало в зависимости от метеорологических условий года. Благоприятные погодные условия с умеренной температурой и достаточным количеством осадков в фазу

Таблица 2 – Влияние фунгицидов на урожайность маслосемян сорта и гибридов F₁ ярового рапса (среднее за 2011-2013 гг.

Вариант	Урожайность ц/га					Прибавка к контролю, ц/га
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее по годам (фактор А)	Среднее по вариантам (фактор В)	
Гермес						
Контроль	25,2	20,6	19,5	21,8	23,2	-
Прозаро 0,6 л/га	29,7	23,9	23,5	25,7	27,3	3,9
Пиктор 0,4 л/га	32,3	24,4	24,3	27,0	28,9	5,2
Колосаль про 0,5 л/га	28,3	21,4	23,0	24,2	25,9	2,4
Карамба 0,8 л/га	27,7	22,6	23,0	24,4	25,8	2,6
Среднее по сорту	28,6	22,6	22,7			
Алмаз F₁						
Контроль	27,3	23,7	21,0	24,0		-
Прозаро 0,6 л/га	33,2	26,3	24,5	28,0		4,0
Пиктор 0,4 л/га	37,0	28,0	26,3	30,4		6,4
Колосаль про 0,5 л/га	31,4	25,7	25,5	27,5		3,5
Карамба 0,8 л/га	30,6	25,1	25,1	26,9		2,9
Среднее по гибриду	31,9	25,8	24,5			
Рубин F₁						
Контроль	26,9	23,0	21,3	23,7		-
Прозаро 0,6 л/га	31,7	25,7	26,8	28,1		4,4
Пиктор 0,4 л/га	35,9	26,8	25,0	29,2		5,5
Колосаль про 0,5 л/га	28,9	24,8	24,5	26,1		2,4
Карамба 0,8 л/га	29,1	23,7	25,3	26,0		2,3
Среднее по гибриду	30,5	24,8	24,6			
НСР ₀₅ сорт, А	1,21	1,02	1,19			
НСР ₀₅ фунгицид, В	1,42	1,32	1,54			
НСР ₀₅ АВ	2,42	2,29	2,66			

начало-середина налива семян (1-2 декада июля) сложились в 2011 г. и 2013 г., что благоприятно отразилось на накоплении жира в маслосеменах (44,2 и 45,0% в среднем по всем генотипам). Менее благоприятные условия 2012 г. в этот период привели к снижению масличности, которая оказалась на уровне 42,7%.

Выводы

1. В условиях дерново-подзолистых супесчаных почв центральной части Беларуси изучаемые гибриды F₁ и сорт одинаково поражаются болезнями; применение фунгицидов пиктор, КС (0,4 л/га) и прозаро, КЭ (0,6 л/га) в фазу «середина цветения» обеспечивает высокую биологическую эффективность: 79,7 и 77,0% в борьбе с альтернариозом, 83,1 и 78,8% при защите от склеротиниоза в среднем по изучаемым генотипам. Биологическая эффективность препаратов колосаль про, КМЭ (0,5 л/га) и карамба, ВР (0,8 л/га) при защите посевов ярового рапса от альтернариоза в среднем по гибридам и сорту составляет 83,3 и 82,2% соответственно.

2. Применение фунгицидов в посевах ярового рапса способствует сохранению урожайности этой культуры. При внесении препаратов пиктор, КС (0,4 л/га) и прозаро, КЭ (0,6 л/га) урожайность маслосемян составила 28,9 и 27,9 ц/га соответственно и превысила контроль на 19,7 и 16,8%. Величина сохраненного урожая фунгицидами колосаль про, КМЭ (0,5 л/га) и карамба, ВР (0,8 л/га) составила 2,7 и 2,6 ц/га или 11,6 и 11,2% к контролю.

3. Изучаемые фунгициды способствуют повышению содержания жира в маслосеменах на 0,7-1,7 абсолютных процента. На содержание жира в маслосеменах гибридов и сорта ярового рапса значительное влияние оказывали метеорологические условия года исследований.

Литература

1. Пилюк, Я.Э. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания) / Я.Э. Пилюк. – Минск: Бизнесофсет, 2007. – С. 187-198.
2. Сорока, С.В. Защита рапса от вредных организмов / С.В. Сорока, Е.Н. Полозняк, В.В. Агейчик // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – №5. – С. 40-45.
3. Ашмарина, Л.Ф. Болезни рапса ярового и устойчивость сортообразцов в условиях Западной Сибири / Л.Ф. Ашмарина, Н.М. Коняева, И.М. Горобей // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – №6. – С. 68-70.
4. Пилюк, Я.Э. Рапс требует внимания / Я.Э. Пилюк // Наше сельское хозяйство. – 2011. – №4. – С. 81-90.
5. Пташинская, Т.В. Основные грибные болезни ярового рапса в Краснодарском крае / Т.В. Пташинская, В.В. Солдатова, Т.П. Алифирова // Сб. тр. / Кубан. гос. аграр. ун-т. – 2001. – Вып. 390. – С. 151-156.
6. Rawlinson, C.J. A team approach to oilseed rape research / C.J. Rawlinson // Span (L.), 1987. – Т. 30. – №2. – P. 69-71.
7. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч. практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Ф.И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 380-396.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. С.Ф. Буга // Институт защиты растений. – Несвиж, 2007. – 512 с.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов; 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF FUNGICIDES IN SPRING RAPE CROPS

I.M. Naumovich, Y.E. Piliuk

On the sod-podzolic sandy loam soils of the central part of Belarus, application of fungicides Pictor, SC (0.4 l/ha) and Prosaro, EC (0.6 l/ha) on spring rape in the phase of the middle of flowering provides biological efficiency in Alternaria and Sclerotinia diseases from 77.0 to 83.1% on average over the studied genotypes which provides yield increase by 0.41 and 0.57 t/ha or 19.7 and 16.8% as compared to the control. Such fungicides as Colosal Pro, ME (0.5 l/ha) and Caramba, EC (0.8 l/ha) saved the yield by 0.27 and 0.26 t/ha or 11.6 and 11.2% as compared to the control. All the studied fungicides promote fat content increase in the oilseeds by 0.7-1.7 absolute percentage points.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ ОЗИМОГО РАПСА

*Я.Э. Пилюк, канд. с.-х. наук, А.А. Бородько, научный сотрудник,
Т.Н. Лукашевич, канд. с.-х. наук.*

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления 29.02.16 г.)

Аннотация. *Исследованиями установлено, что применение фунгицидов пиктор, КС (0,5 л/га), прозаро, КЭ (0,8 л/га), амистар экстра, СК (1,0 л/га) и колосаль, КЭ (1,0 л/га) в середине цветения озимого рапса обеспечивает биологическую эффективность в среднем по изучаемым генотипам от 70,0% до 81,3% по склеротиниозу и от 69,5 до 75,4% по альтернариозу. Сохраненная урожайность этой культуры в зависимости от фунгицида в среднем по 3 генотипам составила 4,0-6,3 ц/га или 10,6-16,8%.*

Введение. Увеличение площадей под рапсом в Беларуси сопровождается расширением перечня болезней и реальным ростом поражения его патогенами [3, 4]. В посевах озимого рапса значительный недобор урожая семян вызывают болезни различной этиологии, потери урожая от которых могут составить 20% и более. Основные факторы, оказывающие «положительное» влияние на распространение и развитие болезней рапса – нарушение севооборота и возвращение рапса раньше, чем через 3 года; посев непротравленными семенами; использование восприимчивых к болезням сортов или гибридов; повреждение растений вредителями, морозом, градом; избыток влаги в период вегетации, особенно во время цветения; внесение высоких доз азотных удобрений, особенно на фоне недостатка других элементов питания др. [5, 6].

В связи с ограниченностью генофонда новых сортов, внедрением гетерозисных гибридов с однородной цитоплазмой и наличием большого количества патогенов в регионах, где насыщенность севооборотов рапсом велика, существует реальная угроза эпифитотий [7].

Все вышеизложенные обстоятельства вызывают необходимость увеличения научных исследований по разработке новых и совершенствования принимаемых мер профилактики и ограничения развития болезней в посевах озимого рапса.

Целью наших исследований явилось изучение биологической и хозяйственной эффективности наиболее распространенных фунгицидов в посевах озимого рапса в зависимости от генотипа.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводили в 2012-2014 гг. в лаборатории крестоцветных культур на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Почва дерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидном и песчанисто-пылевом суглинке, подстилаемая с глубины 0,7-0,8 м моренным суглинком. Содержание гумуса в

пахотном слое (20-24 см) – 1,96-2,3%, подвижных форм питательных веществ: фосфора (P_2O_5) – 180-225 и калия (K_2O) – 225-370 мг на 1 кг почвы, рН (KCl) – 5,6-6,0.

Полевые опыты закладывали в звене севооборота после ярового ячменя по методике Б.А. Доспехова [1]. Исследования проводили на отечественном гибриде F_1 озимого рапса Днепр и зарубежном Вектра и на наиболее распространенном в период исследований сорте-стандарте Лидер. Агротехника культуры была типичной для супесчаных и легкосуглинистых почв. Учетная площадь делянки – 20 м², повторность 4-х кратная, размещение делянок – рендомизированное. Норма высева озимого рапса – 0,6 млн всхожих семян на гектар. Срок посева – 17 августа. Удобрения вносили в дозе $N_{100+60+40}P_{100}K_{180}$. Обработку посевов озимого рапса фунгицидами проводили в фазу середина цветения (ДК 64-65) согласно схемы опыта: пиктор, КС (димоксистробин, 200 г/л + боскалид, 200 г/л) – 0,5 л/га, прозаро, КЭ (протиоконазол, 125 г/л + тебуконазол, 125 г/л) – 0,8 л/га, амистар экстра, СК (азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л) – 1,0 л/га и колосаль, КЭ (тебуконазол, 250 г/л) – 1,0 л/га ручным опрыскивателем OSATU 12 с расходом рабочей жидкости 300 л/га. Учет урожайности проводили методом сплошного обмолота комбайном «Сампо-130» поделаячно, в пересчете на 10% влажность. Согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» (2007) учет пораженности и развитие болезней проводили в день обработки и в фазу желто-зеленого стручка [2]. Статистическую обработку данных – по методике Б.А. Доспехова, 1985 с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Метеорологические условия в период проведения исследований значительно изменялись по годам и отличались от среднемноголетних значений, что позволило более полноценно изучить эффективность фунгицидов с учетом погодных условий. Вегетационные периоды 2012 г., 2013 г. и 2014 г. были теплыми, с глубоким снежным покровом в 2013 г. и бесснежным с весенними заморозками в 2014 г., с неравномерным выпадением осадков по годам в течение вегетационного периода и характеризовались хорошими условиями перезимовки культуры во все годы исследований.

Результаты и их обсуждение. Важным элементом технологии возделывания рапса является контроль и борьба с болезнями культуры, позволяющие получать стабильно высокие урожаи. Распространенность и вредоносность заболеваний зависит от сложившихся погодных условий. Частое выпадение осадков в сочетании с высокой температурой способствует поражению растений рапса. Наиболее опасными грибными болезнями для озимого рапса в центральной части Беларуси являются склеротиниоз и альтернариоз.

Белая гниль – возбудитель *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, кроме рапса поражает еще более 300 видов растений, относящихся к 64 семействам однодольных и двудольных. Источник инфекции – склероции патогена в стеблях и семенах (в виде примеси). В почве склероции могут сохраняться до 5 лет. Потери урожая семян рапса при интенсивном развитии этого заболевания могут достигать 50%. Альтернариоз, или черная пятнистость (*Alternaria brassicae* Sacc., *A. brassicola* Wilt.) является основным заболеванием озимого рапса в Бе-

ларуси. Возбудитель альтернариоза может поражать растения рапса в течение всего вегетационного периода – от всходов до созревания.

В наших исследованиях наиболее благоприятные условия для распространения, и особенно развития болезней, сложились в 2014 г. Микротрещины и отдельные повреждения стеблей весенними заморозками явились «воротами» для проникновения инфекции склеротинии.

Распространенность склеротиниоза в посевах озимого рапса составила в контрольном варианте в 2014 г. 23,5-24,6%, в предыдущие два года – 21,9-22,3%. Еще большая разница по годам установлена по ее развитию. В среднем за 2012-2013 гг. развитие склеротиниоза в фазу желто-зеленого стручка на варианте без обработки составило в зависимости от генотипа 20,2-21,0%, тогда как в 2014 г. – 29,8-30,4%, или на 42-50% выше (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Распространенность, развитие болезней в посевах озимого рапса и биологическая эффективность фунгицидов (среднее за 2012-2013 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Склеротиниоз, %			Альтернариоз, %	
		распространенность	развитие	БЭ	развитие	БЭ
Лидер						
Контроль (без обработки)	-	22,3	20,8	-	26,2	-
Пиктор, КС	0,5	4,6	3,8	81,7	7,5	71,4
Прозаро, КЭ	0,8	4,8	4,2	79,8	7,4	71,4
Амистар экстра, СК	1,0	5,6	5,1	75,5	8,8	66,4
Колосаль, КЭ	1,0	6,8	6,6	68,3	9,3	64,5
Днепр, F₁						
Контроль (без обработки)	-	21,9	21,0	-	27,8	-
Пиктор, КС	0,5	5,0	4,2	80,0	7,3	73,4
Прозаро, КЭ	0,8	4,9	4,4	79,0	7,7	72,3
Амистар экстра, СК	1,0	5,9	5,4	74,2	8,6	69,1
Колосаль, КЭ	1,0	6,5	6,3	70,0	9,2	67,0
Вектра, F₁						
Контроль (без обработки)	-	22,1	20,2	-	26,7	-
Пиктор, КС	0,5	4,8	4,0	80,2	7,2	73,0
Прозаро, КЭ	0,8	5,0	4,3	78,7	7,4	72,3
Амистар экстра, СК	1,0	6,1	5,6	72,3	8,3	68,9
Колосаль, КЭ	1,0	6,8	6,4	68,3	9,0	66,3

Примечание: *распространенность альтернариоза 100%*

Применение фунгицидов в фазу середина цветения (ДК 64-65) способствовало снижению распространенности склеротиниоза в 2,7-4,8 раза. Биологическая эффективность препарата пиктор (0,5 л/га) по подавлению болезни составила 80,0-82,6%, прозаро (0,8 л/га) – 78,7-81,2%, амистар Экстра (1,0 л/га) – 72,3-77,1%, колосаль (1,0 л/га) 68,3-72,2% в зависимости от года и генотипа.

Таблица 2 – Биологическая эффективность фунгицидов в посевах озимого рапса в фазу желто-зеленого стручка (ДК 64-65), (2014 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Склеротиния, %			Альтернариоз, %	
		распространенность	развитие	БЭ	развитие	БЭ
Лидер						
Контроль (без обработки)	-	24,2	30,2	-	34,2	-
Пиктор, КС	0,5	6,6	5,4	82,1	7,4	78,4
Прозаро, КЭ	0,8	6,8	6,1	79,8	7,9	76,9
Амистар экстра, СК	1,0	7,3	6,9	77,1	8,4	75,4
Колосаль, КЭ	1,0	8,0	8,4	72,2	8,8	74,3
Днепр F₁						
Контроль (без обработки)	-	23,5	29,8	-	33,8	-
Пиктор, КС	0,5	6,2	5,2	82,6	7,5	77,8
Прозаро, КЭ	0,8	6,4	5,6	81,2	7,6	77,5
Амистар экстра, СК	1,0	7,9	7,4	75,2	8,9	73,7
Колосаль, КЭ	1,0	8,8	8,5	71,5	9,8	71,0
Вектра F₁						
Контроль (без обработки)	-	24,6	30,4	-	35,7	-
Пиктор, КС	0,5	6,2	5,7	81,2	7,7	78,4
Прозаро, КЭ	0,8	6,6	5,9	80,6	8,1	77,3
Амистар экстра, СК	1,0	8,2	7,4	75,7	8,8	75,4
Колосаль, КЭ	1,0	8,9	9,2	69,7	9,4	73,7

Примечание: *распространенность альтернариоза 100%*

Альтернариоз поражает посевы озимого рапса ежегодно на 100%, но имеет различную по годам степень развития. В среднем за 2012-2013 гг. в контроле развитие болезни составило 26,2-27,8%, а в 2014 г. – на 6,0-9,0% выше в абсолютном и на 22-34% в относительном выражении. При этом на обработанных фунгицидами вариантах показатели развития альтернариоза были сравнительно близки по годам исследований (7,2-9,3 и 7,4-9,8% соответственно). Снижение развития болезни было более эффективным в последний год исследований. Так, биологическая эффективность препарата пиктор в борьбе с альтернариозом составила в 2014 г. 77,8-78,4%, в предыдущие 2 года – в среднем 71,4-73,4%. Близкие к нему данные получены по препарату прозаро (76,9-77,5 и 71,4-72,3%). Снижение развития альтернариоза по фунгицидам амистар экстра и колосаль было несколько меньше, но тенденция сохранилась: биологическая эффективность составила соответственно по годам 71,0-75,4 и 64,5-69,1%.

Наиболее важным критерием современной технологии выращивания рапса является увеличение продуктивности культуры. Одним из основных приемов, которые имеют существенное влияние на увеличение урожайности, является оптимальное обеспечение растений рапса в течение всего периода вегетации необходимой защитой от вредных организмов [5]. Из-за болезней снижается

урожайность культуры, ухудшается качество семян, приходит в негодность уже готовый собранный продукт, потери урожая могут составлять 30-40% [5, 6].

Урожайность маслосемян озимого рапса в наших опытах зависела от применяемых фунгицидов, года исследований и генотипа. Наибольшей она была сформирована в 2013 г. и составила в зависимости от варианта у сорта Лидер 44,1-48,0 ц/га, у гибридов F₁ Днепр 45,1-51,1 ц/га и Вектра 46,2-51,5 ц/га. Меньше всего маслосемян с 1 гектара получено в предыдущем 2012 г.: 35,7-40,2; 30,3-36,5 и 32,5-41,0 ц соответственно. Однако хозяйственная эффективность за счет применения фунгицидов была выше в 2014 г. Величина сохраненного урожая в этом году составила по препарату пиктор 8,4-10,4 ц/га (26-31%), по прозаро – 5,8-10,6 ц/га (18-32%), амистар экстра – 6,5-8,0 ц/га (18-24%) и колосаль 4,4-6,2 ц/га (13-19%), тогда как в среднем за предыдущие два года соответственно 2,6-6,0; 3,5-4,9; 4,2-5,3 и 2,8-4,4 ц/га или 6-15; 9-12; 10-13 и 7-11% (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность маслосемян озимого рапса в зависимости от применения фунгицидов и генотипа

Варианты	Урожайность, ц/га				± к контролю	
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее	ц/га	%
Лидер						
Контроль (без обработки)	35,7	44,1	32,8	37,5	-	-
Пиктор, КС, 0,5 л/га	38,3	46,8	41,2	42,1	4,6	12,3
Прозаро, КЭ 0,8 л/га	38,9	47,9	38,6	41,8	4,3	11,5
Амистар экстра, СК 1,0 л/га	40,2	48,0	40,8	43,0	5,5	14,7
Колосаль, КЭ 1,0 л/га	37,8	47,9	37,2	41,0	3,5	9,3
Среднее по сорту	38,2	46,9	38,1			
Днепр F ₁						
Контроль (без обработки)	33,3	45,1	33,4	37,3	-	-
Пиктор, КС, 0,5 л/га	38,4	50,6	43,8	44,3	7,0	18,8
Прозаро, КЭ 0,8 л/га	37,1	51,1	44,0	44,1	6,8	18,2
Амистар экстра, СК 1,0 л/га	39,3	48,2	40,4	42,6	5,3	14,2
Колосаль, КЭ 1,0 л/га	39,5	52,0	39,6	42,3	5,0	13,4
Среднее по гибриду	37,5	49,4	40,2			
Вектра F ₁						
Контроль (без обработки)	32,5	46,2	35,3	38,0	-	-
Пиктор, КС, 0,5 л/га	41,0	49,6	45,2	45,3	7,3	19,2
Прозаро, КЭ 0,8 л/га	37,3	51,1	44,4	44,3	6,3	18,2
Амистар экстра, СК 1,0 л/га	37,8	51,5	41,8	43,7	5,7	15,0
Колосаль, КЭ 1,0 л/га	36,5	47,9	40,1	41,5	3,5	9,2
Среднее по гибриду	37,0	49,3	41,4			

НСР₀₅ АВ 2,27 АВ 1,91 АВ 2,30 А – сорта,
 А 1,02 А 0,85 А 1,03 В – фунгициды
 В 1,31 В 1,10 В 1,33

По трехлетним данным и по трем генотипам варианты с применением фунгицидов пиктор, прозаро и амистар экстра показали практически одинаковую урожайность маслосемян 43,1-43,9 ц/га и превысили вариант без обработки на 5,5-6,3 ц/га или 14,6-16,8%. Применение препарата колосаль в фазу цветения озимого рапса было менее эффективно, средняя урожайность составила 41,6 ц/га, прибавка к контролю – 4,0 ц/га или 10,6%.

Установлено, что все применяемые фунгициды оказали благоприятное влияние на развитие растений озимого рапса в период роста, налива и созревания семян и способствовали сохранению урожайности культуры. Анализ основных элементов структуры урожая озимого рапса показал, что на всех вариантах опыта с использованием фунгицидов увеличились: количество стручков на растении, семян в стручке и масса 1000 семян.

Выводы

1. Применение фунгицидов в фазу середина цветения озимого рапса (ДК 64-65) способствовало снижению распространенности склеротиниоза в 2,7-4,8 раза. Биологическая эффективность препарата пиктор (0,5 л/га) против болезни составила 80,0-82,6%, прозаро (0,8л/га) – 78,7-81,2%, амистар Экстра (1,0 л/га) – 72,3-77,1%, колосаль (1,0 л/га) 68,3-72,2%, в борьбе с альтернариозом – соответственно 71,4-78,4; 71,4-76,9; 66,4-75,4; 64,5-74,3% в зависимости от препарата, года исследований и генотипа.

2. Фунгициды пиктор, прозаро и амистар экстра в среднем за 3 года и по трем генотипам показали практически одинаковую урожайность маслосемян 43,1-43,9 ц/га и превысили вариант без обработки на 5,5-6,3 ц/га или 14,6-16,8%. Применение препарата колосаль было менее эффективным, средняя урожайность маслосемян составила 41,6 ц/га, прибавка к контролю – 4,0 ц/га или 10,6%.

Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. С.Ф Буга // Институт защиты растений.– Несвиж, 2007. – 512 с.
3. Пиллюк, Я.Э. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания) / Я.Э. Пиллюк – Минск: Бизнесофсет, 2007. – С. 187-198.
4. Сорока, С.В. Защита рапса от вредных организмов / С.В. Сорока, Е.Н. Полозняк, В.В. Агейчик // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – №5. – С. 40-45.
5. Шнаар, Д. Рапс / Д. Шнаар [и др.]. – Минск: «ФУАинформ» 1999. – 208 с.
6. Милащенко, Н.З. Технология выращивания и использования рапса и сурепицы / Н.З. Милащенко, В.Ф. Абрамов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 223 с.
7. Никоноренков, В.А. Болезни рапса / В.А. Никоноренков, Л.Г. Портенко, В.В. Карпачев // Кормопроизводство, 1997. – №5-6. – С.42-44.

FUNGICIDE EFFICIENCY ON CROPS OF DIFFERENT WINTER RAPE GENOTYPES

Y.E. Piliuk, A.A. Borodko, T.N. Lukashevich

The researches allow to establish that the use of such fungicides as Pictor SC (0.5 l/ha), Prosaro EC (0.8 l/ha), Amistar Xtra SC (1.0 l/ha), and Colosal EC (1.0 l/ha) in the middle of winter rape flowering provided biological efficiency in the control of *Sclerotinia* (from 70.0 to 81.3%) and *Alternaria* (from 69.5 to 75.4%) diseases on average over the studied genotypes. The saved yield of the crop over three genotypes was 0.4-0.63 t/ha or 10.6-16.8% depending on the fungicide.

УДК 633.282+577.3+631.527

ВЛИЯНИЕ СОЛЕВОГО СТРЕССА *IN VIVO* НА РАЗВИТИЕ МИСКАНТУСА

Н.В. Роик, доктор с.-х. наук, **М.А. Коцар**, аспирант, **Н.С. Бех**
Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААНУ, г. Киев

(Поступила 08.09.2015 г.)

Аннотация. Представлены результаты влияния солевого стресса *in vivo* на физиологические параметры у растений мискантуса в условиях вегетационного опыта. Установлено, что увеличение концентрации хлоридно-сульфатных солей в почве до 1-2% вызывает усиление ферментной активности каталазы и снижение синтеза хлорофиллов "a" и "b". Данные показатели можно использовать как тест-оценку при отборе на толерантность растений мискантуса к засолению почвы.

Введение. Мискантус – многолетнее растение семейства *Poaceae*, которое используется как биотопливо и как сырье целлюлозно-бумажной промышленности [1], а также некоторые его виды из-за своей декоративности – в ландшафтном озеленении. Крупномасштабное производство биотоплива предполагает значительные потребности в земельных площадях для выращивания сырья. Но биоэнергетические культуры возделываются на маргинальных почвах. Поэтому актуальной задачей является изучение возможности культивирования плантаций мискантуса на слабо- и средне засоленных почвах Украины, которые расположены в Полтавской, Одесской и Херсонской областях и составляют около 5% от общей площади земель [2].

Наиболее продуктивный из мискантусов – естественный аллотриплоидный гибрид *Miscanthus giganteus*, который вырастает до 4 м каждый год, начиная с третьего года вегетации, и может произрастать на одном и том же месте до 20 лет. Размножение осуществляется вегетативно – ризомами, так как триплоидные гибриды не формируют семена [3]. У других видов мискантуса семена имеют низкую всхожесть, поэтому скрининг генотипов на толерантность к абиотическому фактору лучше проводить с помощью методов биотехнологии. Ведение селекции на клеточном и организменном уровнях ускоряет скрининг в сравнении с традиционными методами селекции.

Отбор на солеустойчивость проведен у сахарной свеклы, пшеницы, кукурузы и др. в культуре *in vitro* на селективных средах с добавлением разных

концентраций NaCl [4]. Целью данного эксперимента было изучить влияние стрессового фактора засоления почвы на физиологические параметры растений мискантуса отобранных в условиях засоления *in vitro*.

Материалы и методика. В опыте были использованы ранее выделенные [5] клоны мискантусов: *M. giganteus*(3n) – №78, *M. sinensis*(2n) – №136 и *M. sacchariflorus* (2n) – №150 с признаками толерантности к засолению питательной среды (0,25-2%) и укорененные в культуре *in vitro* на модифицированной среде Мурасиге и Скуга [6] в секторе культуры клеток и тканей *in vitro* Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины.

Результаты исследований. Растения с развитой корневой системой (2-5 шт.), высотой побегов 5-6 см были высажены в вегетационные сосуды для определения физиологических параметров состояния отобранных номеров в условиях абиотического стресса. Через месяц адаптации растений мискантуса к условиям *in vivo* создавались стрессовые условия по методике [7] (контролируя условия выращивания, повторность четырехкратная): Контроль (К) – без засоления, I вариант – 1% хлоридно-сульфатное засоление, II вариант – 3% хлоридно-сульфатное засоление. Наблюдение и учеты за первый и второй месяц вегетации растений мискантуса в условиях солевого стресса приведены в таблице 1. Полученные экспериментальные данные обрабатывали согласно общепринятым методикам [8].

Таблица 1 – Влияние солевого стресса на ростовые процессы мискантуса в вегетационном опыте

Селекционный номер	Вариант	Высота побегов, см		Количество побегов, шт.		Количество листьев, шт.		Длина листьев, см		Ширина листьев, см	
		Месяц вегетации в условиях стресса									
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
№78	К	80,8	112,0	8,8	13,0	5,0	4,8	41,5	63,2	0,8	1,1
	I в.	63,5	89,3	9,8	14,3	5,9	5,2	33,7	51,4	0,8	1,0
	II в.	47,3	73,5	6,0	9,8	4,5	5,4	23,1	40,8	0,8	1,0
№136	К	47,9	103,0	4,3	10,8	4,3	6,1	25,2	62,9	0,6	0,8
	I в.	30,4	72,5	6,0	13,5	4,2	5,3	18,0	47,9	0,4	0,6
	II в.	51,0	87,3	7,5	10,8	4,8	5,4	27,1	57,6	0,6	0,8
№150	К	57,5	110,5	12,0	19,0	4,7	4,4	39,2	64,0	1,0	1,2
	I в.	48,9	81,5	10,3	18,3	4,6	4,8	32,3	51,3	0,8	0,9
	II в.	48,3	68,3	11,0	15,5	4,6	4,1	30,6	45,3	0,7	0,9
НСР ₀₅		10,99	8,41	1,12	3,97	0,45	0,64	3,02	6,15	0,14	0,11

Из данной таблицы видно, что за первый месяц в первом варианте отмечалось снижение нарастания вегетативной массы побегов у всех исследованных селекционных номеров на 8,6-17,3 см, во втором варианте у №78 и №150 – на 33,5 и 9,2 см, а у №136 – повышение на 3,1 см по сравнению с контролем. При этом наблюдалось незначительное стимулирование побегообразования в I варианте у №78 на 1 побег, у №136 – на 1,7 побега и во II варианте – на 3,2 побега. Угнетение наблюдалось у №150 на 2,3 побега (I вар.) и 1 побег (II вар.), а

также во II варианте у №78 на 2,8 побега по сравнению с контролем. Измерение листовой поверхности проводилось исключительно на зеленых, без поврежденных вегетирующих листьях. Количество листьев в I варианте уменьшалось у №136 и №150 на 0,1 шт., у №78 увеличивалось на 0,9 шт. по сравнению с контролем. Во II варианте незначительно повышался этот показатель (у №136 на 0,5 шт.) и снижался у остальных номеров на 0,1-0,5 шт. По длине листьев отмечалось незначительное угнетение у всех номеров на 6,9-7,8 см (I вар.) и на 8,6-18,4 см (II вар.) по сравнению с контролем.

За второй месяц вегетации растений в условиях абиотического стресса высота побегов у всех генотипов уменьшалась на 22,7-30,5 см (I вар.), на 15,7-42,2 см (II вар.). При 1% хлоридно-сульфатном засолении почвы (I в.) отмечалось некоторое стимулирование побегообразования мискантуса: у №78 и №136 – на 1,3 и 2,7 шт., у №150 снизилось на 0,7 побегов по сравнению с контролем. При засолении почвы до 3% (II вар.) наблюдалось уменьшение количества побегов у всех селекционных номеров до 3,5 шт.. Количество листьев увеличивалось в обоих вариантах опыта у №78 на 0,4-0,6 шт. и в I варианте у №150 – на 0,4 шт. по сравнению с контролем, у №136 и №150 (I вар.) наблюдалось отмирание нижних листьев и этот показатель снизился на 0,3-0,8 шт.

Условия стрессового фактора вызывало угнетение роста листовой пластинки у всех исследуемых растений мискантуса на 5,3-22,4 см по отношению к контролю.

Ширина листьев при этом оставалась почти неизменной во всех вариантах опытов за весь период вегетации растений мискантуса в условиях хлоридно-сульфатного стресса.

Для определения стабильности физиологического состояния растений мискантуса в условиях абиотического стрессового фактора в течение двух месяцев определяли содержание хлорофиллов “a” и “b” [9] и активность оксидоредуктаз (пероксидазы и каталазы) [10] (таблица 2).

Анализ количественного содержания хлорофиллов “a” и “b” показал, что увеличение концентрации хлоридно-сульфатных солей в почве до 3% вызывает снижение их синтеза. Из данной таблицы видно, что содержание хлорофилла “a” в I варианте опыта у всех растений было меньше, чем в контроле на 0,12-0,32 мг/г сырой массы. Во II варианте были получены такие результаты: у №136 и №150 содержание хлорофилла “a” уменьшилось на 0,76 и 0,39 мг/г сырой массы, а у №78 – увеличилось на 0,28 мг/г сырой массы по сравнению с контролем.

Содержание хлорофилла “b” в I варианте также уменьшалось на 0,04-0,07 мг/г сырой массы у всех растений относительно контроля. При определении содержания хлорофилла “b” во II варианте был аналогичный результат: у №136 и №150 было меньше на 0,14 и 0,09 мг/г сырой массы, а у №78 было больше на 0,03 мг/г сырой массы по сравнению с контролем.

Результаты исследования активности ферментов показали, что:

– активность каталазы у всех селекционных номеров и в обоих вариантах по сравнению с контролем увеличилась: селекционный №78 – 161,63-244,61%; №136 – 101,37-115,95%; №150 – 146,98-194,99%;

Таблица 2 – Влияние уровня засоления в почве на показатели физиологического состояния мискантуса

Селекционный номер	Вариант	Содержание хлорофилла			Активность каталазы		Активность пероксидазы	
		“а”, *	“б”, *	“а” и “б”, *	**	% от контроля	***	% от контроля
№78	К	0,62	0,11	0,73	124,43	100	22,77	100
	І в.	0,34	0,08	0,42	201,11	161,63	28,46	124,99
	ІІ в.	0,22	0,04	0,26	304,37	244,61	29,10	127,80
№136	К	1,13	0,21	1,34	133,43	100	31,63	100
	І в.	0,81	0,16	0,97	135,28	101,37	27,20	85,99
	ІІ в.	0,37	0,07	0,44	154,73	115,96	29,10	92,00
№150	К	0,76	0,16	0,92	168,34	100	20,24	100
	І в.	0,45	0,09	0,54	247,42	146,98	13,28	65,61
	ІІ в.	0,37	0,07	0,44	328,25	194,99	20,22	99,90

* - мг/г сырой массы, ** - мкМ перекиси водорода, которая расщепляет 1 г навески за 1 мин, *** - мкМ гваякола, окисленного 1 г навески за 1 мин

– активность пероксидазы возрастала у №78 в І варианте на 25% и во ІІ варианте на 28% в сравнении с контролем. У №136 активность пероксидазы снижалась в І варианте на 14% и во ІІ варианте на 8%, у №150 – уменьшалась в І варианте на 34% и во ІІ варианте на 0,1% относительно контроля.

Данные результаты свидетельствуют о различной генетической детерминации и о возможности селекции по признакам солетолерантности в условиях *in vitro*.

Еще одним показателем толерантности растений в условиях стресса является способность накапливать сухое вещество в процессе вегетации. В конце вегетационного периода отмечалось снижение биомассы у всех номеров по сравнению с контролем. В І варианте потери вегетативной массы составляли у №78 25%, у №136 – 24%, у №150 – 29%, а во ІІ варианте – у №78 58%, у №136 – 36%, у №150 – 44% (рисунок 1).

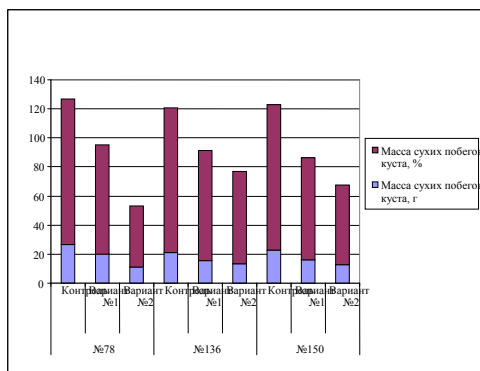


Рисунок 1 - Влияние солевого стресса на накопление биомассы мискантуса

В результате исследования были выделены селекционные номера мискантуса – №78 и №136 (рисунок 2) с признаком толерантности к солевому абиотическому стрессу, которые можно рекомендовать для выращивания на хлоридно-сульфатных засоленных почвах 1-2%.

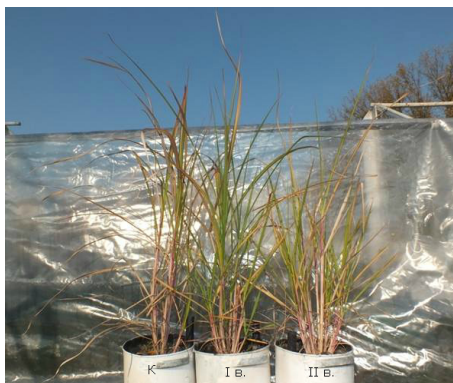


Рисунок 2 – Растения мискантуса №136 в условиях солевого стресса

Выводы

1. Физиологическая реакция растений мискантуса на засоление почвы *in vivo* была аналогична реакции отобранных клонов мискантуса *in vitro*. Выделены клоны мискантуса, которые проявляют толерантность к стрессовому фактору с минимальными потерями нарастания и накопления биомассы.
2. При выращивании выделенных клонов мискантуса на засоленных почвах до 1-2% ожидаемая урожайность будет ниже, примерно на 25% в сравнении с выращиванием мискантуса на незасоленных почвах.
3. Для мискантуса возможно применение в качестве тест-оценки на толерантность к стрессовому фактору засоления почвы методов определения физиологических показателей стабильности синтеза хлорофиллов “а” и “b” и активности ферментов.

Литература

1. Особенности целлюлоз из различных морфологических частей мискантуса сорта Сорановский / Ю.А. Гисматулина, В.В. Будаева, С.Г. Вепрев, Г.В. Сакович, В.К. Шумный. – Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 18. – №3. – С. 553-563.
2. Роїк, М.В. Біоенергетика в Україні: стан та перспективи розвитку / М.В. Роїк, В.Л. Курило, М.Я. Гументик, О.М. Ганженко // Біоенергетика. – 2013. – №1. – С. 5-10.
3. Ганженко, О.М. Вплив варіювання глибини садіння ризомів мискантуса на їх проростання / О.М. Ганженко, М.Я. Гументик, В.М. Квак, П.Ю. Зиков // Біоенергетика. – 2013. – №1. – С. 36-38.
4. Отбор устойчивых к хлоридному засолению форм сахарной свеклы в условиях культуры тканей / В.Ф. Зубенко, И.И. Ильенко, В.И. Редько, В.В. Редько. – ВАСХНИЛ, 1987. – С. 18-20.
5. Вплив сольового стресу *in vitro* на розвиток пагонів мискантуса / М.О. Коцар // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2014. – Вип. 21. – С. 221-225.

6. Роїк, М.В. Клональне мікророзмноження міскантусу / М.В. Роїк, В.Л. Курило [и др.] // Методичні рекомендації. – К., 2013. – 25 с.
7. Методические указания по использованию вегетационного метода при изучении солеустойчивости однолетних сельскохозяйственных растений. – ВИР, 1977. – 22 с.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Бессонова, В.П. Практикум з фізіології рослин / В.П. Бессонова. – Дніпропетровськ: ПП Свідлера А.А., 2006. – 316 с.
10. Починок, Х.М. Методы биохимического анализа растений / Х.М. Починок. – К.: Наукова думка, 1976. – 334 с.

INFLUENCE OF SALT STRESS IN VIVO ON MISCANTHUS DEVELOPMENT
N.V. Royk, M.A. Kotsar, N.S. Bech

The results of the influence of salt stress in vivo on miscanthus biochemical parameters in a greenhouse experiment are presented. An increase in the concentration of chloride-sulfate salts in the soil up to 1-2% causes the increased enzyme activity of catalase and decreases the synthesis of "a" and "b" chlorophylls. These indicators can be used as a test-assessment for the selection of miscanthus for tolerance to soil salinity.

УДК 633.12:632.954:581.1

**РЕАКЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ МОРФОТИПОВ ДИПЛОИДНОЙ ГРЕЧИХИ
НА ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ**

Н.А. Лужинская, кандидат с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 15.03.2016 г.)

Аннотация. Установлено, что конкурентоспособность гречихи по отношению к сорнякам зависит не от морфотипа растений, а от особенностей конкретного возделываемого сорта. Применение гербицидов для уничтожения двудольных сорняков в большей степени увеличивало урожайность зерна у индетерминантных сортов диплоидной гречихи, чем у детерминантных. При необходимости использования граминицида фюзилад форте на посевах гречихи после предшествующего применения гербицидов для уничтожения двудольных сорных растений необходимо учитывать ассортимент используемых довсходовых препаратов, а в посевах диплоидной гречихи – еще и морфотип растений возделываемого сорта.

Введение. В Беларуси гречиха является одной из основных крупяных культур. Гречневая крупа – ценный диетический и лечебный продукт, который отличается высокими пищевыми достоинствами, повышенной усвояемостью, питательностью и хорошими вкусовыми качествами [4, 6, 7].

В последние годы занимаемые гречихой площади в Беларуси варьируют довольно значительно. Причиной этого является ее невысокая и нестабильная урожайность зерна, которая в среднем по республике, по данным ЦСУ, не пре-

вышает 11,6 ц/га. Это связано с высокой зависимостью гречихи от климатических и погодных условий на протяжении всей вегетации, особенно в период плодообразования, с морфотипом сорта и его реакцией на условия среды и агротехнику выращивания [5].

Одним из основных факторов, препятствующих увеличению урожайности зерна гречихи в условиях Беларуси, является высокая засоренность ее посевов в большинстве хозяйств. Агротехнические приемы не всегда обеспечивают требуемый эффект [2, 3], поэтому для эффективного уничтожения сорняков в посевах этой культуры зачастую возникает необходимость применения гербицидов. Особенностью гречихи является низкая конкурентоспособность по отношению к сорнякам и высокая чувствительность ко многим гербицидам, что существенно ограничивает ассортимент препаратов, разрешенных для применения на ее посевах. В связи с этим для формирования высокой урожайности зерна гречихи необходим научно обоснованный подбор наиболее эффективных до- и послевсходовых гербицидов для конкретных условий произрастания с учетом сортовой реакции этой культуры на их применение, что нашло отражение при проведении наших исследований.

Условия и методика проведения исследований. В 2009-2011 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области проводили сравнительную оценку эффективности послевсходового боронования посевов и ряда гербицидов, ранее не применяемых при возделывании гречихи. Почва опытных участков – дерново-подзолистая супесчаная со следующими агрохимическими характеристиками: гумус – 2,12-2,70%, pH_{KCl} – 5,39-6,18; содержание P_2O_5 – 216-250 мг/кг, K_2O – 300-380 мг/кг почвы. Предшественником гречихи являлись зерновые культуры. Фосфорные и калийные удобрения ($P_{60}K_{90}$) вносили осенью под зяблевую вспашку, а азотные (N_{30}) – весной под предпосевную культивацию.

Посев гречихи проводили в 3-й декаде мая. Для посева использовали семена диплоидных и тетраплоидных сортов, различающихся по морфотипу растений. Способ посева – рядовой с нормой высева 3,0 млн/га всхожих зерен. Учетная площадь делянки – 30 м², повторность – 3-кратная. Размещение делянок – рендомизированное. Технологию возделывания гречихи в опытах осуществляли в соответствии с отраслевым регламентом [1]. Все гербициды в опытах вносили в соответствии со схемой с помощью тракторного опрыскивателя при норме расхода рабочего раствора 200 л/га. В контрольном варианте сорные растения не уничтожали. Уборку гречихи проводили прямым комбайнированием путем обмолота учетной площади делянки с последующей доработкой зерна, его поделяночным взвешиванием и перерасчетом на стандартную (14%) влажность.

Метеорологические условия в период проведения исследований существенно различались по годам как по температурному режиму, так и по количеству атмосферных осадков и распределению их в течение вегетационного периода. Это способствовало более объективной оценке влияния изучаемых приемов уничтожения сорняков на рост и развитие гречихи.

Результаты исследований и их обсуждение. Для установления зависимости реакции гречихи на проведение приемов уничтожения сорняков в ее посевах от морфотипа растений нами был проведен анализ средней урожайности зерна сортов индетерминантного и детерминантного морфотипов этой культуры. Установлено, что при среднем уровне засоренности (133-144 шт./м²) в варианте с естественным засорением, где мероприятий по подавлению сорняков не проводилось, урожайность зерна изучаемых диплоидных индетерминантных сортов гречихи (Аметист, Анита Белорусская) в среднем за 3 года составила 14,4 ц/га, а детерминантных (Влада, Кармен, Сапфир) – 16,5 ц/га, т.е. на 2,1 ц/га (14,6%) больше (рисунок 1).

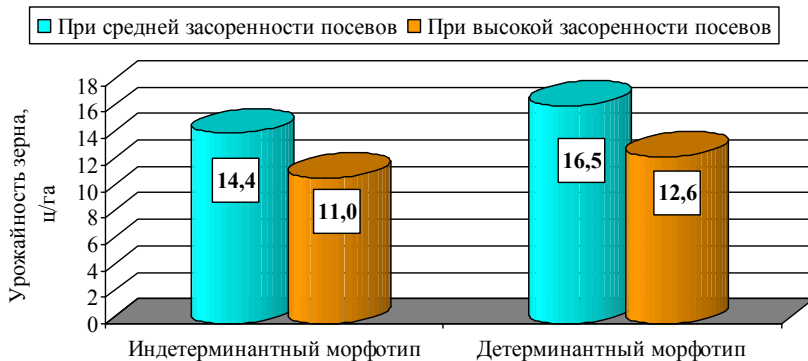


Рисунок 1 – Средняя урожайность различных морфотипов диплоидной гречихи, представленных сортами Аметист, Анита Белорусская, Влада, Кармен, Сапфир, в условиях естественного засорения, ц/га (среднее за 2009-2011 гг.)

Аналогичные результаты получены и при проведении исследований в условиях высокой естественной засоренности посевов (213-231 шт./м²). Так, в среднем за 2009-2011 гг. в контрольном варианте, где сорняки не уничтожались, средняя урожайность зерна детерминантных сортов гречихи (Влада, Кармен, Сапфир) была больше, чем индетерминантных (Аметист, Анита Белорусская) на 1,6 ц/га, т.е. на 14,5% (рисунок 1). Это дает основание предположить, что изучаемые сорта детерминантного морфотипа, вероятно, более конкурентоспособны по отношению к сорнякам, чем индетерминантного. Однако при изучении реакции различных морфотипов диплоидной гречихи на присутствие в ее посевах сорных растений по большому количеству сортов, многие из которых отличаются крайне низкой конкурентоспособностью по отношению к сорнякам, была отмечена обратная закономерность. В этом случае урожайность зерна индетерминантной и детерминантной тетраплоидной гречихи в среднем за 3 года составила 10,3 и 9,5 ц/га, а диплоидной – 12,2 и 11,6 ц/га соответственно (рисунок 2). Это свидетельствует о том, что чувствительность гречихи к присутствию в ее посевах сорных растений зависит не столько от морфотипа растений, сколько от особенностей конкретного возделываемого сорта этой культуры.

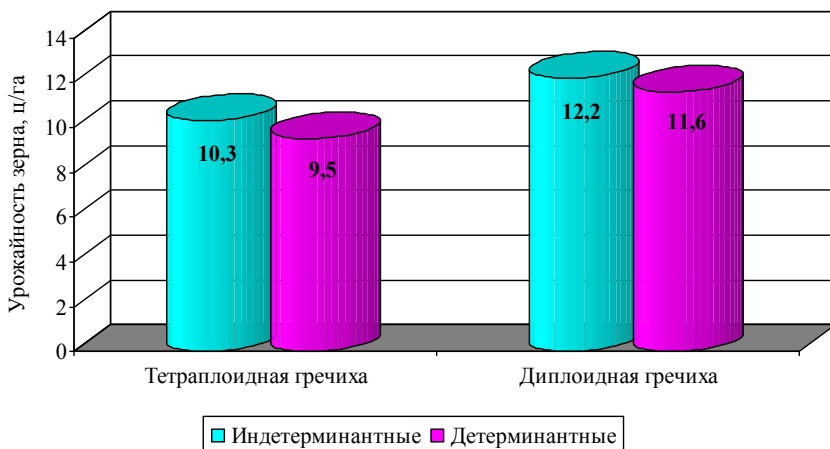
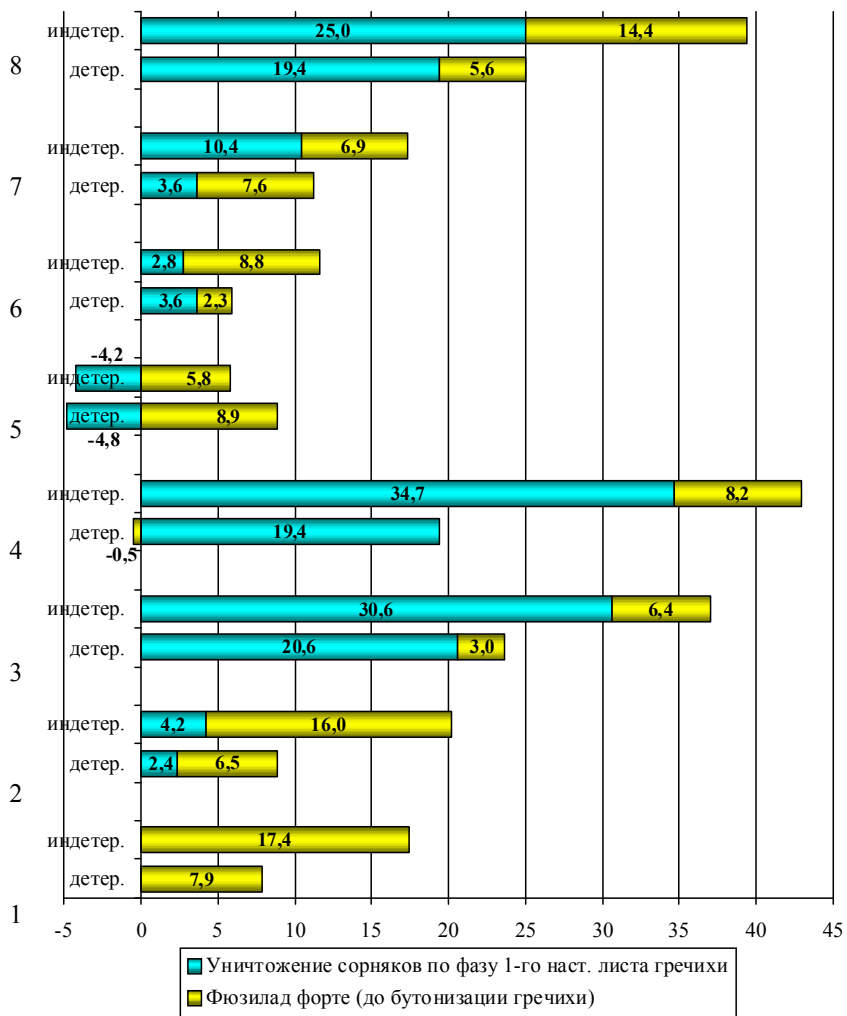


Рисунок 2 – Урожайность различных морфотипов тетраплоидной и диплоидной гречихи в условиях естественного засорения, ц/га (среднее за 2009-2011 гг.)

Проведение послевсходового боронования в фазу 1-го настоящего листа гречихи в условиях средней засоренности посевов этой культуры (133-144 шт./м²) увеличило урожайность зерна у сортов индетерминантного морфотипа в среднем на 4,2%, а детерминантного – на 2,4%. Использование гербицидов для уничтожения двудольных сорняков в большинстве вариантов способствовало получению большей прибавки урожайности зерна, как правило, у менее конкурентных по отношению к сорнякам индетерминантных сортов диплоидной гречихи, чем у детерминантных. Так, различия между ними по величине этого показателя при применении до всходов гречихи гербицидов бутизан стар (1,5 л/га) составили 15,3%, гезагард + диален супер (0,75+0,3 л/га) – 10,0%, а при использовании смеси бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га) в фазу семядолей или 1-го настоящего листа культуры – 6,8 и 5,6% соответственно. При применении послевсходовых гербицидов бетанал эксперт ОФ + голтикс (0,5+0,5 л/га) сорта обоих изучаемых морфотипов диплоидной гречихи практически не различались по величине прибавки урожайности зерна (рисунок 3).

Результаты исследований также показали, что в варианте, где для подавления сорных растений применяли только граминицид фюзилад форте, а двудольные сорняки не уничтожали, прибавка урожайности зерна от этого гербицида в среднем у изучаемых сортов индетерминантного морфотипа составила 17,4%, а у детерминантного – 7,9%. Существенные различия по величине этого показателя у индетерминантных и детерминантных сортов гречихи были отмечены в вариантах, где фюзилад форте применяли на фоне предшествующего послевсходового боронования (16,0 и 6,5%), довсходового использования гербицида бутизан стар (8,2 и 0,5%), а также в фазу 1-го настоящего листа культуры смесей послевсходовых гербицидов бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (14,4 и 5,6%) или бетанал эксперт ОФ + голтикс (8,8 и 2,3%). В других вариантах этого опыта различий по влиянию граминицида фюзилад форте на среднюю



1 – контроль; 2 – боронование, 1-й настоящий лист гречихи;
 3 – гезагард + диален супер (0,75+0,3 л/га), 4 – бутизан стар (1,5 л/га), до всходов гречихи;
 5, 6 – бетанал эксперт ОФ + голтикс (0,5+0,5 л/га), семядоли и 1-й наст. лист гречихи;
 7, 8 – бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га), семядоли и 1-й наст. лист гречихи

Рисунок 3 – Средняя прибавка урожайности зерна сортов различных морфотипов гречихи в зависимости от приемов уничтожения сорняков, % (среднее за 2009-2011 гг.)

урожайность зерна указанных выше морфотипов диплоидной гречихи не отмечалась (рисунок 3).

В среднем за период исследований наибольшую урожайность зерна изучаемых индетерминантных диплоидных сортов гречихи (21,0 ц/га) обеспечило довсходное применение гербицида бутизан стар (1,5 л/га) с последующим использованием до фазы бутонизации гречихи граминицида фюзилад форте (1,5 л/га), а детерминантных (20,8 ц/га) – послевсходное применение в фазу 1-го настоящего листа культуры смеси гербицидов бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га) также с дополнительным использованием фюзилада форте (1,5 л/га). Следует отметить, что применение в фазу 1-го настоящего листа гречихи гербицидов бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га), а также довсходное использование препаратов гезагард + диален супер (0,75+0,3 л/га) с последующим применением в обоих вариантах граминицида фюзилад форте (1,5 л/га) способствовали получению практически одинаковой урожайности зерна у обоих морфотипов гречихи. Величина этого показателя лишь незначительно уступала максимальной и составляла при обработке посевов первой смесью гербицидов 20,6 и 20,8 ц/га, а второй – 20,0-20,5 ц/га (таблица).

Таблица – Урожайность зерна различных морфотипов гречихи в зависимости от приемов уничтожения сорняков, ц/га

Морфотип	Без фюзилада форте				С фюзиладом форте (1,5 л/га)			
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	среднее	2009 г.	2010 г.	2011 г.	среднее
Контроль – без уничтожения сорняков								
Индетерминантный	17,8	11,4	14,1	14,4	19,8	12,8	18,1	16,9
Детерминантный	21,2	12,6	15,9	16,5	21,0	14,0	18,3	17,8
Боронование – 1-й настоящий лист гречихи								
Индетерминантный	18,7	11,3	14,8	15,0	20,7	13,1	18,4	17,4
Детерминантный	21,9	12,3	16,5	16,9	21,6	14,0	18,3	18,0
Гезагард + диален супер (0,75+0,3 л/га) – до всходов гречихи								
Индетерминантный	21,1	17,2	18,1	18,8	23,0	17,6	19,5	20,0
Детерминантный	23,8	16,0	20,0	19,9	23,3	16,3	22,0	20,5
Бутизан стар 1,5 л/га – до всходов гречихи								
Индетерминантный	20,6	19,4	18,5	19,4	21,2	20,2	21,4	21,0
Детерминантный	22,6	16,8	19,8	19,7	21,5	15,7	21,5	19,6
Бетанал эксперт ОФ + голтикс (0,5+0,5 л/га) – семядоли гречихи								
Индетерминантный	17,6	7,7	16,4	13,8	17,2	9,8	16,9	14,6
Детерминантный	22,9	6,6	17,5	15,7	21,7	10,0	19,5	17,1
Бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га) – семядоли гречихи								
Индетерминантный	18,5	11,3	17,8	15,9	17,5	12,7	20,6	17,0
Детерминантный	24,7	8,1	18,4	17,1	23,1	11,3	21,0	18,4
Бетанал эксперт ОФ + голтикс (0,5+0,5 л/га) – 1-й настоящий лист гречихи								
Индетерминантный	18,4	9,2	16,8	14,8	19,1	10,7	18,6	16,1
Детерминантный	24,0	8,2	19,0	17,1	21,6	10,2	20,8	17,5
Бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га) – 1-й настоящий лист гречихи								
Индетерминантный	22,6	12,6	19,0	18,0	24,9	16,5	20,5	20,6
Детерминантный	26,5	12,8	19,8	19,7	27,0	13,0	22,4	20,8

Следовательно, при возделывании диплоидных сортов гречихи для уничтожения сорных растений в ее посевах независимо от морфотипа выращиваемого сорта эффективно использование следующих гербицидов:

1) гезагард + диален супер (0,75+0,3 л/га) – до всходов и фюзилад форте (1,5 л/га) – до бутонизации культуры;

2) бутизан стар (1,5 л/га) – до всходов и фюзилад форте (1,5 л/га) – до бутонизации гречихи;

3) бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га) – 1-й настоящий лист культуры и фюзилад форте (1,5 л/га) – до бутонизации гречихи.

В условиях высокой естественной засоренности посевов (213-231 шт./м²) полученная от двукратного использования гербицидов (гезагард + диален супер (0,75+0,3 л/га) или бутизан стар (1,5 л/га) – до всходов гречихи и бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га) – в фазу 1-го настоящего листа культуры) прибавка урожайности зерна в большей степени зависела не от морфотипа и плоидности гречихи, а от предшествующего применения довсходовых препаратов на посевах этой культуры и урожайности зерна в условиях естественного засорения. Так, двукратное использование гербицидов против двудольных сорняков, когда до всходов гречихи применяли смесь гезагарда и диалена супер, в среднем за 3 года увеличило урожайность зерна индетерминантного и детерминантного морфотипов тетраплоидной гречихи на 65,0 и 72,6%, а диплоидной – на 51,6 и 57,8% соответственно. При довсходовом использовании гербицида бутизан стар (1,5 л/га) прибавка урожайности зерна у обоих морфотипов была значительно выше и составила у тетраплоидной гречихи 95,1 и 106,3%, а у диплоидной – 82,8 и 91,4% соответственно (рисунок 4). Следовательно, при необходимости интенсивного применения гербицидов для уничтожения сорняков в посевах гречихи использовать послевсходовые препараты бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га) в фазу 1-го настоящего листа культуры предпочтительнее там, где до всходов гречихи применяли гербицид бутизан стар (1,5 л/га), независимо от морфотипа и плоидности возделываемого сорта.

В варианте, где для подавления сорных растений применяли только граминцид фюзилад форте, а двудольные сорняки не уничтожали, величина прибавки урожайности зерна в среднем за годы исследований в зависимости от морфотипа составила 21,0-21,4 и 18,0-19,8% у тетраплоидных и диплоидных форм соответственно (рисунок 5). Различия между тетраплоидами и диплоидами в этом случае обусловлены скорее более низким уровнем урожайности тетраплоидных форм в засоренном посеве.

При интенсивном применении гербицидов существенные различия по прибавке урожайности зерна от использования фюзилада форте были отмечены между изучаемыми морфотипами диплоидной гречихи только в том случае, когда этот граминцид использовали после предшествующего применения в фазу 1-го настоящего листа культуры гербицидов бетанал эксперт ОФ и лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га) на фоне довсходового использования препаратов гезагард и диален супер (0,75+0,3 л/га). При этом величина этого показателя составила 13,0 и 20,2% у индетерминантного и детерминантного морфотипов диплоидной

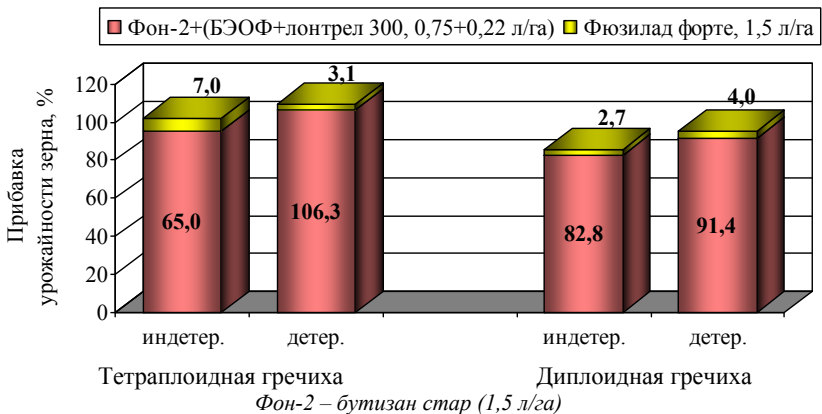
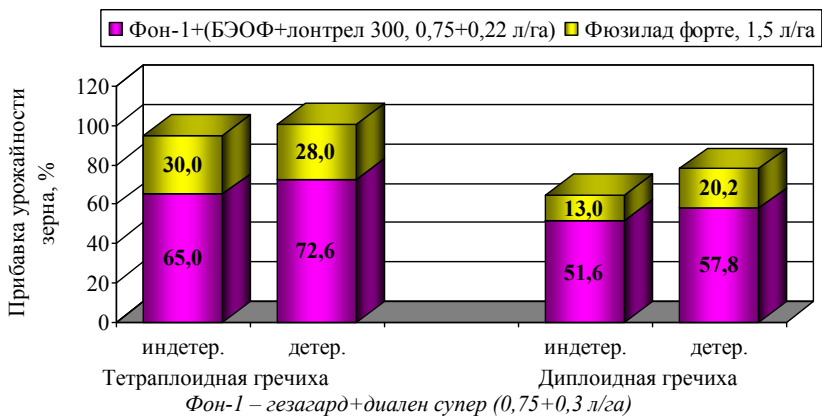


Рисунок 4 – Реакция различных морфотипов тетраплоидной и диплоидной гречихи на интенсивное применение гербицидов, % (среднее за 2009-2011 гг.)

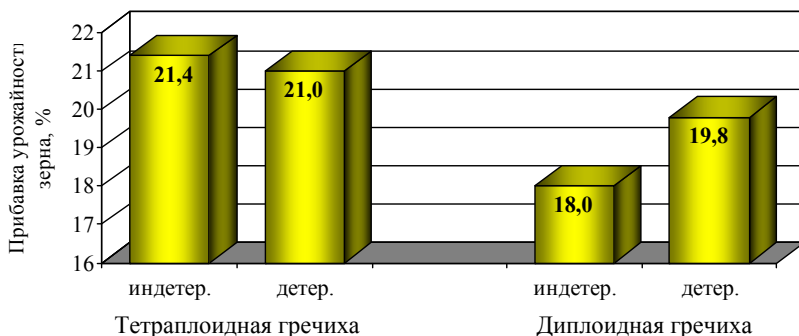


Рисунок 5 – Реакция различных морфотипов тетраплоидной и диплоидной гречихи на применение гербицида фюзилад форте (1,5 л/га), % (среднее за 2009-2011 гг.)

гречихи соответственно. У тетраплоидной гречихи существенных различий по прибавке урожайности зерна между морфотипами не отмечалось независимо от того, какие гербициды применялись до всходов культуры (рисунок 4). Следовательно, при необходимости использования граминицида фюзилад форте для уничтожения злаковых сорняков в посевах гречихи после предшествующего двукратного применения гербицидов для уничтожения двудольных сорных растений (до всходов и в фазу 1-го настоящего листа культуры) необходимо учитывать ассортимент используемых довсходовых препаратов, а в посевах диплоидной гречихи – еще и морфотип растений возделываемого сорта.

Выводы

1. Чувствительность гречихи к присутствию в ее посевах сорных растений зависит не от морфотипа растений, а от особенностей конкретного возделываемого сорта этой культуры.

2. Проведение послевсходового боронования в фазу 1-го настоящего листа гречихи увеличило урожайность зерна у диплоидных сортов индетерминантного морфотипа в среднем на 4,2%, а детерминантного – на 2,4%.

3. При среднем уровне засоренности (133-144 шт./м²) использование гербицидов для уничтожения двудольных сорняков способствовало получению большей прибавки урожайности зерна у индетерминантных сортов диплоидной гречихи, чем у детерминантных.

3. В условиях высокой естественной засоренности посевов (213-231 шт./м²) при двукратном использовании гербицидов против двудольных сорных растений прибавка урожайности зерна в большей степени зависела от предшествующего применения довсходовых препаратов на посевах этой культуры и урожайности зерна в условиях естественного засорения, чем от морфотипа и плоидности гречихи. При необходимости интенсивного применения гербицидов для уничтожения в посевах гречихи сорняков использовать послевсходовые препараты бетанал эксперт ОФ + лонтрел 300 (0,75+0,22 л/га) в фазу 1-го настоящего листа культуры предпочтительнее там, где до всходов гречихи применяли гербицид бутизан стар (1,5 л/га), независимо от морфотипа и плоидности возделываемого сорта.

4. Использование граминицида фюзилад форте (1,5 л/га) без предшествующего уничтожения двудольных сорняков при средней засоренности посевов увеличило урожайность зерна диплоидных сортов детерминантного морфотипа в среднем на 7,9%, а индетерминантного – на 17,4%. В условиях высокой засоренности прибавка урожайности зерна от этого препарата в зависимости от морфотипа составила 21,0-21,4 и 18,0-19,8% у тетраплоидных и диплоидных форм. При необходимости использования граминицида фюзилад форте для подавления злаковых сорняков в посевах гречихи после предшествующего одно- или двукратного применения гербицидов для уничтожения двудольных сорных растений (до всходов и в фазу 1-го настоящего листа культуры) необходимо учитывать ассортимент используемых довсходовых препаратов, а в посевах диплоидной гречихи – еще и морфотип растений возделываемого сорта.

Литература

1. Возделывание гречихи / Т.А. Анохина, Р.М. Кадыров // Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграрной экономики НАН Беларуси; рук. разработ.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2005. – С. 99-107.
2. *Гарбар, Г.Л.* Эффективность агротехнических и химических мер борьбы с сорняками в посевах гречихи / Г.Л. Гарбар, Л.А. Булавин // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию образования Института земледелия, Жодино, 29 июня 2007 г. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 258-260.
3. *Нехаев, А.А.* Высокие урожаи гречихи – каждый год / А.А. Нехаев, А.Н. Анохин. – Минск: Ураджай, 1988. – 39 с.
4. *Савченко, И.В.* Инновационное развитие растениеводства в современных условиях / И.В. Савченко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – №2. – С. 4-9.
5. *Шевчук, В.К.* Фітопатологічний моніторинг гречки звичайної *Fagopyrum esculentum Moench* і філогенетично близьких видів / В.К. Шевчук. – Кам'янець-Подільський: Видавець ПП Звoleyko Д.Г., 2011. – 112 с.
6. *Kreft, I.* The development of novel functional food products based on common and tartary buckwheat / I. Kreft, K. Ikeda, S. Ikeda, B. Vombergar // Advances in Buckwheat Research: Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat, Orel, Russia, July 19-23, 2010. – Orel, 2010. – P. 37-40.
7. *Parakhin, N.V.* The buckwheat is valuable crop / N.V. Parakhin // Advances in Buckwheat Research: Proceedings of the 11th International Symposium on Buckwheat, Orel, Russia, July 19-23, 2010. – Orel, 2010. – P. 23-29.

RESPONSE OF DIPLOID BUCKWHEAT OF DIFFERENT MORPHOTYPES TO HERBICIDE APPLICATION

N.A. Luzhynskaya

It was established that buckwheat competitiveness towards weeds did not depend on plant morphotype but on the special characteristics of a given cultivated variety. Herbicides used for the destruction of dicotyledonous weeds increased grain yield in diploid buckwheat indeterminate varieties in a greater extent than in determinate varieties. When on buckwheat crops graminicide Fusilade Forte was used after the preceding herbicide application for the destruction of dicotyledonous weeds, the range of the used pre-emergence products was taken into account, and on diploid buckwheat crops, the plant morphotype of the cultivated variety as well.

УДК 636.085.52:633.171

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА ПРОСА НА ВИДОВОЙ СОСТАВ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

В.Н. Куделко, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 26.02.2016 г.)

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по изучению видового состава сорных растений в зависимости от сроков сева разных сортов проса. Установлено, что мелкосемянный сорт проса Галинка в процес-*

се вегетации более успешно борется с сорняками, чем крупносемянный Дружба 2. Июньский посев (2-я декада) уменьшает не только количество большинства двудольных сорняков, с которыми может вестись борьба с помощью химического метода, но и такого однодольного злакового сорняка как куриное просо, уничтожение которого на посевах данной культуры затруднительно, поэтому срок сева проса может выступать как один из агротехнических приемов борьбы с сорной растительностью.

Введение. Развитие прососеяния – перспективное направление в решении ряда задач не только по обеспечению населения ценной крупой, но и позволяет пересеивать просом погибшие площади озимых и яровых культур, а также проводить поукосные и пожнивные посевы, и тем самым улучшать рацион крупного рогатого скота зелеными кормами высокого качества. Зерно проса является обязательным компонентом комбикормов, используемых в птицеводстве [1, 2]. Однако, несмотря на неоспоримые достоинства данной культуры, урожайность зерна проса в Беларуси остается на низком уровне. Важнейшим фактором, сдерживающим рост урожайности проса, является засоренность посевов. Сорняки успешно конкурируют с культурными растениями за основные факторы среды: воду, свет, элементы питания [3, 4], а также способствуют распространению вредителей и болезней, осложняют и затрудняют проведение полевых работ, особенно при уборке, ухудшают качество зерна. Поэтому борьба с сорной растительностью остается актуальной проблемой в настоящее время.

Из зерновых культур просо наиболее сильно страдает от сорной растительности [5]. Особенно вредоносны сорняки на первых этапах развития культуры. Связано это с медленным ростом в первые 10-12 дней после всходов, поэтому содержание посевов проса в чистом состоянии от сорняков – одно из основных условий получения высокой урожайности этой культуры [6].

Проблемой при применении химического метода борьбы с сорной растительностью в посевах проса является то, что имеющиеся препараты уничтожают двудольные сорняки, но не влияют на развитие однодольных злаковых, которые впоследствии существенно снижают урожайность и качество товарной продукции.

По данным Е.А. Якимович [7] недобор урожая проса от сорняков составляет 10-15%, а при сильной засоренности посевов – до 50-80%. Сорняки опасны как в засушливых, так и в достаточно влажных погодных условиях. Однако, несмотря на то, что просо возделывается при разных сроках сева, до сих пор отсутствуют исследования, в которых был бы дан анализ изменчивости видового и количественного состава сорных растений, встречающихся в посевах проса в зависимости от срока сева. Это и стало предметом нашего изучения.

Условия и методика проведения исследований. В качестве исходного материала было использовано два сорта проса: мелкосемянный сорт Галинка и крупносемянный сорт Дружба 2.

Полевые опыты проводились в 2006-2009 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (Жодино). Почва

опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на рыхлых песчанисто-пылеватых супесях, подстилаемых моренным суглинком с глубины 0,4-0,9 м с прослойкой песка на контакте. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,21-2,55%, содержание P_2O_5 – 190-200 мг/кг, K_2O – 230-305 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 5,5-5,7.

Предшественник – озимые зерновые. Осенью проводилось дискование стерни с последующей вспашкой. Весенняя обработка включала закрытие влаги, культивацию с боронованием в целях борьбы с сорняками и предпосевную обработку АКШ-3,6 при майском посеве (3-я декада мая). При июньском сроке сева (2-ая декада июня) проводилась дополнительная культивация.

Опыты закладывались на фоне $N_{60}P_{60}K_{80}$. Фосфорно-калийные удобрения вносили осенью под основную обработку почвы (зяблевая вспашка), а азот в форме карбамида (мочевины) – весной под культивацию.

Площадь делянки – 25 м², повторность – четырехкратная. Уборку посевов проводили в фазу полного созревания зерна прямым комбайнированием (Сампо 2010).

Ботанические названия сорняков, их принадлежность к видам устанавливали по определителям [8]. Учет численности и массы сорных растений проводили в фазу выметывания изучаемой культуры. Массу надземной части сорняков определяли путем взвешивания сырых растений. При учете поделяночно брали четыре площадки по 0,25 м² каждая, в которых определяли численность сорных растений по видам и их сырую вегетативную массу.

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2006-2009 гг.) существенно отличались от среднеголетних значений, что способствовало более объективной оценке влияния изучаемых факторов на урожайность зерна проса.

В 2006 г. средняя температура воздуха в мае была 12,3 °С, что на 0,6 °С ниже среднеголетних значений, количество осадков – 60 мм или 91,7% от нормы. Однако уже в июне температура воздуха повысилась, а количество осадков снизилось: средняя температура составила 17,0 °С (на 0,7 °С выше нормы), а количество осадков – 47 мм (58,3% от нормы).

Погодные условия 2008 г. значительно отличались от предыдущих лет. Средняя температура в мае была 11,3 °С, что на 1,6 °С ниже среднеголетних значений. Это не способствовало быстрому прорастанию проса. Количество осадков (86,8 мм) соответствовало норме. В июне средняя температура воздуха составила 16,1 °С, что соответствует норме, осадков выпало 95% от нормы (28 мм). Третья декада июня и первая декада июля характеризовались невысокими среднесуточными температурами воздуха. Это обуславливало медленное развитие растений проса, высеянных в первый срок, и появление всходов второго срока сева. В августе средняя температура воздуха была выше нормы на 1,7 °С при количестве осадков 54,6 мм (82,9% от нормы).

Метеорологические условия 2009 г. также существенно отличались от предыдущих лет. Первые месяцы вегетации (май-июнь) характеризовались большим количеством осадков на фоне низкой температуры воздуха, что отри-

цательно сказалось на росте проса. Вторая половина лета была умеренно прохладной с чередованием сухих и влажных периодов.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ экспериментальных данных, показал, что срок сева проса существенно влияет на численность и вегетативную массу сорняков, однако эти показатели варьируют в зависимости от условий конкретного года (таблица 1).

Таблица 1 – Численность и масса сорных растений в посевах проса в зависимости от срока сева

Сорные растения	2006 г.		2008 г.		2009 г.		Среднее	
	3-я декада мая	2-я декада июня	3-я декада мая	2-я декада июня	3-я декада мая	2-я декада июня	3-я декада мая	2-я декада июня
Однодольные многолетние	-	-	-	$\frac{0,2}{1,8}$	$\frac{0,2}{0,7}$	-	$\frac{0,07}{0,2}$	$\frac{0,06}{0,6}$
Однодольные однолетние	$\frac{2,6}{14,7}$	$\frac{0,4}{6,5}$	$\frac{8,6}{132,6}$	$\frac{12,4}{314,5}$	$\frac{18,8}{262,1}$	$\frac{2,0}{39,8}$	$\frac{10,0}{136,5}$	$\frac{4,9}{120,2}$
Двудольные многолетние	-	-	$\frac{1,6}{110,3}$	$\frac{1,0}{25,1}$	-	$\frac{0,7}{3,1}$	$\frac{0,5}{36,8}$	$\frac{0,6}{9,4}$
Двудольные однолетние	$\frac{127,9}{1673,1}$	$\frac{13,5}{139,3}$	$\frac{64,9}{1219,6}$	$\frac{19,8}{379,2}$	$\frac{27,1}{380,7}$	$\frac{28,0}{337,4}$	$\frac{73,3}{1091,1}$	$\frac{20,4}{291,8}$
Всего сорняков	$\frac{130,5}{1687,8}$	$\frac{13,9}{145,8}$	$\frac{75,1}{1462,5}$	$\frac{33,4}{720,6}$	$\frac{46,1}{643,5}$	$\frac{30,7}{380,3}$	$\frac{83,9}{1264,6}$	$\frac{26,0}{422,0}$

Примечание – В числителе – количество сорных растений (шт./м²), в знаменателе – вегетативная масса сорняков (г/м²)

Наибольшая численность и масса сорных растений при посеве проса в 3-й декаде мая отмечалось в 2006 г. (130,5 шт./м², 1687,8 г/м²), а наименьшая при таком же сроке сева – в 2009 г. (46,1 шт./м², 643,5 г/м²), при посеве во 2-й декаде июня – соответственно в 2008 г. (33,4 шт./м², 720,6 г/м²) и 2006 г. (13,9 шт./м² и 145,8 г/м²).

Анализ данных, полученных за период проведения исследований, показал, что при майском сроке сева общая численность сорняков в посевах проса на 1 м² в среднем была в 3,2, а вегетативная масса – в 3,0 раза выше, чем при посеве во второй декаде июня.

Потепление климата, которое наблюдается в последние 15 лет [9], способствует изменению сорного ценоза и увеличению в посевах сельскохозяйственных культур такого теплолюбивого сорняка как просо куриное. Мягкие условия перезимовки повсеместно способствуют увеличению зимующих видов сорняков: звездчатки средней, пастушьей сумки, ромашки непахучей, ярутки полевой и др., которые в настоящее время постоянно присутствуют в посевах зерновых культур, в т.ч. и проса.

Видовой состав сорных растений в посевах проса был представлен двудольными и однодольными сорняками. Из двудольных сорных растений произрастали марь белая, горец вьюнковый, подмаренник цепкий, звездчатка

средняя, пастушья сумка, пикульник обыкновенный, ромашка непахучая, ярутка полевая. Однодольные были представлены просом куриным, щетинником сизым и зеленым. Численность многолетних как двудольных, так и однодольных сорняков была незначительной. Доминирующими видами сорных растений в посевах проса в наших опытах были галинзога мелкоцветная, пастушья сумка, марь белая, звездчатка средняя, просо куриное, подмаренник цепкий, пикульник обыкновенный, горец вьюнковый, горец почечуйный, ярутка полевая (таблица 2).

Таблица 2 – Видовой состав, численность и масса сорных растений в посевах проса в зависимости от срока сева (среднее)

Вид сорняка	Численность сорняков				Вегетативная масса сорняков			
	шт./м ²	%	шт./м ²	%	г/м ²	%	г/м ²	%
	3-я декада мая		2-я декада июня		3-я декада мая		2-я декада июня	
Однодольные многолетние								
Пырей ползучий	0,07	0,08	0,06	0,2	0,2	0,01	0,6	0,1
Однодольные однолетние								
Куриное просо	8,5	10,1	4,5	17,3	125,8	10,0	116,6	27,6
Мятлик однолетний	0,07	0,08	-	-	0,1	0,01	-	-
Щетинник сизый	1,5	1,8	0,5	1,9	10,6	0,8	3,6	0,8
Двудольные многолетние								
Осот полевой	0,5	0,6	0,5	1,9	36,8	2,9	9,0	2,1
Подорожник большой	-	-	0,06	0,2	-	-	0,4	0,09
Двудольные однолетние								
Вероника полевая	-	-	2,0	7,7	-	-	10,1	2,4
Галинзога мелкоцветная	19,0	22,6	0,5	1,9	370,0	29,3	17,8	4,2
Горец вьюнковый	0,5	0,6	2,0	7,7	11,5	0,9	34,8	8,2
Горец почечуйный	2,3	2,7	1,8	6,9	29,6	2,3	25,6	6,1
Дымянка аптечная	0,3	0,4	1,0	3,8	5,3	0,4	13,2	3,1
Звездчатка средняя	11,9	14,2	2,4	9,3	324,9	25,7	42,0	9,9
Марь белая	11,0	13,1	2,6	10,0	240,7	19,0	83,7	19,8
Пастушья сумка	16,4	19,5	3,3	12,7	35,8	2,8	17,1	4,0
Пикульник обыкновенный	2,0	2,4	0,7	2,7	5,0	0,4	18,1	4,3
Подмаренник цепкий	3,0	3,6	1,9	7,3	24,0	1,9	15,0	3,5
Ромашка непахучая	1,7	2,0	1,1	4,2	21,4	1,7	8,6	2,0
Торица полевая	-	-	0,2	0,8	-	-	2,9	0,7
Фиалка полевая	0,7	0,8	0,7	2,7	2,3	0,2	1,3	0,3
Ярутка полевая	4,5	5,4	0,2	0,8	20,6	1,6	1,6	0,4
Всего сорняков	83,9	100	26,0	100	1264,6	100	422,0	100

Как показали наши исследования, сроки сева проса оказывают существенное влияние на количество сорняков, а также на их видовой состав. Некоторые виды сорняков произрастали только при июньском сроке сева (вероника полевая, подорожник большой, торица полевая). В целом он характеризовался меньшим количеством сорняков по сравнению с майским. Однако такой вид

как горец вьюнковый при июньском сроке сева в 4 раза увеличивал количество растений в агроценозе по сравнению с майским сроком сева. Общая численность сорняков при июньском посеве в среднем за годы исследований составила 26,0 шт./м² и 83,9 шт./м² – при посеве в 3-й декаде мая.

Июньский срок сева также оказал существенное влияние на снижение численности и массы такого наиболее вредоносного сорняка в посевах проса посевного как просо куриное. Этот сорняк имеет сходные биологические свойства и морфологические особенности с просом, что и объясняет отсутствие химических препаратов для его уничтожения в посевах проса культурного. Особенно, если учесть, что просо куриное является одним из самых распространенных сорняков в Беларуси [10] и имеет очень низкий экономический порог вредоносности (ЭПВ) – 1-3 экз./м² [8]. В наших опытах при майском сроке сева его численность составляла 8,5 шт./м², при июньском – 4,5 шт./м² (таблица 2).

В результате исследований мы также выявили, что засоренность посевов разных сортов проса существенно различается. Это указывает на их разную конкурентоспособность по отношению к сорной растительности в целом, и к отдельным видам в частности. Так, общая численность сорняков за годы исследований в посевах сорта Галинка была меньше на 8,7% по сравнению с сортом Дружба 2. Численность проса куриного в посевах сорта Галинка составила 5,8 шт./м², а сорта Дружба 2 – 7,2 шт./м², что на 24% больше. Численность пастушьей сумки в посевах сорта Дружба 2 была выше на 93,9% по сравнению с сортом Галинка. Однако следует отметить, что численность таких сорняков как галинзога мелкоцветная, марь белая, ярутка полевая в посевах мелкосемянного сорта Галинка была на 43,2; 13,0 и 91,7% больше по сравнению с сортом проса Дружба 2 (таблица 3).

Анализ массы сорных растений показал, что в посевах проса сорта Дружба 2 сорняки формируют вегетативную массу на 77,3 г/м² больше по сравнению с сортом Галинка, причем основную долю составляют двудольные однолетние сорняки, которые уничтожаются применением гербицидов (таблица 3).

Выводы

1. Срок сева может являться одним из агротехнических приемов уничтожения сорной растительности в посевах проса, особенно такого однодольного злакового сорняка как куриное просо, борьба с которым в посевах данной культуры затруднительна. По сравнению с посевом в 3-й декаде мая при июньском сроке сева общая численность сорняков уменьшилась в среднем на 70,7%, а проса куриного – на 47,1%.

2. Сорта проса различаются по чувствительности к присутствию в их посевах сорных растений. Сорт Галинка более конкурентоспособен по отношению к сорнякам, чем Дружба 2.

Литература

1. Сидоренко, В.С. Селекция проса для различных направлений использования / В.С. Сидоренко, А.И. Котляр, В.И. Зотиков [и др.] // Rolul culturilor leguminoase si furajere in agricultura republicii Moldova: material conferintei international, 17 iunie 2010, Republica Moldova, Balti. – Chisinau, 2010. – С. 168-172.

Таблица 3 – Видовой состав, численность и масса сорных растений в посевах сортов проса (среднее за 2006 г., 2008-2009 гг.)

Вид сорняка	Галинка				Дружба 2			
	Численность сорняков		Вегетативная масса		Численность сорняков		Вегетативная масса	
	шт./м ²	%	г/м ²	%	шт./м ²	%	г/м ²	%
Однодольные многолетние								
Пырей ползучий	0,03	0,06	0,6	0,07	0,04	0,06	0,2	0,02
Однодольные однолетние								
Куриное просо	5,8	11,1	129,2	16,1	7,2	12,6	113,2	12,8
Мятлик однолетний	0,03	0,06	0,05	0,01	0,03	0,05	0,1	0,01
Щетинник сизый	1,0	1,9	6,6	0,8	0,9	1,6	7,6	0,8
Двудольные многолетние								
Осот полевой	0,2	0,4	20,5	2,5	0,8	1,4	25,2	2,8
Подорожник большой	-	-	-	-	0,03	0,05	0,4	0,04
Двудольные однолетние								
Вероника полевая	0,6	1,1	1,7	3,2	1,3	2,3	8,3	0,9
Галинзога мелкоцветная	11,6	22,2	216,7	26,9	8,1	14,1	171,1	19,4
Горец вьюнковый	1,0	1,9	16,0	2,0	1,6	2,8	30,3	3,4
Горец почечуйный	2,1	4,0	27,0	3,3	2,3	4,0	28,2	3,2
Дымянка аптечная	0,4	0,8	6,8	0,8	1,0	1,7	11,2	1,2
Звездчатка средняя	6,3	12,0	162,5	20,2	7,9	13,8	204,4	23,2
Марь белая	7,8	14,9	144,1	17,9	6,9	12,0	180,3	20,4
Пастушья сумка	6,6	12,6	20,4	2,5	12,8	22,3	32,6	3,7
Пикульник обыкновенный	1,5	2,9	11,5	1,4	0,4	0,7	11,6	1,3
Подмаренник цепкий	2,0	3,8	12,8	1,6	2,9	5,1	26,2	3,0
Ромашка непахучая	1,3	2,5	12,6	1,5	1,5	2,6	17,6	2,0
Торица полевая	0,1	0,2	1,5	0,2	0,1	0,2	1,3	0,1
Фиалка полевая	0,4	0,8	2,5	0,3	0,3	0,5	1,1	0,1
Ярутка полевая	3,5	6,7	11,4	1,4	1,2	2,1	10,8	1,2
Итого	52,3	100	804,4	100	57,3	100	881,7	100

2. *Новак, А.М.* Белорусское просо: новый взгляд на старую культуру / А.М. Новак // Наше сельское хозяйство. – 2011. – №8. – С. 28-31.

3. *Исаев, А.П.* Комплексные меры защиты проса от сорняков / А.П. Исаев // Защита и карантин растений. – 1999. – №10. – С. 24.

4. *Баздырев, Г.И.* Сорные растения и борьба с ними / Г.И. Баздырев, Б.А. Смирнов. – М.: Московский рабочий, 1986. – 188 с.

5. *Рудник-Иващенко, О.И.* Защита проса посевного от сорняков / О.И. Рудник-Иващенко // Защита и карантин растений. – 2010. – №11. – С. 28-29.

6. *Иващенко, А.А.* Энергия света и сорные растения / А.А. Иващенко, А.А. Иващенко // Защита и карантин растений. – 2010. – №11. – С. 18-19.

7. *Якимович, Е.А.* Агробиологические особенности защиты проса посевного от сорных растений / Е.А. Якимович, С.В. Сорока // Стратегия и тактика экономически целесообразной адапт. интенсиф. земледелия. Селекция и защита растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 1-2 июля, г. Жодино. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2004. – Т. 2. – С. 157-165.

8. *Артохин, К.С.* Сорные растения: справочное и учебно-методическое пособие / К.С. Артохин. – М: Печатный Город, 2010. – 272 с.

9. Кутровский, В.Н. Основные факторы повышения устойчивости производства зерна в центральном регионе России в условиях глобальных изменений климата (обзор) / В.Н. Кутровский, В.Д. Штырхунова // *Зерновое хозяйство России*. – 2010. – №6. – С. 17-22.

10. Якимович, Е.А. Принципы защиты проса от сорных растений / Е.А. Якимович, С.В. Сорока // *Интегрированный захист рослин на початку XXI століття: матеріали міжнар. наук. практ. конф.* – Київ, 2004. – С. 363-370.

EFFECT OF MILLET SOWING TERMS ON WEED SPECIES COMPOSITION DEPENDING ON VARIETIES

V.N. Kudelko

The research results of the study of weed species composition depending on the sowing terms of different millet varieties are presented in the paper. It has been established that small seed millet variety Galinka destroys weeds more successfully than large seed variety Druzhba 2. June sowing (2-nd ten-day period) reduces not only the number of most dicotyledonous weeds which can be controlled chemically but also such monocotyledonous weed as barnyard grass destruction of which is difficult enough; that is why millet sowing terms can be deemed as one of the agrotechnical weed control methods.

УДК 633/2.3:631.5(476)

КОРМОВОЕ ПОЛЕ БЕЛАРУСИ: СОСТОЯНИЕ И РЕЗЕРВЫ

В.Н. Шлапунов, доктор с.-х. наук, профессор,

Т.Н. Лукашевич, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино

(Поступила 10.03.2016 г.)

Аннотация. В статье приведен анализ состояния полевого травосеяния и показаны резервы увеличения производства кормов за счет совершенствования структуры многолетних трав. Отмечено, что продуктивность клевера лугового, люцерны посевной, галеги восточной достигает 100 ц/га и более. Свыше 100 ц/га выхода к.ед. может обеспечивать сочетание бобово-злаковых смесей однолетних трав с поукосными посевами. Сорго сахарное обеспечивает продуктивность 115-120 ц/га к.ед.

Практически все сельскохозяйственные культуры, выращиваемые в Беларуси на пахотных землях, в большей или меньшей степени используются при создании кормовой базы животноводства, в составе которой более 50% питательных веществ приходится на долю травянистых кормов из многолетних и однолетних культур. Из однолетних кормовых культур ежегодно на площади 0,8-1,0 млн. гектаров выращивается кукуруза. Росту ее площадей способствует потепление климата, внедрение высокопродуктивных гибридов, в том числе и отечественной селекции, освоение инновационных технологий возделывания. Благодаря этой культуре в последние десять лет был преодолен многолетний ежегодный объем дефицита заготавливаемых кормов, что в значительной мере способствовало росту продуктивности крупного рогатого скота. Например, го-

довой удой на одну фуражную корову возрос до 4,7 тыс. литров. Однако в последние пять лет роста продуктивности КРС не происходит. Причина тому общеизвестна – рацион не сбалансирован по питательным веществам, и, в первую очередь, по белку.

По мере увеличения объемов заготовки силоса из кукурузы (до 50% в травяных кормах) возрастает и объем дефицита белка, т.к. его содержание в кукурузе не превышает 50 г на 1 к.ед. В сложившейся ситуации наращивание производства кормов из многолетних бобовых трав – наиболее доступный и наименее затратный способ решения проблемы дефицита белка в грубых и сочных кормах. В то же время инвентаризация структуры травостоев многолетних трав по видовому составу показывает, что в нынешнем виде, когда на чистые (одно-видовые) посевы бобовой культуры приходится только около 30%, остальную площадь занимают бобово-злаковые и чисто злаковые травы, решить проблему оптимизации питательности травяных кормов за счет растительного белка невозможно. Несбалансированность рационов по питательным веществам – главная причина перерасхода кормов при производстве молока на 20-25%, при откорме крупного рогатого скота – на 35-40%. В то же время результаты исследования ВИК им. Вильямса показывают, что объемистые травяные корма (сенаж, силос) при освоении инновационных разработок в части выращивания, уборки, технологии заготовки кормов позволяют обеспечивать содержание в килограмме одного сухого вещества 10,5-11,0 МДж ОЭ, 15-18% сырого белка [1].

В Беларуси из многолетних бобовых трав на пашне основная роль отводится клеверу луговому. В опытах П.И. Никончика и др., проведенных на песчанисто пылеватом суглинке, подстилаемом моренным суглинком, клевер луговой одногодичного пользования без внесения азота обеспечил в среднем за 10 лет выход кормовых единиц 114 ц/га, переваримого протеина – 15,1 ц/га, люцерна (1-4-х летнего пользования) – 108 ц/га и 17,2 ц/га соответственно. На тех же почвах продуктивность многолетних злаковых трав в среднем за 4 года пользования при ежегодном внесении 180 кг/га азота (на фоне $P_{90}K_{150}$) составила только 71,2 ц/га к.ед. и 7,19 ц/га переваримого протеина [2], что ниже одно-видовых посевов бобовых культур на 34-37,6% и 58,1-52,3% соответственно. Таким образом, только за счет полного изъятия в севооборотном поле многолетних трав чистых посевов злаков и перехода преимущественно на одногодичное и двухгодичное использование клевера продуктивность гектара возрастает на 30-35%.

Приведенные данные показывают, что наряду с клевером в производстве малозатратного ценного корма и растительного белка, в частности, более значимое место должна занять люцерна. В последние два десятилетия ее площадь не превышала 92 тыс. га и только в 2015 г. достигла 144 тыс. га, что составляет менее 50% минимально требуемой. По наличию люцернопригодных почв наибольшими возможностями располагает Минская область (304 тыс. га), наименьшими – Гомельская (40 тыс. га) и Брестская (43 тыс. га). Всего по Беларуси таких почв около 1 млн. га. В то же время анализ неудач и медленного расширения посевов этой культуры показал, что одной из основных причин тому раз-

мещение люцерны на почвах с повышенной кислотностью без предварительного известкования. Кроме того, возросшая интенсификация в растениеводстве, особенно в технологиях производства зерна, резко ухудшила условия для выживания люцерны, подсеваемой под покров зерновых. Наши исследования (2014-2015 гг.) показали, что более высокая сохраняемость растений люцерны в год посева была в вариантах подсева ее под ячмень, убранный в колошении и в беспокровных посевах. Требуется научная проработка вопросов подбора покровных культур и сортов, сроков сева, норм высева, системы удобрений и защиты люцерны от сорняков в подпокровных и беспокровных посевах.

Проблема обеспечения хозяйств семенами люцерны эффективно решается через их импорт, так как затраты на посевную норму (около 100 долл.) многократно окупаются уже в первый год пользования дополнительно полученной животноводческой продукцией. Как уже отмечалось выше, в многолетних опытах люцерна по продуктивности превысила злаковые травы на 37 ц/га к.ед. В пересчете на животноводческую продукцию это около 3 т молока, выручка от которого составит 12 млн. руб. в год, а за четыре года – 48 млн. руб или 2182 долл. по курсу на февраль 2016 г.

Исследования белорусских ученых показывают, что на почвах легкого гранулометрического состава (супесчаных, песчаных, подстилаемых песками), которые больше распространены в Брестской и Гомельской областях, следует расширять посевы донника белого, эспарцета песчаного.

Эффективность возделывания лядвенца рогатого, эспарцета песчаного хорошо изучена в Брестской ОСХОС. Кандидатом с.-х. наук О.Н. Карпей разработана агротехника возделывания этих культур на корм и семена. По результатам исследований, проведенных в 2006-2010 гг., приняты рекомендации производству, предусматривающие выбор покровных культур, сроков беспокровных посевов, применение микроэлементов и биопрепаратов, оптимальных способов посева и норм высева семян. Рекомендованные технологии обеспечивают продуктивность эспарцета и лядвенца рогатого 50-55 ц/га к.ед. с гектара, протеина – 9,0-10,0 ц/га, урожайность семян лядвенца рогатого – 320 кг/га, эспарцета песчаного – 550 ц/га [3].

В условиях республики высокопродуктивной бобовой культурой является галега восточная. По данным исследований И.А. Довнар, проведенных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с pH пахотного слоя 6,0-6,2 и содержанием гумуса 2,38-2,62, уже во второй и третий годы жизни получены урожаи зеленой массы 650-750 ц/га, выход кормовых единиц составил 115-120 ц/га, сбор переваримого протеина – 18-20 ц/га. Избытком протеина в 1 т зеленой массы галеги можно сбалансировать 1,1 т кукурузного силоса и за счет этого получить дополнительно в расчете на 1 га 1,8 т молока [4]. Культура в бесменном посеве может, не снижая продуктивности, произрастать 10-12 лет. Однако, не смотря на то, что в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию разработан регламент по возделывания этой культуры, площадь посева ее не увеличивается, а снижается: в 2014 г. было 1,31 тыс. га, в 2015 г. – 0,99 тыс. га.

В последние годы необоснованно принижена роль однолетних трав как кормовых культур. Судя по статистическим данным, их продуктивность в Беларуси находится на уровне 110-120 ц/га зеленой массы, 20-22 ц/га кормовых единиц, что составляет 30-35% от потенциально возможной. Дело в том, что в хозяйствах эти культуры выращиваются преимущественно в зеленом конвейере, где они используются, начиная с выхода в трубку и заканчивая не позднее колошения злакового компонента, когда качество корма высокое, но продуктивность их не оправдывает затрат. Вынужденное раннее скашивание однолетних трав чаще происходит из-за неравномерного поступления зеленого корма с пастбищ.

Наши исследования показывают, что освоение и внедрение усовершенствованных технологий обеспечит в республике удвоение продуктивности поля однолетних трав. В результате четырехлетних исследований, проведенных в 2006-2009 гг., установлено, что при посеве однолетних бобовых культур и бобово-злаковых смесей в центральной части Беларуси с 3-й декады апреля по 1-ю декаду июня и уборке их в фазу цветения бобового компонента, наибольшую продуктивность обеспечивает люпин зеленоукосного направления Гулливер (57,8-67,2 ц/га) и его смеси с овсом и тритикале (63,0-72,3 ц/га к.ед.), продуктивность люпина универсального направления Миртан и его смесей со злаковыми культурами на 33-41% ниже. У этого сорта фаза цветения в зависимости от срока сева наступает на 12-25 дней раньше, чем у позднеспелого Гулливера.

Традиционно возделываемые вико- и горохоовсяные смеси, используемые в зеленом конвейере, формируют соответственно 45,0-51,4 и 44,5-54,8 ц/га к.ед. Одновидовые посева овса и ярового тритикале при уборке их в фазу выметывания (колошения) по выходу кормовых единиц приближаются к последним (41,3-52,0 ц/га к.ед.), однако по сбору сырого протеина (5,12-5,78 ц/га) на 40-97% уступают бобово-злаковым смесям (7,16-11,4 ц/га).

Более высокую продуктивность обеспечивают однолетние травы, используемые на зерносенаж или силос в молочно-восковой спелости.

В опытах при апрельском сроке сева выход кормовых единиц люпина Гулливер в одновидовых и смешанных посевах составил 85,0-93,7 ц/га, сырого протеина – 11,3-14,0 ц/га, что соответственно на 44,1-36,9% и 22,8-14,1% больше, чем при уборке на зеленый корм в фазе цветения. Такая же закономерность отмечена для бобово-злаковых смесей с викой и горохом. После уборки однолетних трав апрельского срока сева на зеленый корм до конца вегетационного периода остается 100-110 дней. За этот период в опытах получен второй урожай за счет поукосной редьки масличной, составивший в среднем от 32 до 48 ц/га к.ед., 5,2-7,1 ц/га сырого протеина. Суммарная продуктивность за 2 урожая достигла 90-115 ц/га к.ед., 14,1-16,5 ц/га сырого протеина. При уборке изучаемых культур на силос (зерносенаж) вегетационный период для поукосных посевов редьки масличной был короче и составил 80-94 дня, что позволило дополнительно получить 24,9-33,1 ц/га к.ед., 5,2-6,9 ц/га сырого протеина, а в сумме за два урожая получено соответственно 109-135 и 15,1-22,0 ц/га в зависимости от варианта [5, 6].

Совершенно недостаточно используются возможности повышения продуктивности кормового поля через внедрение смешанных многоукосных посевов райграса однолетнего с бобовыми культурами. Исследования, проведенные нами на супесчаной почве экспериментальной базы «Жодино» (Смолевичский район) и на суглинистой почве в Витебском зональном институте сельского хозяйства НАН Беларуси, показали, что двух-трех укосная смесь вики яровой с овсом и райграсом однолетним и горохо-овсяно-райграсовая смесь по продуктивности (80-92 ц/га к.ед.) в 1,6-2,2 раза превышает одноукосные двухкомпонентные бобово-злаковые смеси без райграса однолетнего. Ссылки на недостаток семян райграса ничем не обоснованы, т.к. семеноводство этой культуры доступно каждому хозяйству. В наших опытах при посеве райграса в первые 10 дней от начала созревания почвы средняя за три года урожайность семян составила 17,2 ц/га. Кроме того, после уборки семенного посева райграс наращивал в среднем 163 ц/га зеленой массы, 32,6 ц/га к.ед., 3,5 ц/га переваримого протеина.

Исследования, проведенные нами в различных зонах республики, показали, что в условиях потепления климата, участившихся засушливых периодов, следует идти на расширение посевов сорго сахарного с целью использования на зеленый корм и силос. В опытах в центральной части Беларуси (Жодино) в среднем за три года получена урожайность зеленой массы при одноукосном использовании сорго 657 ц/га, сухого вещества – 131 ц/га с колебаниями по годам в пределах 556-762 ц/га и 127-137 ц/га соответственно. Изучение динамики формирования урожая показало, что через 42-48 дней после всходов сорго сахарное наращивает 17% зеленой массы, через 52-58 дней 53-56%, через 62-68 дней – 70-73% и через 72-78 дней – 84-88% от конечной урожайности. Эти данные позволяют ориентироваться при планировании сроков использования сорго в зеленом конвейере [7].

Наибольший интерес сорго сахарное представляет для Гомельской области, где кормовые культуры страдают от засухи чаще, чем в других регионах. Способность сорго в период весенней засухи приостанавливать рост и возобновлять его при выпадении осадков обеспечивает в сравнении с другими культурами большую стабильность урожаев по годам. В Полесском институте растениеводства (Мозырский район) сорго сахарное, посеянное после уборки озимых на зеленый корм, в среднем за три года (2002-2004 гг.) обеспечило урожайность за два укоса 821 ц/га зеленой массы, выход кормовых единиц – 168 ц/га, переваримого протеина – 15,8 ц/га. В опытах выявлена высокая отзывчивость сорго на внесение азотного удобрения. На песчаной почве в варианте внесения азота 90 кг/га урожайность зеленой массы в среднем за три года (2008-2010 гг.) составила 518 ц/га, выход кормовых единиц – 112 ц/га, при увеличении дозы азота до 150 кг/га (N_{90} перед посевом и N_{60} в подкормку) эти показатели возросли до 850 и 184 ц/га соответственно [8]. В контрольном варианте ($P_{60}K_{90}$) выход кормовых единиц составил в среднем 53 ц/га.

Малораспространенной кормовой культурой, заслуживающей практический интерес в Гомельской области, является амарант. В опытах, проведенных на хорошо окультуренных песчаных почвах ОАО «Осташковичи» Светлогор-

ского района, в среднем за 3 года при дозе азота 80 кг/га д.в. урожайность зеленой массы амаранта составила 323 ц/га, кормовых единиц – 58,3 ц/га, при дозе азота N₁₂₀ – 370 и 67 ц/га, при N₁₆₀ – 410 и 73 ц/га соответственно. Увеличение дозы азота с 80 до 160 кг/га сопровождалось и ростом содержания переваримого протеина в одной кормовой единице со 100 г до 127 г [9]. Хозяйство обеспечивается семенами собственного производства.

Существенным, но слабо реализуемым резервом укрепления кормовой базы является более полное использование агроклиматических ресурсов вегетационного периода и почвенного плодородия для получения двух урожаев в год, через выращивание сельскохозяйственных культур в пожнивных промежуточных посевах, размещаемых после зерновых. Например, по состоянию на 5 августа, зерновые культуры убираются на площади на площади 1,5-1,7 млн.га, на 10 августа – до 2 млн. га. При этом до конца вегетационного периода, когда среднесуточная температура воздуха устойчиво снижается до +5 °С (3-я декада октября), в зависимости от зоны остается 75-85 дней с суммой положительных температур 820-1150 °С и количеством осадков 170-200 мм. Это обеспечивает возможность выращивания в пожнивных посевах таких культур как озимый и яровой рапс, озимая сурепица и редька масличная.

Холодостойкость, быстрый рост, высокая облиственность растений этих культур позволяют компенсировать недостаток витаминизированного зеленого корма в осенний период до ноября, и сокращать дефицит белка в используемом в это время кукурузном силосе и других низкобелковых компонентах рациона, так как в зеленой массе пожнивных крестоцветных культур в расчете на 1 к.ед. содержится 150-170 г переваримого протеина. Поэтому при обосновании экономической эффективности пожнивных культур следует учитывать не только выход кормовых единиц с гектара, но и дополнительный выход животноводческой продукции, получаемой от лучшей сбалансированности рациона по белку других травяных компонентов рациона.

Исследования показали, что на почвах средней окультуренности достаточно внесения только азотного удобрения 60-90 кг/га д.в. Обработка почвы под пожнивные культуры не включается в затраты, так как она является зяблевой обработкой под яровой сев.

Таким образом, проведенный анализ дает основание для вывода о том, что предусмотренное на 2020 г. наращивание производства травяных кормов, сбалансированных по питательным веществам, особенно по белку, требует совершенствования структуры площадей кормового поля и освоения сельхозпредприятиями научных разработок по технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, рекомендованных научно-практическим центром НАН Беларуси по земледелию.

Литература

1. *Косолатов, В.И.* Роль пастбищ в развитии сельского хозяйства России / В.М. Косолатов, И.А. Трофимов // Роль культурных пастбищ в развитии молочного скотоводства Нечерноземной зоны России в современных условиях: сб. научн. тр. – М., 2010. – С. 10-15.

2. *Никончик, П.И.* Сравнительная продуктивность основных полевых культур в севооборотах на дерново-подзолистых суглинистых почвах / П.И. Никончик, А.А. Усень, С.В. Круглый // Земляробства і ахова раслін. – 2005. - №2. – С. 24-26.

3. *Карпей, О.Н.* Приемы оптимизации технологий возделывания лядвенца рогатого и эспарцета песчаного на корм и семена в условиях юго-западной части Беларуси / О.Н. Карпей: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / О.Н. Карпей; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2014. – 22 с.

4. *Довнар, И.А.* Приемы оптимизации технологий возделывания козлятника восточного: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / И.А. Довнар; Институт земледелия и селекции. – Жодино. – 2003. – 19 с.

5. *Шлапунов, В.Н.* Динамика формирования урожая сорго сахарного и ее зависимость от уровня азотного питания / В.Н. Шлапунов [и др.] // Весці НАН Беларусі, сер. аграрных навук. – 2006. – №4. – С. 16-19.

6. *Шлапунов, В.Н.* Резервы поля однолетних трав / В.Н. Шлапунов, Т.Н. Лукашевич, В.И. Бобко // Белорусское сельское хозяйство – 2010. – №4. – С. 33-36.

7. *Шлапунов, В.Н.* Особенности формирования урожая однолетними травами в зеленом и сырьевом конвейере / В.Н. Шлапунов, В.И. Бобко // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – №2. – С. 12-16.

8. *Шестак, Н.М.* Влияние азотного удобрения и методов борьбы с сорняками на урожайность сорго сахарного / Н.М. Шестак // Земледелие и защита растений. – 2016. – №1. – С. 8-12.

9. *Сорокин, Н.Н.* Приемы возделывания амаранта на песчаных почвах Южной зоны Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Н.Н. Сорокин; Институт земледелия и кормов. – Жодино, 1998. – 17 с.

FODDER FIELD IN BELARUS: STATE AND RESOURCES
V.N Shlapunov, T.N. Lukashovich

The analysis of field grass growing is presented in the article. The resources for fodder production increase due to the improvement of perennial grasses structure are shown. It is noted that the productivity of red clover, alfalfa, eastern galega reaches 0.1 t/ha and higher. The joining of leguminous-grass mixtures of annual grasses with postcut crops provides more than 0.1 t/ha feed units. Sweet sorghum provides the productivity equaled to 1.15-1.2 t/ha feed units.

УДК 633.174:631.5:631.1(003.13)

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРГО САХАРНОГО В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА УКОСОВ**

Н.М. Шестак, аспирант, В.Л. Копылович, канд. с.-х. наук
РНДУП «Полесский институт растениеводства»

(Поступила 05.01.2016 г.)

Аннотация. В статье дан анализ продуктивности засухоустойчивых кормовых культур в условиях южной части Республики Беларусь, проведена оценка экономической эффективности возделывания сорго сахарного при различных схемах использования.

Введение. Полевое кормопроизводство является самой масштабной отраслью современного растениеводства – более 80% пашни занято под кормовыми культурами. Поэтому совершенствование и развитие этой отрасли является одной из важнейших социально-экономических задач [2]. Однако повышению эффективности и доходности кормопроизводства благодаря наращиванию производства качественных кормов в республике не уделяется должного внимания. Однолетние травы традиционно отличаются низкой продуктивностью. Причины – несовершенство видового состава и технологий возделывания кормовых культур [5]. В тоже время расширение спектра используемых в сельскохозяйственном производстве кормовых культур экономически целесообразно и в связи с существенными изменениями климата в республике [4]. Введение в севооборот кормовых культур, способных выдерживать периодически повторяющиеся засухи, особенно в южном регионе страны, является одним из направлений, позволяющих преодолевать последствия возникающих экстремальных условий.

В условиях повторяющихся засушливых периодов, особенно в Гомельской и Брестской областях, заслуживает внимания включение в зеленый конвейер амаранта, в 100 кг зеленой массы которого содержится 18-19 к.ед. (100-120 г переваримого протеина в 1 к.ед.) Высоким потенциалом урожайности зеленой массы (до 100 т/га), особенно в засушливые годы, выделяются суданская трава, сорго и сорго-суданковый гибриды. Особое внимание в системе зеленого конвейера заслуживает просо, культура для нашего сельского хозяйства не новая. В условиях дефицита влаги в летний период просо выделяется устойчивостью урожая [10]. В связи с этим нами было проведено изучение сравнительной продуктивности засухоустойчивых культур.

Во многих хозяйствах производство животноводческой продукции остается убыточным. Главным резервом снижения ее себестоимости является производство дешевых полноценных кормов [7]. Большой интерес представляют культуры, которые способны отрастать после скашивания. Ценность этих посевов заключается в снижении энергозатрат на технологию их возделывания, а также в более полном объеме использования агроклиматических ресурсов [6]. Такой ценной способностью обладает сорго сахарное. Оно способно отрастать после скашивания, причем не однократно. Отавность проявляется даже после уборки на зерно [3].

Посевы сорго сахарного успевают вырасти до 1 июля, когда начинается засуха. Сорго сахарное на неполивных землях формирует 2-3, а на орошаемых – до 4 укосов зеленой массы с урожайностью соответственно 400-500 и 1000-1500 ц/га. При использовании сортов и гибридов сорговых культур различных групп спелости и разных сроков посева достигается гарантированная обеспеченность кормами в конкретно намеченные сроки и в необходимых количествах. Посеяв один раз, можно убирать целое лето, проведя несколько укосов [7].

Цель исследований – провести сравнительную оценку засухоустойчивых культур для возделывания на зеленую массу в Южной зоне Беларуси, изучить возможность многоукосного использования сорго сахарного и определить экономическую эффективность возделывания.

Методика и условия проведения исследований. Полевые и лабораторные исследования проводились в 2008-2010 гг. на полях РНДУП «Полесский институт растениеводства» в юго-восточной части республики. Климат этой зоны характеризуется выраженной континентальностью, резкими перепадами температур, частыми засухами. Опыты закладывались в 4-х кратной повторности с общей и учетной площадью 28 и 20 м².

Почва опытного участка – дерново-подзолистая, песчаная, подстилаемая с глубины 1 м моренным суглинком со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,5%, P₂O₅ – 125-140 мг, K₂O – 120-135 мг на 1 кг почвы, рН_{KCl} 5,4-5,8, гидролитическая кислотность 2,1-2,2 м-экв. на 100 г почвы, что свидетельствует о слабокислой реакции почвенного раствора.

Предшественник – озимая рожь на зерно. Подготовка почвы состояла из вспашки сразу после уборки предшественника, предпосевной культивации и прикатывания после посева.

В опытах вносились только минеральные удобрения в предпосевную культивацию из расчета N₉₀P₆₀K₉₀. В опыте с укусами – согласно схеме. Формы удобрений: карбамид, двойной суперфосфат, хлористый калий.

Посев проводился сеялкой СН-16 в первой декаде мая. Способ сева широкорядный с шириной междурядий 70 см. В нашем опыте высевались культуры, предъявляющие повышенные требования к температурному режиму. Поэтому к севу кукурузы, амаранта, пайзы, проса, чумизы, могара приступали тогда, когда почва на глубине заделки семян прогреется до +12 °С. Использовались следующие сорта и гибриды: кукуруза Кубанский 140 СВ, амарант Рубин, сорго сахарное Порумбень 4, сорго-суданковый гибрид МСС-10, суданская трава Почин, чумиза Стрела, просо Славянское, пайза Удалая 2. Уборка урожая проводилась вручную со взвешиванием массы со всей учетной площади при достижении уборочной фазы у 75% растений. Просо, могар и чумизу убирали в фазе начало выколашивания, амарант, пайзу, суданскую траву в фазе цветения, кукурузу в фазе молочно-восковой спелости, сорго и сорго-суданковый гибрид в фазе восковой спелости семян. Математическая обработка опытных данных проведена методом дисперсионного анализа. При расчете экономической эффективности использовались цены по состоянию на 1 декабря 2015 г.

Метеорологические условия в период проведения исследований были различными, что позволило более полно выявить реакцию сорго на тепло- и влагообеспеченность. В целом в 2008 г., 2009 г. и 2010 г. за май-сентябрь сумма эффективных температур составила 2278 °С, 2499 °С, 2899 °С соответственно. Если за первые два года исследований по всем месяцам температурный режим их был близок к средним многолетним, то в 2010 г. по всем месяцам вегетации культуры температура воздуха превышала среднегодовые показатели, и особенно аномально высокой она была в период 3 декада июля – весь август (24-26 °С), что на 6-8 °С выше нормы.

За годы исследований характер выпадения осадков отличался периодичностью. Недостаток влаги наблюдался в июне 2008 г., когда количество выпавших осадков составило 49% и в августе – 59% от среднегодовых показателей. В

2009-2010 гг. так же отмечен дефицит влаги в августе. Влажность почвы в этот период составляла от 2,7 мм до 3,5 мм. Если учитывать гидротермический коэффициент, то самым увлажненным был 2009 г. – 1,6, а в 2008-2010 гг. – 1,4.

Анализируя количество выпавших осадков и влажность почвы, можно сделать вывод о том, что, не смотря на засушливые условия, урожайность сорго сахарного была достаточно высокой и стабильной. Это доказывает перспективность возделывания культуры в условиях недостаточного влагообеспечения и подтверждает данные об исключительной засухоустойчивости, обусловленной морфологическими и биологическими признаками.

Результаты исследований и их обсуждение. Решение вопроса о рациональном использовании и введении в производство новых нетрадиционных культур невозможно без анализа продуктивности и особенностей их жизнедеятельности. Поэтому нами был заложен 3-х летний опыт по изучению сравнительной продуктивности засухоустойчивых кормовых культур.

Анализируя данные исследований можно отметить, что наиболее продуктивным из изучаемых культур было сорго сахарное, урожайность зеленой массы которого значительно превышала кукурузу: на 207-389 ц/га по годам и на 303 ц/га в среднем за три года. По выходу кормовых единиц и сбору сухого вещества также преимущество было за сорго и составило по годам 158-181 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная продуктивность засухоустойчивых кормовых культур

Вариант	Фаза развития	Урожайность зеленой массы, ц/га				Урожайность сухого вещества, ц/га	Выход кормовых единиц, ц/га
		2008 г.	2009 г.	2010 г.	среднее		
Кукуруза	восковая	441	404	422	422	122	122
Сорго сахарное	молочная	830	612	725	723	181	159
Сорго-суданковый гибрид	восковая	675	554	603	610	171	153
Суданская трава	цветение	498	415	412	442	97.2	92,7
Амарант	цветение	511	426	452	463	92.6	78,7
Просо	молочная	391	312	294	332	83.0	66,4
Чумиза	колошение	350	202	284	279	69.7	55,7
Могар	колошение	298	160	196	218	54.5	43,6
Пайза	цветение	555	441	421	472	106.8	80,3
НСР ₀₅		33.8	32.5	36.1			

Высокой продуктивностью отличался и сорго-суданковый гибрид, урожайность зеленой массы которого была на 112 ц/га меньше чем у сорго сахарного. Урожайность сухого вещества уступала сорго только на 9,7 ц/га, а по выходу кормовых единиц – на 6,3 ц/га.

Практически на одном уровне с кукурузой по урожайности зеленой массы были суданская трава, амарант и пайза, но выход кормовых единиц у них был

меньше на 29,8 ц/га, 43,8 ц/га и 42,2 ц/га соответственно. В сравнении с сорго сахарным он уменьшался на 66,2 ц/га, 73,9 ц/га и 78,6 ц/га соответственно.

Такие культуры как просо, чумиза, могар в сравнении с вышеуказанными показали самую низкую продуктивность. Урожайность данных культур варьировала по годам в пределах 218-332 ц/га зеленой массы, 54,5-80,3 ц/га сухого вещества. Следует отметить, что просо, чумиза, могар, пайза достигали уборочной спелости гораздо раньше, чем остальные культуры (1-я декада августа), что позволяет в нашей зоне использовать после них пашню для возделывания поукосных культур. Перспективно в этом направлении возделывание пайзы, так как данная культура характеризуется хорошим отрастанием после скашивания и по суммарному урожаю за 2-3 укоса в наших условиях является в настоящее время одной из самых продуктивных однолетних кормовых культур.

Многие исследователи отмечают способность сорго сахарного быстро отрастать после укосов и вегетировать до осенних заморозков [1, 8, 9]. В связи с этим нами в 2008-2010 гг. был заложен опыт по изучению возможности 3-х укосного использования данной культуры в условиях Полесской зоны. Первый укос проводили через 45 дней после всходов, второй – при достижении молочно-восковой спелости семян, третий перед наступлением заморозков (2-3 декада октября).

Анализируя данные исследований, можно отметить, что в первый период вегетации сорго растет очень медленно, что сказывалось на величине урожая первого укоса. К моменту уборки растения находились в фазе 6-8 листьев и имели высоту 98-110 см. Урожайность при уборке через 45 дней после всходов была невысокой и в среднем за три года составляла от 90,5 до 104 ц /га зеленой массы (таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость урожайности сорго сахарного от количества укосов в среднем за 2008-2010 гг.

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га			Всего зеленой массы, ц/га	Урожайность сухого вещества, ц/га	Выход к. ед., ц/га	Чистый доход, млн.руб.	Уровень рентабельности, %
	1-й укос	2-й укос	3-й укос					
Один укос (N ₉₀ K ₆₀ P ₉₀)	728	-	-	728	182	160	18,4	100,3
Два укоса (N ₉₀ K ₆₀ P ₉₀)	104	593	-	696	160	139	13,2	73
Два укоса (N ₆₀ K ₆₀ P ₉₀ + N ₃₀)	100	612	-	712	164	142	14,4	74
Три укоса (N ₉₀ K ₆₀ P ₉₀)	102	512	42,3	657	144	131	11,8	64
Три укоса (N ₆₀ K ₆₀ P ₉₀ + N ₃₀)	90	537	62,7	690	152	138	12,5	68
НСР ₀₅	47,9-69,4	40,5-65,1	5,8-7,1					

Наибольшая урожайность зеленой массы и сухого вещества в среднем за 3 года была в вариантах с одним укосом при внесении минеральных удобрений $N_{90}K_{60}P_{90}$ – 728 ц/га и 182 ц/га. При 2-укосном использовании в вариантах $N_{90}K_{60}P_{90}$ и $N_{60}K_{60}P_{90} + N_{30}$ урожайность зеленой массы и сухого вещества составляла соответственно 696 ц/га и 160 ц/га; 712 ц/га и 164 ц/га.

Трехукосное использование также возможно, но является менее эффективным по сравнению с одно- и двухукосным, так как урожайность зеленой массы 3-го укоса была низкой и в среднем за 3 года составила 42,3 ц/га и 62,7 ц/га

Анализ экономической эффективности показывает, что в среднем за три года наибольший чистый доход (18,4 млн руб.) и рентабельность (100,3%) были в варианте с одним укосом ($N_{90}K_{60}P_{90}$). При двухукосном использовании сорго сахарного уровень рентабельности был ниже (74-73%).

Данные опыта указывают на низкую эффективность азотных подкормок как при двухукосном, так и при трехукосном использовании изучаемой культуры. Прибавка урожайности была незначительна и варьировала от 15,6 ц/га до 23,4 ц/га зеленой массы, что не окупало затрат на их внесение.

При оценке продуктивности изучаемой культуры крайне важно определение качественных показателей полученных кормов. В наших исследованиях образцы для проведения полного зоотехнического анализа отбирались при всех сроках уборки, которые соответствовали следующим фазам развития растений: 6-8 листьев, цветение и восковая спелость семян.

Наибольшую влажность растения сорго имели при первом сроке уборки – 79,04%, затем показатели влажности постепенно снижаются, и к фазе восковой спелости семян содержание сухого вещества в растениях сорго достигало 28,58% (таблица 3).

Таблица 3 – Качество зеленой массы поукосного сорго сахарного в зависимости от фазы развития

Фаза развития	Влажность, %	Содержится в сухом веществе, %				
		сырой белок	сырая клетчатка	сырая зола	сырой жир	БЭВ
6-8 листьев	79,04	15,61	27,06	4,86	1,62	50,85
Цветение	77,11	14,86	27,98	4,27	1,21	51,86
Восковая спелость	71,42	10,81	29,76	4,22	1,18	54,03

Данные химического анализа показывают, что растения сорго сахарного в ранние фазы наиболее ценны для использования на зеленый корм. В них содержится меньше клетчатки и больше протеина. Так, в фазе 6-8 листьев содержание сырого белка составляло 15,61% в абсолютно сухом веществе. К фазе цветения произошло его снижение на 0,75%, к восковой спелости – на 4,8%. В это время содержание сырой клетчатки увеличивалось соответственно на 0,92 и 2,7%. Растения более ранних фаз развития имели большее содержание сырого жира и сырой золы.

Выводы

1. Агроклиматические условия южной зоны Беларуси позволяют эффективно использовать потенциал высокой урожайности засухоустойчивых культур, развивающихся по типу фотосинтеза C_4 .

2. Максимальная продуктивность в среднем за 3 года по выходу сухого вещества отмечена у сорго сахарного – 181 ц/га и сорго-суданкового гибрида – 171 ц/га. Это на 48-58 ц/га выше, чем у традиционной для данной зоны кукурузы, реализация продуктивного потенциала которой требует почв более высокого плодородия и более высоких доз удобрений.

3. Практически на одном уровне с кукурузой по урожайности зеленой массы были суданская трава, амарант и пайза, но уступали ей по выходу сухого вещества и кормовых единиц.

4. В условиях южной зоны возможно использование сорго сахарного по различным схемам: одноукосное, двухукосное, трехукосное.

5. В результате проведенного химического анализа установлено, что растения сорго сахарного наиболее ценны для использования на зеленый корм в ранние фазы развития.

Литература

1. *Ахмедов, А.А.* Сорго в засушливой зоне Северного Кавказа / А.А. Ахмедов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1982. – №2. – С. 62-64.

2. *Дронов, А.В.* Кормовое сорго в Нечерноземье / А.В. Дронов, В.В. Дьяченко. – Брянск, 2003. – 56 с.

3. *Исаков, Я.И.* Сорго / Исаков Я.И.; 2-е изд. доп. и пер. – М, 1982. – 134 с.

4. *Копылович, В.Л.* Продуктивность кормовых засухоустойчивых культур в экологическом сортоиспытании / В.Л. Копылович, Н.М. Шестак // Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества: материалы Междунар. науч.-практ. конф.; 10-11 июля 2008 г. г. Жодино / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – Т. 1. – С. 133-135.

5. *Курилович, В.В.* Сорго тоже с засухой в ладу / В.В. Курилович, Л.С. Рудковская // Белорусское сельское хозяйство. – 2003. – №6. – С. 19-20.

6. *Лукашевич, Н.П.* Изучение многоукосных однолетних агрофитоценозов в условиях северной части Беларуси / Н.П. Лукашевич, В.Ф. Ковганов // Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества: материалы Междунар. науч.-практ. конф.; 10-11 июля 2008 г. г. Жодино / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – Т. 1. – С. 76.

7. *Подобед Л.И.* Рациональная достаточная и экологически сбалансированная система кормопроизводства / Л.И. Подобед, Е.В. Руденко, В.В. Гиско. – Одесса: Печатный дом, 2009. – 216 с.

8. *Тараненко, В.И.* Сорго как кормовая культура / Тараненко В.И. – Харьков, 1979. – 207 с.

9. *Шекун, Г.М.* Культура сорго в СССР и ее биологические особенности / Г.М. Шекун. – М.: Колос, 1964. – 140 с.

10. *Шлапунов, В.Н.* Зеленый конвейер: культуры, сроки сева и использования / В.Н. Шлапунов, Т.Н. Лукашевич // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. – Минск ИВЦ Минфина, 2007. – С. 310-311.

COMPARATIVE PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF SWEET SORGHUM CULTIVATION DEPENDING ON CUTTING NUMBER

N.M. Shestak, V.L. Kopylovich

The analysis of the productivity of drought-tolerant fodder crops in the southern part of the Republic of Belarus is presented in the article. The assessment of the economic efficiency of sweet sorghum cultivation under different usage patterns was carried out.

УДК 633.174:631[559+53]

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ СОРГО САХАРНОГО ОТ НОРМ ВЫСЕВА, СПОСОБОВ И СРОКОВ СЕВА

Н.М. Шестак, аспирант, В.Л. Копылович, канд. с.-х. наук,

В.Н. Шлапунов, доктор с.-х. наук*

Полесский институт растениеводства

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

Аннотация. *В статье проанализирована продуктивность сорго сахарного при различных сроках, нормах и способах посева. Выявлено, что оптимальной нормой высева сорго сахарного является 0,4 млн/га. Широкоярдный способ посева по показателям продуктивности превосходит рядовой при всех изучаемых нормах высева. Оптимальный срок сева сорго сахарного в южной части Беларуси 3 декада апреля – 1 декада мая.*

Введение. Среди многих задач, решаемых сельскохозяйственным производством, одной из важнейших является обеспечение животноводства высококачественными кормами. Их недостаток и невысокое качество ведут к значительному перерасходу кормов на единицу продукции животноводства, удорожанию ее себестоимости. В республике в последние 4 года практически не увеличиваются объемы наращивания животноводческой продукции.

В южной части Беларуси одной из причин недобора урожая традиционных кормовых культур являются участвовавшие засухи. По этой причине в 2015 г. многие хозяйства Гомельской области заготовили травяных кормов на 30-40% меньше потребности. В этой связи представляет интерес сорго сахарное, как засухоустойчивая культура с высоким адаптивным и продуктивным потенциалом.

В Госсортоиспытании Беларуси урожайность сорго достигала 200 ц/га и более [1]. В тоже время введение в производство новых нетрадиционных культур требует научного анализа биологических особенностей и их проявления в новых условиях выращивания, разработки приемов возделывания. Для сорго особенно большое значение имеет благоприятное сочетание факторов жизни растений в начальные фазы роста и развития [2].

Сорго сахарное – теплолюбивая культура, поэтому при определении сроков сева, как указывает И.С. Кузнецов, установить определенные календарные сроки очень трудно, так как климатические условия изменчивы. Следует учи-

тывать погоду весны текущего года, запасы влаги в почве, интенсивность нарастания среднесуточных температур, массовость прорастания сорняков [3], а при выборе способа посева учитываются требования культуры к площади питания, освещению, обеспечению влагой, возможность проведения механизированного ухода за растениями и применения гербицидов. По этому вопросу Ю.Ф. Олексеенко, Ф.И. Стешенко, В.И. Тараненко отмечают, что основные способы посева сорго сахарного – широкорядный (ширина междурядий 45 и 70 см) и обычный рядовой (15 см). Последний используют при возделывании сорго на зеленый корм или сено, а также при создании краткосрочного пастбища на чистых от сорняков полях [4, 5, 6].

При возделывании сорго, как и других сельскохозяйственных культур, важное значение имеет густота стеблестоя, поскольку от нее зависит полноценность корневого питания, влагообеспеченность растений, развитие корневой системы, кущение растений и в конечном итоге – величина урожая. Создание посевов оптимальной густоты достигается в первую очередь применением правильно подобранной нормы высева [7].

В связи с неизученностью этих вопросов в Беларуси нами были проведены исследования, целью которых являлось определение оптимальных норм высева, сроков и способов посева сорго сахарного на корм.

Методика и условия проведения исследований. Полевые и лабораторные исследования проводились в 2008-2010 гг. на полях РНДУП «Полесский институт растениеводства», размещенного в юго-восточной части республики. Климат этой зоны характеризуется выраженной континентальностью, резкими перепадами температур, частыми засухами. Опыты закладывали в 4-х кратной повторности с общей и учетной площадью 28 и 20 м² соответственно.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, песчаная, подстилаемая с глубины 1 м моренным суглинком. Ее агрохимические показатели в пахотном слое в годы проведения исследований были следующими: содержание подвижного фосфора 125-140 мг, обменного калия – 120-135 мг на 1 кг почвы, рН_{KCL} 5,4-5,8, гидролитическая кислотность – 2,1-2,2 м-экв. на 100 г почвы, что свидетельствует о слабокислой реакции почвенного раствора.

Предшественник – озимая рожь на зерно. Подготовка почвы состояла из вспашки после уборки предшественника, предпосевной культивации и прикапывания.

В опытах вносили минеральные удобрения в предпосевную культивацию в дозах N₉₀P₆₀K₉₀. Формы удобрений: карбамид, двойной суперфосфат, хлористый калий.

Посев проводили сеялкой СН-16 в первой декаде мая. Опыт со сроками сева включал варианты: 1-й срок сева – при температуре почвы +10 °С на глубине 12 см (третья декада апреля), 2-ой – через 7 дней после первого, 3-й и 4-й – через 14 и 21 день соответственно. Способ посева широкорядный с шириной междурядий 70 см.

Опыт с изучением влияния на урожайность сорго способов посева включал варианты широкорядного (70 см) и рядового посева (15 см) при нормах высева

0,2 млн, 0,4 и 0,6 млн всхожих зерен на гектар, весовая норма высева составила соответственно 8, 16 и 24 кг/га.

Математическая обработка опытных данных проведена методом дисперсионного анализа.

Метеорологические условия в период проведения исследований были различными, что позволило более полно выявить реакцию сорго на тепло- и влагообеспеченность. В целом в 2008 г., 2009 г. и 2010 г. за май – сентябрь сумма эффективных температур составила 2278 °С, 2499 °С, 2899 °С соответственно. Если за первые два года исследований температурный режим их был близок к средним многолетним показателям, то 2010 г. существенно отличался от них. Практически по всем месяцам вегетации культуры температура воздуха превышала среднемноголетние данные, но особенно высокой была в период 3 декада июля – весь август (24-26 °С), что на 6-8 °С выше нормы.

За годы исследований характер выпадения осадков отличался периодичностью. Недостаток влаги наблюдался в июне 2008 г., когда количество выпавших осадков составило 49% и в августе – 59% от среднемноголетних показателей. В 2009 г. также дефицит влаги был в августе, влажность почвы в этот период снижалась до 2,7-3,5%. Метеостанция г. Мозыря находится в 7 км от опытного поля, где проводились исследования. Поэтому, чтобы наиболее полно определить режим увлажнения, нами с начала и до конца вегетации сорго в опытах через каждые 10 дней отбирались образцы для определения влажности почвы, что позволило установить ее зависимость от количества выпавших осадков.

Анализируя эти показатели можно сделать вывод, что, несмотря на засушливые условия урожайность сорго сахарного была достаточно высокой во все годы исследований. Это подтверждает, что культура отличается повышенной засухоустойчивостью и стабильными урожаями.

Результаты исследований и их обсуждение. Некоторые ученые при установлении нормы высева исходят из того, что полевая всхожесть семян сорго сахарного значительно ниже (на 15-20%) лабораторной [2, 6]. В наших опытах этот показатель не превышал 48,0%, а в среднем за 3 года в зависимости от варианта он составил 37,2-45,1% (таблица 1). Следует отметить, что с увеличением нормы высева при обоих способах посева полевая всхожесть снижалась. Так, в широкорядных посевах при норме высева 0,2 млн шт./га она составила 44,0%, при норме высева 0,6 млн шт./га – 37,2%, в рядовых посевах – 45,0 и 42,7% соответственно.

От способов посева и норм высева зависит и сохраняемость растений сорго сахарного. За годы исследований наибольший процент сохранившихся растений сорго от всходов до уборки при всех изучаемых нормах высева был в варианте широкорядного способа посева и варьировал в пределах от 90,2% до 94,3%, в то время как при рядовом способе посева сохраняемость растений составляла в среднем 74,0%-86,4%.

Данные исследований показали, что увеличение нормы высева сорго сахарного с 0,2 до 0,4 млн/га повышает урожайность зеленой массы культуры при широкорядном способе посева на 67,1%, при рядовом – на 55,6%. При даль-

Таблица 1 – Полевая всхожесть семян и сохраняемость растений сорго сахарного при различных способах посева и нормах высева (среднее за 2008-2010 гг.)

Способ посева	Норма высева, млн/га	Полевая всхожесть семян, %				Сохраняемость растений, %			
		2008 г.	2009 г.	2010 г.	среднее	2008 г.	2009 г.	2010 г.	среднее
Широко-рядный	0,2	48,0	40,5	43,4	44,0	95,0	94,2	93,7	94,3
	0,4	46,7	41,0	42,5	43,4	92,2	91,3	92,1	91,9
	0,6	39,6	35,1	36,8	37,2	90,4	89,7	90,4	90,2
Рядовой	0,2	48,5	42,0	44,6	45,0	84,5	83,6	84,6	84,2
	0,4	47,7	42,7	44,8	45,1	88,0	86,1	85,2	86,4
	0,6	43,1	43,1	42,0	42,7	76,3	68,7	77,1	74,0

нейшем увеличении ее до 0,6 млн/га наблюдалось уменьшение урожайности на 20,4-30,0% (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние способов посева и норм высева на продуктивность сорго сахарного (среднее за 2008-2010 гг.)

Способ посева	Норм высева семян, млн. шт./га	Урожайность зеленой массы, ц/га			
		2008 г.	2009 г.	2010 г.	среднее
Ширококорядный	0,2	471	362	425	419
	0,4	710	687	703	700
	0,6	606	506	559	557
Рядовой	0,2	446	318	413	392
	0,4	684	512	634	610
	0,6	522	333	424	427

НСР₀₅ (способ посева)

62,5

58,1

65,6

НСР₀₅ (норма высева)

91,9

76,4

84,2

По данным В.И. Тараненко, в условиях Украины при возделывании на силос сорго нужно сеять широкорядно с междурядьями 45 и 70 см, на выпас и сено – сплошным рядовым способом (15-30 см) [6]. В то же время Г.М. Шекун считает посева с междурядьями 15 см и 30 см непригодными для сорго, так как при этом получается низкая урожайность, а почва сильно иссушается [8].

Наши исследования показали, что не только густота посева, но и способ сева существенно влияют на величину урожайности сорго сахарного. Так, при одинаковых нормах высева продуктивность сорго в широкорядном посева была более высокой, чем в рядовом. В среднем за три года урожайность зеленой массы при широкорядном посева варьировала от 419 ц/га до 700 ц/га, при рядовом – от 392 ц/га до 610 ц/га, или была меньше на 27-90 ц/га.

Многие авторы утверждают, что сорго – пластичное растение, допускающее растягивание сроков сева [9]. Наблюдения за развитием сорго сахарного по годам исследований показали существенные различия по продолжительности межфазных периодов в зависимости от сроков сева. Было отмечено ускорение

прохождения фаз развития культуры от первого к последующим срокам сева. Разница в продолжительности периода от кушения до фазы цветения между первым и последующими сроками сева составляла от 2 до 5 дней (таблица 3). Также следует отметить, что в двух последних сроках сева сорго не достигло молочной спелости семян и было убрано в период цветения, что негативно сказалось на продуктивности.

Таблица 3 – Продолжительность межфазных и вегетационных периодов сахарного сорго (среднее за 2008-2010 гг.)

Срок сева	Продолжительность периода, дней						
	Посев – всходы	Всходы – кушение	Кушение – выход в трубку	Выход в трубку – выметывание	Выметывание – цветение	Цветение – молочная спелость	Всходы – уборка
1 срок	12	45	22	30	10	40	147
2 срок	12	44	20	30	9	38	141
3 срок	10	43	18	30	10	-	134
4 срок	10	42	17	30	10	-	127

Сорго сахарное относится к культурам, которые хорошо кустятся. Коэффициент кушения у различных сортов сорго не одинаков, но в большинстве случаев при нормальных условиях растение образует 4-5 вполне развитых стебля. Коэффициент и продолжительность периода кушения определяются также условиями развития. В загущенных посевах растения кустятся слабее [6]. В наших опытах растения ранних сроков сева отличались большей кустистостью (4,8-5,6 шт./растение) по сравнению с более поздними сроками (3,7-3,8 шт./растение).

С наступлением фазы выхода в трубку у сорго начинается период усиленного роста и продолжается до начала цветения. В наших исследованиях наибольший прирост (4-8 см) приходится на период выход в трубку – выметывание метелок (таблица 4). Растения 1-го и 2-го сроков сева отличались большим линейным ростом (239-217 см), превысив на 10-30% высоту растений 3 и 4 срока сева.

Таблица 4 - Полевая всхожесть, сохраняемость, высота и кустистость растений сорго при разных сроках сева (среднее за 2008-2010 гг.)

Срок сева	Полевая всхожесть, %	Сохраняемость, %	Высота, см	Кустистость, шт./растение
1 срок	44,0	75,9	239	5,6
2 срок	43,3	81,9	217	4,8
3 срок	38,4	77,3	198	3,8
4 срок	46,1	76,2	184	3,7

При переносе срока сева от раннего к более позднему продуктивность сорго сахарного снижалась. В среднем при 1 сроке сева урожайность зеленой массы составила 780 ц/га, сбор кормовых единиц 172 ц/га, второй срок сева уступил ему на 84 и 19 ц/га (10,8 и 11,0%). В вариантах 3 и 4 срока сева урожайность зеленой массы и кормовых единиц была ниже соответственно на 26,2-28,1 и 33,1-34,9% (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние сроков сева на продуктивность сорго сахарного, ц/га (среднее за 2008-2010 гг.)

Вариант	Зеленая масса, ц/га				Сухое вещество	Кормовые единицы
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	среднее		
1 срок сева	887	670	782	780	218	172
2 срок сева	786	597	705	696	181	153
3 срок сева	557	612	560	576	138	115
4 срок сева	536	643	505	561	123	112
НСР ₀₅	98,6	69,4	75,3			

Выводы

1. Почвенно-климатические условия юго-восточной части Беларуси позволяют получать 700 ц/га и более зеленой массы сорго сахарного.
2. При формировании густоты стояния растений и нормы высева необходимо учитывать, что полевая всхожесть сорго не превышает 48%.
3. Широкоярдный способ посева по показателям продуктивности превосходит рядовой, независимо от нормы высева.
4. Наибольшую урожайность зеленой массы обеспечивает норма высева 0,4 млн/га при широкоярдном посеве.
5. Оптимальный срок сева, обеспечивающий урожайность зеленой массы 780 ц/га и кормовых единиц 172 ц/га, – третья декада апреля.

Литература

1. Шлапунов, В.Н. Динамика формирования урожая сорго сахарного и его зависимость от уровня азотного питания / В.Н. Шлапунов, Т.Н. Лукашевич, И.А. Надточаева, В.Л. Капылович // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук – 2006. – №4. – С. 63-68.
2. Копылович, В.Л. Продуктивность кормовых засухоустойчивых культур в экологическом сортоиспытании / В.Л. Копылович, Н.М. Шестак // Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества: матер. Межд. науч.-практ. конф.; 10-11 июля 2008 г. г. Жодино / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – Т. 1. – С. 133-135.
3. Кузнецов, И.С. Оптимальные сроки посева сорго // Кормопроизводство. – 2002. – №6. – С. 18-21.
4. Олексеенко, Ю.Ф. Какую норму высева выбрать? / Ю.Ф. Олексеенко, С.И. Жученко, С.В. Красненков // Кукуруза и сорго. – 1988. – №3. – С. 28-29.
5. Стешенко, Ф.И. Проблемы и перспективы технологии возделывания сорго на зерно и зеленую массу / Ф.И. Стешенко // Кукуруза и сорго. – 1996. – №1. – С. 13-16.
6. Тараненко В.И. Сорго как кормовая культура / В. И. Тараненко // Харьков. – 1964. – 184 с.

7. Вахопский, Э.К. Норма высева / Э.К. Вахопский // Кукуруза и сорго. – 1989. – №3. – С. 26.
8. Шекун, Г.М. Культура сорго и ее биологические особенности / Г.М. Шекун // Колос. – 1964. – 140 с.
9. Шорин, П.М. О сроках и нормах высева сахарного сорго / П.М. Шорин // Труды Ставропольского НИИСХ. – 1969. – №7. – С. 26-36.

DEPENDENCE OF SWEET SORGHUM YIELD ON SOWING METHODS AND TERMS
N.P. Shestak, V.L. Kopylovich, V.N. Shlapunov

Sweet sorghum productivity using different sowing terms, rates and methods is analyzed. It has been revealed that the optimum sowing rate for sweet sorghum is 0.4 million seeds per ha. According to productivity parameters, a wide-row sowing method is better than row sowing one at all the studied sowing rates. The optimum sowing term of sweet sorghum in the southern part of Belarus is the third ten-day period of April-the first ten-day period of May.

УДК 636.085:631.1(003.13)

**ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ЗЕРНОФУРАЖА ИЗ ЯЧМЕНЯ И
КУКУРУЗЫ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ
РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ИХ ЗАГОТОВКИ**

Д.Н. Володькин, научный сотрудник
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 27.01.2016 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по химическому составу и питательной ценности ячменя и кукурузы, экономической эффективности выращивания зерна кукурузы в сравнении с ячменем и пожнивной культурой. Показано превосходство кукурузы над ячменем с редькой масличной по выходу кормовых единиц и рентабельности, которая у кукурузы составила 53,2-84,1%, тогда как при возделывании зернофуражного ячменя с пожнивной редькой масличной – от -9,9% до +30,7%. Наилучшие экономические показатели по кукурузе и ячменю получены при консервировании влажного зерна или зерностержневой смеси в полимерный рукав.

Введение. Изыскание путей и способов снижения потерь питательных веществ и себестоимости производства зерна остается наиболее важной и сложной проблемой в кормопроизводстве. Особенность уборки кукурузы в условиях республики в том, что она проводится при высокой влажности зерна (до 40%) [1]. Научой и практикой разработано несколько способов консервирования влажного зерна и початков кукурузы: высушивание, силосование, химическое консервирование, вентилирование естественным или искусственно охлажденным воздухом и др. Наиболее надежным методом консервирования зерна является его сушка [3]. Этот метод более оправдан при влажности зерна менее 25% и большее распространение должен иметь в южной зоне республики [4]. Кукурузное зерно в сравнении с другими зерновыми культурами хуже отдает влагу

при сушке. На сушку 1 т зерна кукурузы влажностью 25% расходуется 29-36 кг дизельного топлива, а влажностью 38% – 48-60 кг, что при урожайности 70 ц/га составляет соответственно 200-250 и 350-400 кг/га. При этом затраты труда и денежных средств на послеуборочную очистку и сушку остаются высокими и составляют 40-50% всех затрат на производство зерна [2]. Так как сушка влажного зерна характеризуется высокими капитальными вложениями, значительными энерго- и трудозатратами, это обуславливает необходимость поиска более простых и дешевых приемов сохранения кормового зерна [5, 6]. В последние годы широкое распространение получила технология консервирования влажного зерна и зерноотрубной смеси. Большой опыт силосования влажного зерна накоплен в РУСП «СГЦ «Западный» Брестского, ЧУП «Молодово Агро» Ивановского, ОАО «АК «Снов» Несвижского, УКСП «Совхоз «Доброволец» Кличевского районов и в ряде других хозяйств. Кормовая ценность силосованного зерна не ниже, чем сухого. Оно может быть использовано в рационах всех видов животных с учетом фактического содержания сухого вещества в зерне [7].

Методика и условия проведения исследований. Исследования выполнялись в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой и кормовыми культурами [8].

С целью изучения качества силосованного зерна ячменя и кукурузы в лабораторных условиях измельченные зерно и початки закладывали в трехлитровые стеклянные банки с плотностью силосуемой массы соответственно 900-1000 кг/м³ и 850-900 кг/м³, после чего банки закупоривались полиэтиленовыми крышками и заплывались парафином. По истечении трехмесячного периода банки открывались, проводились органолептическая оценка и биохимический анализ полученных силосов. Органолептическую оценку силосов проводили на основании руководства по контролю качества кормов [9].

В исходной зерновой массе и образцах силоса определяли: содержание азота по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93), сухое вещество – путем высушивания навески при температуре 100-105 °С до постоянной величины (ГОСТ 23637-90), массовую долю сырой золы после сухого озоления (ГОСТ 26226-95), массовую долю сырого протеина (ГОСТ 13496.4-93), сырую клетчатку по методу Кюршнера и Ганека, массовую долю сырого жира по обезжиренному остатку в аппарате Сокслета (ГОСТ 13496.15-97).

Коэффициенты переваримости устанавливались по Г.Н. Мирошниченко с учетом фазы развития растений и содержания питательных веществ, полученных на основании химических анализов [10]. Расчет кормовых единиц проведен по А.П. Дмитроченко [11], обменной энергии (ОЭ) – по Н.Г. Григорьеву [12], согласно предложениям Н.Ф. Надточаева и др. [13].

Основными показателями экономического анализа являлись выход продукции с 1 га в натуральном и стоимостном выражении, стоимость продукции, чистый доход, рентабельность.

Результаты исследований. Результаты зоотехнического анализа исходного сырья и силосованного зерна или зерноотрубной смеси при различных

сроках сева ячменя и кукурузы представлены в таблице 1. Из нее видно, что наибольшее содержание сырого протеина (12,6-12,9% в сухом веществе) содержится в зерне ячменя, наименьшее – в зерноостержевой смеси кукурузы (7,5-7,75%). В процессе силосования зерна и зерноостержевой смеси произошло незначительное уменьшение содержания сырого протеина относительно исходной массы (до 11,8-12,0% в ячмене и 7,06-7,35% в зерноостержевой смеси).

Таблица 1 – Химический состав и питательная ценность ячменя и кукурузы

Срок сева	Культура	Вид корма	Содержание, % на сухое вещество					Кормовых единиц в 1 кг СВ	Обменной энергии, МДж/кг СВ
			протеина	жира	зола	клетчатки	БЭВ		
18-19 апреля	Зерно ячменя восковой спелости	1	12,90	2,06	2,00	4,70	78,34	1,35	15,87
		2	12,00	2,11	2,50	5,40	77,99	1,34	15,36
	Зерно кукурузы	1	8,91	4,40	1,61	1,88	83,63	1,49	16,41
		2	8,50	4,60	1,70	2,72	83,24	1,49	15,74
	Зерноостержевая смесь	1	7,75	3,02	1,60	8,10	78,77	1,34	15,72
		2	7,35	3,85	1,78	9,15	77,87	1,33	15,33
2-3 мая	Зерно ячменя восковой спелости	1	12,60	1,87	2,20	3,84	79,49	1,36	15,82
		2	11,80	2,11	2,21	5,13	78,75	1,35	15,41
	Зерно кукурузы	1	8,71	4,23	1,59	1,97	83,51	1,49	16,31
		2	8,08	4,25	1,72	2,72	83,24	1,48	15,59
	Зерноостержевая смесь	1	7,50	3,02	1,71	8,90	78,87	1,32	15,78
		2	7,06	3,12	1,72	9,75	78,35	1,31	15,27

Примечание: 1 – исходное сырье, 2 – силосованный корм.

Сырого жира в зерне кукурузы содержится в 2,0-2,3 раза больше, чем в зерне ячменя до и после силосования. Даже в зерноостержевой смеси его в 1,5-1,8 раза больше. По сравнению с исходным сырьем, вследствие превращения части органических кислот в жирные кислоты, наблюдалось увеличение содержания жира в силосованном корме. В среднем в зерне кукурузы после силосования имелось 4,4% жира, зерноостержевой смеси – 3,5%, ячменя – 2,1%.

Зерно ячменя имеет самое высокое содержание золы (2,0-2,2%), кукурузы – самое низкое (1,6%). После консервирования, в отличие от протеина, но также как и по жиру, произошло незначительное увеличение содержания золы в корме: в среднем по всем вариантам с 1,78% до 1,94%.

Самое высокое содержание клетчатки – в зерноостержевой смеси (8,1-8,9%), наименьшее – в зерне кукурузы (1,88-1,97%). В зерне ячменя до силосования в среднем содержалось 4,27% клетчатки, после силосования произошло

ее увеличение до 5,26%. В зерне кукурузы и зерностержневой смеси также отмечено увеличение содержания сырой клетчатки после силосования в среднем на 0,8 и 0,95% соответственно.

Зерно кукурузы содержит более 83,5% безазотистых экстрактивных веществ, тогда как в зерне ячменя и зерностержневой смеси количество БЭВ колебалось в пределах 78,3-79,5%. В процессе силосования содержание БЭВ уменьшается в среднем по всем вариантам с 80,4% до 79,9%. Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества зерна ячменя до силосования колебалось в пределах 1,35-1,36, обменной энергии – 15,82-15,87 МДж. В силосованном зерне в сравнении с исходным сырьем энергетическая ценность корма уменьшилась на 0,01 к.ед. и на 0,41-0,51 МДж.

Наибольшее содержание энергии имеет зерно кукурузы – 1,49 к.ед. и 16,3-16,4 МДж в 1 кг сухого вещества, которое также уменьшается в процессе брожения корма – на 0,01 к.ед. и 0,67-0,72 МДж.

Зерностержневая смесь – менее энергоемкий корм. В 1 кг сухого вещества его содержится 1,32-1,34 к.ед. и 15,72-15,78 МДж. Силосование зерностержневой смеси также привело к снижению ее питательной ценности на 0,01 к.ед. и 0,29-0,51 МДж/кг СВ.

Таким образом, зерно ячменя в 1,45 раза богаче протеином, но почти на 10% уступает зерну кукурузы по содержанию кормовых единиц благодаря более высокому содержанию в ней жира, БЭВ и меньшему – золы и клетчатки. В процессе силосования зернофуражных культур содержание протеина и БЭВ в сухом веществе корма падает, жира, золы и клетчатки – возрастает, следствием чего является снижение содержания в нем обменной энергии на 2,1-4,4%.

На основании данных продуктивности культур в зависимости от сроков их сева и способов заготовки из них кормов проведен расчет экономической эффективности (в ценах 2010 г.).

Для формирования урожая зерна ячменя при апрельском сроке сева 47,1 ц/га (в пересчете на 14%-ю влажность) и уборки его в восковую спелость с последующим плющением влажного зерна и закладкой его в полимерный рукав потребовались материально-денежные затраты в размере 2927,9 тыс. руб./га (таблица 2). Это на 10,5% меньше, чем на возделывание с последующей сушкой при уборке ячменя в полную спелость, что в большей степени связано с меньшими расходами на горюче-смазочные материалы, которые составили 12,1% от общих затрат при плющении зерна в полимерный рукав и 18,4% при сушке. При втором сроке сева ячменя затраты соответственно урожайности снизились, более заметно – при его уборке в полную спелость.

На возделывание и уборку на зеленый корм пожнивной (после ячменя) редьки масличной расходы в 3,3 раза меньше, чем на убираемый в восковую спелость ячмень (880,9-882,1 тыс. руб./га), и в 4-4,1 раза, чем на убираемый в полную спелость (775,2-815,2 тыс. руб./га). У пожнивной культуры 36,9-38,9% от всех затрат занимает стоимость горюче-смазочных материалов.

Затраты на выращивание и плющение с закладкой в полимерный рукав 91,3 ц/га зерна кукурузы в пересчете на 14%-ю влажность составляют 3812,4

тыс. руб./га. В их структуре наибольший удельный вес занимают удобрения – 28,3%, на горюче-смазочные материалы приходится 12,4%, семена (гибрид Клифтон) – 11,0%. Технология, включающая сушку зерна, увеличивает расходы до 4648,2 тыс. руб./га. Из них затраты на топливо составляют 22,9% или возрастают по отношению к влажному консервированию в полимерный рукав в 2,25 раза.

В совокупности материально-денежные затраты на возделывание ячменя апрельского срока сева и пожнивной редьки масличной с дальнейшим плющением зерна в полимерный рукав составили 3810,2 тыс. рублей, а сушкой – 4085,2 тыс. руб./га (таблица 3). При втором сроке сева они несколько меньше – 3780,5 и 3973,2 тыс. руб./га соответственно. Силосование зерна кукурузы и зерностержневой смеси имеет близкие к ним показатели, и лишь сушка зерна кукурузы обходится значительно дороже – на 14-23%.

По сбору кормовых единиц кукуруза значительно (в среднем в 1,6 раза) превосходит суммарную продуктивность ячменя и редьки масличной. Наибольший их выход получен при апрельском сроке сева кукурузы с заготовкой зерностержневой смеси в полимерный рукав – 120,1 ц/га к.ед. Следующую позицию занимает вариант с обмолотом и сушкой зерна (118,7 ц/га). Затем следуют силосование зерна в полимерном рукаве или траншее (113,6 и 110,5 ц/га). Майский срок сева обеспечивает меньший выход кормовых единиц по сравнению с апрельским на 11,7%.

Еще более контрастные варианты по сбору энергии при выращивании ячменя и редьки масличной. Максимальный суммарный сбор получен при апрельском севе зерновой культуры и уборке в восковую спелость с последующим плющением и закладкой влажного зерна в полимерный рукав – 82,3 ц/га к.ед. Уборка в полную спелость зерна с последующей сушкой привела к снижению общего сбора кормовых единиц на 8,6%. Если ячмень высевался не 18-19 апреля, а двумя неделями позже, то недобор энергии возрастает до 21%.

Соответственно урожайности кормовых единиц оценена стоимость корма по условному выходу животноводческой продукции (молока), а величина чистого дохода получена за вычетом затрат. Наибольшая она при апрельском сроке сева кукурузы и уборке ее на зерностержневую смесь с упаковкой в полимерный рукав (3,32 млн руб./га). Уборка с обмолотом зерна и такой же технологией консервирования уменьшает величину чистого дохода на 7,8%, а силосованием в траншее – на 15,6%. Сушка зерна кукурузы апрельского срока сева обеспечивает почти такую же величину чистого дохода как и силосование зерностержневой смеси в полимерном рукаве майского срока сева кукурузы (2,53 и 2,49 млн руб./га).

При возделывании ячменя с пожнивной редькой масличной наибольшая сумма чистого дохода получена при апрельском сроке сева и уборке в восковую спелость с последующим плющением и закладкой в полимерный рукав – 1,17 млн руб./га. Если сев ячменя проводился в мае, то эта величина уменьшилась до 158 тыс. руб./га, а сушка зерна и вовсе убыточна – 391,6 тыс. руб./га.

Таблица 2 - Структура затрат при различных сроках сева и способах заготовки кормов из зерна кукурузы, ячменя и редьки масличной тыс. руб./га

Срок сева	Культура	Способ уборки	Оплата труда	ГСМ	Пестициды	Семена	Удобрения	Пленка	Амортизация и текущий ремонт	Накладные и прочие расходы	Всего	
1	Ячмень (уборка в восковую спелость) + редька	6	56,5	355,1	174,4	92,4	1019,0	45,4	697,1	488,0	2927,9	
			<u>38,4</u>	<u>343,5</u>	<u>0</u>	<u>26,2</u>	<u>117,0</u>	<u>0</u>	<u>210,0</u>	<u>147,0</u>	<u>882,1</u>	<u>3810,0</u>
	Ячмень (уборка в полную спелость) + редька	7	57,6	603,0	174,4	92,4	1019,0			778,6	545,0	3270,0
			<u>34,4</u>	<u>307,6</u>	<u>0</u>	<u>26,2</u>	<u>117,0</u>	<u>118,6</u>	<u>1136,0</u>	<u>92,4</u>	<u>194,1</u>	<u>135,9</u>
	Кукуруза (зерно)		1	71,6	472,1	134,2	418,2	1079,0	94,2	907,7	635,4	3812,4
			2	113,2	494,4	134,2	418,2	1079,0	71,3	924,1	646,9	3881,3
			3	72,2	1063,1	134,2	418,2	1079,0		1106,7	774,7	4648,2
2	Кукуруза (ЗСС)	4	71,7	522,0	134,2	418,2	1079,0	124,4	939,8	657,9	3947,2	
			55,3	346,3	174,4	92,4	1019,0	38,5	690,4	483,3	2899,6	
	Ячмень (уборка в восковую спелость) + редька	6	38,3	342,8	0	26,2	117,0		0	209,8	146,8	880,9
			93,6	689,1	174,4	118,6	1136,0	38,5	900,2	630,1	3780,5	
	Ячмень (уборка в полную спелость) + редька	7	56,6	561,2	174,4	92,4	1019,0			761,4	533,0	3198,0
			31,9	286,3	0	26,2	117,0	-	184,6	129,2	775,2	3973,2
	Кукуруза (ЗСС)	4	71,4	524,5	134,2	405,4	1079,0	122,0	934,6	955,3	654,2	3925,3
127,6			566,6	134,2	405,4	1079,0	75,3	955,3	668,7	4012,1		

Способ уборки: 1 - уборка с обмолотом и плещением влажного зерна в полимерный рукав;

2 - уборка с обмолотом и закладкой зерна в силосную траншею; 3 - уборка кукурузы с обмолотом и сушкой зерна;

4 - уборка початков с измельчением (ЗСС) и упаковкой в полимерный рукав;

5 - уборка початков с измельчением (ЗСС) и закладкой в силосную траншею;

6 - уборка ячменя с последующим плещением влажного зерна в полимерный рукав, редька масличная на зеленую массу;

7 - уборка ячменя с последующей сушкой зерна, редька масличная на зеленую массу

Таблица 3 - Экономическая эффективность выращивания зерна кукурузы и ячменя с пожнивной редькой масличной

Срок сева основной культуры	Культура	Способ уборки	Урожайность натуральной влажности, ц/га	Затраты на 1 га, тыс. руб.	Выход к.ед. в консерванном корме, ш/га	Стоимость корма в животноводческой продукции, тыс. руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %	
18-19.04	Ячмень (зерно восковой спелости) + редька масличная	6	58,6 (255,7*)	3810,0	52,6 (29,7**)	4979,2	1169,2	30,7	
		7	Ячмень (зерно полной спелости) + редька масличная	1	3812,4	113,6	4549,6	464,4	11,4
				2	3881,3	110,5	6872,8	3060,4	80,3
				3	4648,2	118,7	6685,7	2804,4	72,3
2-3.05	Кукуруза (зерно восковой спелости) + редька масличная	4	160,7	3947,2	120,1	7268,1	3320,9	84,1	
		6	Ячмень (зерно восковой спелости) + редька масличная	3	3780,5	45,3 (19,8**)	3938,6	158,1	4,2
				4	3973,2	45,9 (13,3**)	3581,6	-391,6	-9,9
				5	3925,3	106,0	6413,9	2488,6	63,4
2-3.05	Кукуруза (ЗСС)	4	158,3	4012,1	101,6	6146,7	2134,6	53,2	
		5							

Способ уборки: 1 - уборка с обмолотом и плошением влажного зерна в полимерный рукав;

2 - уборка с обмолотом и закладкой зерна в силосную траншею;

3 - уборка кукурузы с обмолотом и сушкой зерна;

4 - уборка кукурузы с измельчением (ЗСС) и упаковкой в полимерный рукав;

5 - уборка початков с измельчением (ЗСС) и закладкой в силосную траншею;

6 - уборка ячменя с последующим плошением влажного зерна в полимерный рукав, редька масличная на зеленую массу;

7 - уборка ячменя с последующей сушкой зерна, редька масличная на зеленую массу.

* Зеленая масса редьки масличной. ** Редька масличная на зеленый корм

Таким образом, выращивание кукурузы на зерно в Центральной зоне Беларуси более рентабельное, чем возделывание зернофуражного ячменя с пожнивной редькой масличной. На первой культуре рентабельность составила 53,2-84,1%, на двух других – от -9,9% до +30,7%. Наилучшие показатели по кукурузе получены при апрельском сроке сева и консервировании влажного зерна или зерностержневой смеси в полимерном рукаве. Для ячменя с пожнивной редькой масличной лучшим вариантом является также апрельский срок сева и также консервирование зерна в полимерном рукаве, убранного в восковую спелость.

Выводы

1. Зерно ячменя в 1,45 раза богаче протеином, но почти на 10% уступает зерну кукурузы по содержанию кормовых единиц благодаря более высокому содержанию в ней жира, БЭВ и меньшему – золы и клетчатки.

2. В процессе силосования зернофуражных культур содержание протеина и БЭВ в сухом веществе корма снижается, жира, золы и клетчатки возрастает, следствием чего является уменьшение содержания в нем обменной энергии на 2,1-4,4%.

3. Выращивание кукурузы на зерно в Центральной зоне Беларуси обеспечивает вдвое больше выход кормовых единиц и рентабельность 53,2-84,1%, тогда как возделывание зернофуражного ячменя с пожнивной редькой масличной – от -9,9% до +30,7%.

4. Наилучшие показатели по кукурузе получены при апрельском сроке сева и консервировании влажного зерна или зерностержневой смеси в полимерном рукаве. Для ячменя с пожнивной редькой масличной лучшим вариантом является также апрельский срок сева и также консервирование зерна в полимерном рукаве, убранного в восковую спелость.

Литература

1. Радчиков, В.Ф. Переваримость и использование питательных веществ при скормлении бычкам влажного зерна, заготовленного с консервантами кормоплюс / В.Ф. Радчиков [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. научн. тр., посвящ. 60-летию зоотехнической науки Беларуси. Т. 44 ч.2 / Научн.-практический центр Нац. акад. наук по животноводству ; редкол. : И.П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино : Научн.-практический центр НАН Беларуси по животноводству, 2009. – 268 с.

2. Шлапунов, В.Н. Силосование влажного зерна кукурузы / В.Н. Шлапунов, Н.Ф. Надточаев, С.В. Абраסקова // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – №9. – С. 24-28.

3. Тудель, Н.В. Интенсивная технология производства кукурузы / Н.В. Тудель. – М.: Росагропромиздат, – 1991. – 272 с.

4. Надточаев, Н.Ф. Уборка кукурузы / Н.Ф. Надточаев // Наше сельское хозяйство. – 2010. – №8. – С. 35-39.

5. Шаршунув, В.А. Сушка и хранение зерна: справочное пособие / В.А. Шаршунув, Л.В. Рукшан. – Минск: Мисанта, 2010. – 587 с.

6. Глушко, Л.Т. Существующие и новые технологические приемы консервирования влажного зерна кукурузы / Л.Т. Глушко, О.К. Стасюк, Ю.В. Обертюх, А.И. Герасимчук // Корма і кормовиробництво: Межвідомчий тематичний науковий збірник. – 2006. – №56. – С. 122-131.

7. *Надточаев, Н.Ф.* Об эффективности производства силоса и зерна из кукурузы / Н.Ф. Надточаев // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 12. — С. 14-20.
8. Методические указания по проведению полевых опытов с кукурузой / ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1980. – 56 с.
9. *Аликаев, В.А.* Руководство по контролю качества кормов и полноценности кормления сельскохозяйственных животных / В.А. Аликаев; под ред. А.И. Гусева, А.Г. Рогожкина. – М.: Колос, 1967. – 424 с.
10. Новая система оценки кормов в ГДР / М. Байер [и др.] ; пер. с нем. Г.Н. Мирошниченко. – Москва: Колос, 1974. – 248 с.
11. *Дмитроченко, А.П.* Руководство к практическим занятиям по кормлению сельскохозяйственных животных / А.П. Дмитроченко. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 125 с.
12. *Григорьев, Н.Г.* Определение обменной энергии кормов / Н.Г. Григорьев // Кормопроизводство. – 1992. – №1. – С. 6-9.
13. *Надточаев, Н.Ф.* Выход и качество силоса при различных сроках уборки гибридов кукурузы ФАО 170-290 / Н.Ф. Надточаев, Н.С. Степаненко, М.А. Мелешкевич // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – №1. – С. 11-16.

NUTRITIONAL VALUE OF BARLEY AND MAIZE GRAIN FODDERS AND ECONOMIC EFFICIENCY USING DIFFERENT METHODS OF THEIR CONSERVATION

D.N. Volodkin

Research results on chemical composition and nutritional value of barley and maize, economic efficiency of maize grain growing as compared to barley and a postharvest crop are presented in the article. Superiority of maize over barley and oil radish in fodder unit yield and profitability is shown. The maize profitability was 53.2-84.1%, whereas, in the cultivation of grain-fodder barley with postharvest oil radish, it was from -9.9 to +30.7%. The best economic indices on maize and barley are provided by the conservation of wet grain or grain and cob mixture into polymeric tubing

УДК 633.15:631.559:581.1

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ УРОЖАЙНОСТЬЮ И ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

Н.Ф. Надточаев, Н.Л. Холодинская, А.Н. Романович, С.В. Абраскова,
кандидаты с.-х. наук, **М.А. Мелешкевич, Н.С. Степаненко**
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 27.01.2016 г.)

Аннотация. Дана сравнительная оценка химического состава и питательности гибридов кукурузы и проведен корреляционный анализ полученных за 2 года данных. Сделан анализ взаимовлияния урожайности и отдельных показателей химического состава и питательной ценности листостебельной массы, зерна и растений кукурузы в целом.

Введение. Посевные площади кукурузы в последние годы возросли до 1 млн га, что свидетельствует о повышенном внимании со стороны белорусских сельхозпроизводителей к данной культуре благодаря ее высоким кормовым

достоинствам. При использовании кукурузы на кормовые цели критериями оценки ее качества являются содержание основных питательных веществ: протеина, жира, крахмала и иных углеводов. Исследованиям химического состава зерна и листостебельной массы кукурузы уделяли внимание как отечественные, так и зарубежные ученые [1-7]. Наряду со всесторонней оценкой питательной ценности гибридов на основании проведения корреляционного анализа полученных данных крайне важно, особенно в селекционных программах, установить закономерности их взаимовлияния и связи с урожайностью.

Методика и условия проведения исследований. Полевые опыты с восьмью гибридами кукурузы западноевропейской селекции проводили в 2013-2014 гг. на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Почва дерново-палево-подзолистая супесчаная на связных пылеватых (лессовидных) супесях, подстилаемая моренным суглинком с глубины 0,4-0,9 м с прослойками песка на контакте. Агрохимическая характеристика почвы: рН – 5,55-6,05, гумус – 2,17-2,83%, P_2O_5 – 180-217 мг/кг, K_2O – 234-338 мг.

Предшественник – кукуруза бессенно, под которую раз в три года применялись органические удобрения (50 т/га) и ежегодно – минеральные в дозе $N_{150}P_{60}K_{130}$. Срок сева: 7 мая 2013 г. и 24 апреля 2014 г. Способ сева: широко-рядный, ширина междурядий 70 см. После подсчета количества взошедших растений проводилось подравнивание густоты их стояния до 84 тыс./га. По всходам в фазу 3-5 листьев кукурузы применялся гербицид примэкстра голд TZ в норме 3,8 л/га, в фазу 8 листьев проведена междурядная обработка. Учетная площадь опытных делянок 10 м², повторность трехкратная.

Погодные условия 2013 г., несмотря на запоздалую весну, в первой половине вегетационного периода оказались благоприятными по теплу и влаге. Однако дефицит осадков в июле в критический период (47% от нормы) и позднее в августе (51%) приостановил рост растений и початков и не позволил сформировать высокую урожайность.

Вегетационный период 2014 г. характеризовался контрастной погодой: чередованием холодных и теплых периодов с дефицитом осадков в критический период, поздними весенними и ранними осенними заморозками.

Сумма эффективных температур с мая по сентябрь в 2013 г. составила 1071 °С, в 2014 г. – 972 °С при норме 777, осадков за этот период выпало 394 мм, 417 мм и 370 мм соответственно.

Полевые исследования и статистическую обработку полученных данных проводили согласно общепринятым методикам [8, 9]. Химический состав исследуемых растений кукурузы определяли в филиале «Агробокс» СП ООО «Унибокс» с помощью инфракрасного анализатора «Unity scientific Spectra Star» (FOSS).

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение химического состава зерна кукурузы, листостебельной массы и растений в целом, а также их питательной ценности показало, что показатели качества изменяются от многих факторов: погодных условий, возделываемых гибридов, структуры зерновой и вегетативной части урожая.

По двухлетним данным содержание золы в листостебельной массе у испытуемых гибридов колебалось от 6,94% до 7,40% (таблица 1). Еще в более широких пределах этот показатель изменялся от условий года: в 2013 г. среднее содержание золы в листостебельной массе кукурузы составило 5,33%, в 2014 г. – 9,03%. Аналогичная ситуация наблюдалась и по другим показателям качества: протеину, жиру, обменной энергии, переваримости. В 2014 г. урожайность листостебельной массы была на 44% большей, чем в 2013 г. Лучшие условия для ее формирования и обеспечили большее содержание протеина – на 2,85% (8,67% в 2014 г. против 5,82% в 2013 г.), жира – на 1,15% (3,27% и 2,12% соответственно). Переваримость листостебельной массы составила 54,2%, что на 3,8% больше, чем в 2013 г., содержание обменной энергии – 8,2 МДж/кг сухого вещества против 7,62 МДж в 2013 г. Диапазон колебаний содержания протеина в зависимости от возделываемого гибрида в среднем за 2 года составил 0,78% или в относительных показателях 11,5%, жира – 0,38% или 15,1 относительных процентов, нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) – 4,1% или 6,0% соответственно, кислотно-детергентной клетчатки (КДК) – 2,6% или 6,5%, обменной энергии – 0,24 МДж/кг СВ или 3,1%, переваримости – 1,6% или 3,1%. Однако наибольшая относительная разница между лучшим и худшим показателем в урожайности сухого вещества листостебельной массы составила 21,6%.

Химический состав зерна существенно отличается от такового листостебельной массы и менее подвержен влиянию погодных условий. Зольность в среднем за два года составила от 1,52 до 1,7% при среднем показателе 1,6%, причем в оба года. По сравнению с листостебельной массой содержание золы в зерне было меньшим в 4,5 раза. В то же время в нем на 28% больше протеина, на 44% – жира. Содержание протеина в зерне различных гибридов колеблется от 8,98% до 9,68% при среднем показателе за 2 года 9,31% и разнице по годам 0,31%. Жиры в зерне в зависимости от гибрида накапливаются от 3,55% до 4,16% при среднем показателе 3,89% и колебаниях по годам от 3,83 до 3,95%. Содержание НДК в зерне в 6,7 раза меньше, чем в листостебельной массе. Причем, оно значительно колеблется от условий года – от 9,61 до 11,4%. Между гибридами разница еще большая – от 9,2% до 11,75%. КДК в меньшей степени зависит от условий года (ее содержание изменяется в пределах от 2,52 до 2,63%) и более существенно на этот показатель влияет гибрид (2,1-2,96%). Содержание крахмала в зависимости от условий года изменяется от 68,8% до 70,9%. Точно такие же минимальные и максимальные показатели имеют гибриды. Небольшая разница между гибридами (13,12-13,22 МДж/кг) и по годам (13,14-13,23 МДж/кг) и в содержании обменной энергии в зерне кукурузы. Аналогично этому показателю изменялась переваримость зерна.

Производное химического состава вегетативной массы и зерновой части урожая и ее структуры позволило определить химический состав целого растения и его питательную ценность у испытуемых гибридов кукурузы. Меньше всего зольных элементов в растениях гибридов кукурузы содержалось в 2013 г. (в среднем 3,56%). В 2014 г. этот показатель был выше в 1,74 раза. В среднем по двум годам исследований содержание золы в растениях в зависимости от

гибрида колебалось от 4,66% до 5,16%. Протеина накопилось от 7,91 до 8,37%, в 2014 г. его было больше по сравнению с 2013 г. в 1,2 раза. Почти на такую же величину превышение над 2013 г. отмечено по жиру, НДК, КДК. При среднем показателе содержания жира 3,23% колебания в зависимости от выбора гибрида составляли от 3,12% до 3,41%. НДК в растениях гибридов накопилось от 42,9% до 46,5%, КДК – от 24,6% до 26,9%. Выбор гибрида в более существенных пределах изменяет содержание обменной энергии в растениях кукурузы (10,04-10,34 МДж/кг СВ), чем условия года (10,07-10,27 МДж/кг). Более высокое содержание энергии в растениях получено в 2013 г. при меньшей урожайности сухого вещества.

Корреляционный анализ содержания питательных элементов в листостебельной массе и зерне кукурузы позволил установить насколько сильно влияние первого на второе. Так, по зольным элементам коэффициент корреляции составил 0,31, протеину $r = -0,40$, жиру $r = -0,49$, НДК $r = 0,18$, КДК $r = 0,39$, содержанию обменной энергии $r = 0,38$ и урожайности сухого вещества $r = 0,81$. Таким образом, по содержанию нейтрально-детергентной клетчатки в листостебельной массе и зерне кукурузы корреляционная связь положительная, но слабая, золы, КДК и обменной энергии – средняя, протеина и жира – отрицательная средняя и только по урожайности сухого вещества – сильная положительная.

Таблица 1 – Химический состав кукурузы, ее питательная ценность и сбор сухого вещества (среднее за 2013-2014 гг.)

№ гибрида	В сухом веществе, %								Сбор СВ, ц/га
	Зола	Протеин	Жир	НДК	КДК	Крахмал	ОЭ, МДж/кг	Переваримость	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Листостебельная масса									
1	6,98	7,19	2,69	72,9	44,1		7,81	51,6	91,5
2	7,02	7,38	2,52	68,8	42,0		8,04	53,3	102,4
3	7,27	7,58	2,90	70,1	42,6		8,00	52,9	90,8
4	7,40	7,23	2,54	71,4	43,6		7,83	51,8	106,2
5	7,51	7,16	2,76	70,8	43,4		7,91	52,3	110,4
6	7,35	6,80	2,65	70,6	43,5		7,88	52,2	109,6
7	6,94	7,01	2,76	72,7	44,3		7,80	51,7	108,3
8	6,98	7,61	2,74	70,0	41,6		8,00	53,0	104,1
Среднее									
За 2 года	7,18	7,25	2,70	70,9	43,1		7,91	52,4	102,9
2013 г.	5,33	5,82	2,12	70,2	42,6		7,62	50,4	84,5
2014 г.	9,03	8,67	3,27	71,6	43,7		8,20	54,2	121,4
Зерно									
1	1,59	9,16	4,02	10,69	2,69	70,0	13,20	87,4	72,1
2	1,54	9,16	3,92	10,64	2,46	69,5	13,20	87,3	75,2
3	1,52	9,28	3,72	9,20	2,10	70,9	13,22	87,5	71,6
4	1,59	9,46	4,13	11,26	2,58	69,3	13,20	87,4	74,8

Продолжение таблицы 1									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	1,70	9,68	4,16	11,75	2,96	68,8	13,16	87,1	79,5
6	1,61	9,64	3,96	10,62	2,59	69,6	13,19	87,3	76,4
7	1,64	8,98	3,55	10,18	2,62	70,4	13,12	86,8	75,5
8	1,60	9,11	3,66	9,78	2,59	70,5	13,17	87,1	72,2
Среднее									
За 2 года	1,60	9,31	3,89	10,52	2,57	69,9	13,18	87,2	74,7
2013 г.	1,60	9,16	3,95	9,61	2,63	70,9	13,23	87,6	75,4
2014 г.	1,60	9,47	3,83	11,4	2,52	68,8	13,14	86,9	73,9
Растения									
1	4,66	8,12	3,30	45,2	25,7		10,22	67,6	163,6
2	4,76	8,20	3,16	43,8	25,0		10,28	68,0	177,6
3	4,77	8,37	3,28	42,9	24,6		10,34	68,4	162,4
4	5,07	8,22	3,22	46,4	26,6		10,07	66,6	181,0
5	5,16	8,30	3,41	45,6	26,2		10,16	67,2	189,9
6	5,08	8,02	3,22	45,9	26,7		10,08	66,8	186,0
7	4,80	7,91	3,12	46,5	26,9		10,04	66,5	183,8
8	4,80	8,32	3,14	44,7	25,3		10,18	67,3	176,3
Среднее									
За 2 года	4,89	8,18	3,23	45,1	25,9		10,17	67,3	177,6
2013 г.	3,56	7,39	2,99	41,5	23,7		10,27	68,0	159,9
2014 г.	6,21	8,97	3,48	48,8	28,1		10,07	66,6	195,3

Корреляционный анализ двухлетних данных химического анализа листостебельной массы растений кукурузы показал (таблица 2), что содержание зольных элементов и жира слабо связано с количеством других питательных элементов в этих органах растения. В то же время протеин находится в сильной обратной связи с КДК ($r = -0,75$) и довольно существенной положительной – с обменной энергией и переваримостью ($r = 0,70$ и $0,66$ соответственно). Содержание НДК и КДК в листостебельной массе растения кукурузы коррелируют сильно ($r = 0,88$), а они, в свою очередь, имеют сильную отрицательную корреляционную связь с содержанием обменной энергии и переваримостью ($r = -0,93 \dots -0,94$).

В отличие от листостебельной массы, содержание золы в зерне имеет сильную положительную связь с КДК ($r = 0,90$), урожайностью зерна ($r = 0,74$) и отрицательную – с содержанием обменной энергии ($r = -0,74$). Накопление протеина и жира в зерне также сильно связано ($r = 0,74$), но эти элементы находятся в обратной зависимости с содержанием крахмала ($r = -0,66$ и $-0,86$ соответственно). Чем больше в зерне жира, тем выше содержание в нем нейтрально-детергентной клетчатки ($r = 0,84$). Содержание клетчатки, особенно нейтрально-детергентной, также находится в обратной зависимости с накоплением крахмала в зерне ($r = -0,96$ по НДК и $-0,70$ по КДК). Рост урожайности зерна влечет за собой увеличение содержания НДК и КДК ($r = 0,76$ и $0,67$ соответственно) и снижение в нем крахмала ($r = -0,81$).

Таблица 2 - Корреляционный анализ данных химического состава и питательной ценности гибридов кукурузы (среднее за 2 года)

Столбец	В сухом веществе, %								Урожайность СВ, ц/га
	Зола	Протеин	Жир	НДК	КДК	Крахмал	ОЭ, МДж/кг	Переваримость	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Листостебельная масса									
2	-0,24								
3	0,01	0,26							
4	-0,16	-0,48	0,16						
5	0,14	-0,75	0,02	0,88					
6									
7	-0,05	0,70	0,08	-0,93	-0,94				
8	-0,09	0,66	0,05	-0,94	-0,94		0,99		
9	0,33	-0,54	-0,33	-0,06	0,12		-0,19	-0,13	
Зерно									
2	0,38								
3	0,25	0,74							
4	0,64	0,59	0,84						
5	0,90	0,34	0,48	0,80					
6	-0,53	-0,69	-0,86	-0,96	-0,70				
7	-0,74	0,24	0,39	-0,16	-0,55	0,04			
8	-0,66	0,30	0,46	-0,08	-0,49	-0,01	0,99		
9	0,74	0,63	0,47	0,76	0,67	-0,81	-0,45	-0,42	
Растения									
2	0,05								
3	0,40	0,41							
4	0,51	-0,64	-0,07						
5	0,58	-0,71	-0,06	0,97					
6									
7	-0,53	0,66	0,25	-0,96	-0,96				
8	-0,53	0,62	0,24	-0,97	-0,95		0,998		
9	0,78	-0,33	-0,03	0,66	0,71		-0,72	-0,71	

В целом растении содержание золы слабо связано только с протеином, по всем другим питательным элементам связь средняя, а сильная положительная она с урожайностью сухого вещества ($r = 0,78$). Содержание протеина в растении кукурузы находится в обратной связи с накоплением клетчатки ($r = -0,64$ по НДК и $-0,71$ по КДК). Следует отметить и положительную связь количества протеина с содержанием обменной энергии в растении ($r = 0,66$) и, в то же время, среднюю обратную связь с урожайностью сухого вещества ($r = -0,33$). Хотя между содержанием сырого протеина в зерне и его урожайностью отмечается средняя положительная корреляционная зависимость ($r = 0,63$). Влияние жира на другие показатели качества кукурузного растения слабое, тогда как увеличение содержания клетчатки влечет за собой снижение переваримости сухого ве-

щества корма и его энергетической питательности ($r = -0,95 \dots -0,97$). Растения более урожайных гибридов накапливают больше НДК и КДК ($r = 0,66$ и $0,71$ соответственно), а по этой причине имеют меньшие показатели переваримости и энергосодержания ($r = -0,71$ и $-0,72$ соответственно).

Выводы

1. Химический состав зерна кукурузы в меньшей степени изменяется от погодных условий, чем сухого вещества листостебельной массы. С ростом ее урожайности содержание золы, протеина, жира существенно возрастает. С увеличением общего сбора сухого вещества возрастает количество не только этих элементов, но и клетчатки.

2. С ростом урожайности сухого вещества листостебельной массы, в отличие от урожайности зерна, содержание в ней протеина и жира снижается в средней степени корреляционной связи.

3. Повышение урожайности зерна влечет за собой увеличение содержания в нем зольных элементов, клетчатки и снижение – крахмала.

4. С увеличением общего сбора сухого вещества гибридов кукурузы содержание золы и клетчатки в растениях повышается, а его переваримость и концентрация обменной энергии падают.

5. Сильная положительная корреляционная связь установлена между содержанием в зерне золы и КДК, протеина и жира, жира и НДК, НДК и КДК, отрицательная – между содержанием золы и обменной энергии, жира и крахмала, НДК и крахмала.

6. Сильная положительная корреляционная связь отмечена между содержанием в растениях кукурузы только НДК и КДК, а отрицательная – между содержанием протеина и КДК, НДК или КДК и обменной энергии, НДК или КДК и переваримостью сухого вещества.

Литература

1. *Надточаев, Н.Ф.* Выход и качество силоса при различных сроках уборки гибридов кукурузы ФАО 170-290 / Н.Ф. Надточаев, Н.С. Степаненко, М.А. Мелешкевич // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – №1. – С.11-16.

2. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛЮ», 2006. – 390 с.

3. *Жужукин, В.И.* Биохимическая оценка сортообразцов кукурузы / В.И. Жужукин, Л.А. Гудова, С.А. Зайцев // Кукуруза и сорго. – 2012. – №3. – С. 3-7.

4. *Сотченко, Е.Ф.* Сравнительная оценка химического состава зерна самоопыленных линий кукурузы / Е.Ф. Сотченко, Е.В. Жиркова, В.В. Мартиросян, Е.А. Конарева // Кукуруза и сорго. – 2015. – №2. – С. 11-17.

5. *Зезин, Н.Н.* Перспективные гибриды кукурузы для возделывания на силос и зерно в условиях Среднего Урала / Н.Н. Зезин, М.А. Намятов, В.Р. Лаптев // Кормопроизводство. – 2015. – №11. – С. 25-28.

6. *Has, V.* Characterization of «TURDA» maize germplasm for the chemical composition of the grain / Has V., Has I., Pamfil D., Copandean A. // Romanian agr. research / Agr. research and development inst. – Fundulea, 2010. – №27. – P. 59-67.

7. *Belo, O.B.* Agro-nutritional variations of quality protein maize (*Zea mays* L.) in Nigeria / Bello O.B., Olawuyi O.J., Ige S.A., Mahamood J., Afolabi M.S., Azeez M.A., Abdulmalik S.Y. // J.

of agr. science / Univ. of Belgrade, Fac. of agriculture. – Belgrade, 2014; vol.59. – №2. – P. 101-116.

8. Методические указания по проведению полевых опытов с кукурузой / ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1980. – 56 с.

9. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 385 с.

CORRELATION RELATIONSHIPS BETWEEN YIELD AND NUTRITIVE VALUE OF MAIZE HYBRIDS

N.F. Nadtochayev, N.L. Kholodinskaya, A.N. Romanovich, S.V. Abraskova, M.A. Meleshkevich, N.S. Stepanenko

The comparative evaluation of chemical composition and nutritive value of maize hybrids is given. The correlation analysis of the data obtained for two years was carried out. The analysis of the interinfluence of yield and some indices of the chemical composition and nutritive value of leaves and stalks, grain and plants of maize in whole was done.

УДК 633.15:636.085:631.5

ОТЗЫВЧИВОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИ ПОВТОРНОМ ЕЕ ВЫРАЩИВАНИИ НА СИЛОС

Н.Ф. Надточаев, С.В. Абраскова, Н.Л. Холодинская, кандидаты с.-х. наук, М.А. Мелешкевич, Н.С. Степаненко

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 18.01.2016 г.)

Аннотация. *В статье представлены результаты двухлетних исследований по изучению отзывчивости гибридов кукурузы белорусской (Полесский 195) и немецкой (Рикардиньо) селекции на применение страхового или почвенного гербицида, различных доз минерального азота (90 и 150 кг/га), внесение органических удобрений при повторном выращивании. Показано влияние этих факторов на величину затрат, чистого дохода, рентабельности и себестоимости кормовой единицы. Установлено, что максимальное значение чистого дохода у обоих гибридов получено в варианте с ежегодным использованием почвенного гербицида примэкстра голд в норме 3,5 л/га, 90 кг/га азота и 50 т/га органических удобрений, внесенных в первый год.*

Введение. Кукуруза – одна из наиболее распространенных сельскохозяйственных культур. Ее мировое производство постоянно растет: с 2004 г. по 2014 г. оно увеличилось в 1,65 раза. Объемы производства кукурузы растут как за счет расширения площади посевов, так и за счет постоянного повышения урожайности. Даже в регионах, преодолевших планку в 100 ц/га зерна, урожайность кукурузы продолжает ежегодно расти более чем на 1% [1]. В 2015 г. в мире кукуруза на зерно возделывалась на 178 млн га, из них на долю ЕС приходилось 5,1%, на силос – 16,8 млн га, из них в ЕС – 35,7%. Наибольшие площади посева силосной кукурузы в Германии – 2,1 млн га и Франции – 1,44 млн га [2].

Интенсификация производства кукурузы начинается, в первую очередь, с правильного подбора лучших гибридов. Потом уже под каждый гибрид выбирается технология, которой следует строго придерживаться [3]. При современных тенденциях развития агропромышленного комплекса антропогенный пресинг на почвы, особенно сельскохозяйственного назначения, может привести к их деградации и нарушению функционирования всего биоценоза [4]. Кукуруза – культура интенсивного типа, у которой отмечается высокая устойчивость протоплазмы к накоплению токсичных и биогенных соединений вследствие их нейтрализации продуктами фотосинтеза, а также благодаря корневым экссудатам. В результате интенсивного нарастания вегетативной массы и эффекта ростового разбавления в растениях не накапливаются токсичные соединения в концентрациях, превышающих допустимый уровень [5].

В сложившихся в настоящее время экономических условиях очень важно из всего многообразия факторов увеличения производства зерна и зеленой массы кукурузы сосредоточить внимание и средства на тех, решение которых гарантирует быструю отдачу [6], т.е. для производителя крайне важно правильно составить ранжированный ряд, где можно быстрее и больше получить дохода на вложенный рубль, что нужно делать в первую очередь, а что в последнюю.

Методика и условия проведения исследований. Полевые опыты проводились в Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Почва – дерново-палево-подзолистая супесчаная на связных пылеватых (лессовидных) супесях, подстилаемая моренным суглинком с глубины 0,4-0,9 м с прослойками песка на контакте. Пахотный слой ее имел высокое содержание фосфора и калия, среднее – гумуса и близкую к нейтральной реакции почвенного раствора.

Кукуруза выращивалась два года на одном участке после ячменя, после которого осенью под вспашку внесены навоз КРС (50 т/га) и фосфорно-калийные удобрения. Весной проведено дискование и затем предпосевная культивация АКШ, перед которой внесен карбамид в дозе 2 ц/га. Срок сева: последняя пятнадцатая апреля. Норма высева семян – 100 тыс. зерен на 1 га при широкорядном (70 см) посеве. По всходам в фазу 3-5 листьев кукурузы применялись гербициды, а в фазу 7-8 листьев – междурядная обработка, на половине вариантов – с подкормкой.

2014 г. характеризовался чередованием холодной и теплой погоды с обильными осадками в первой половине вегетации кукурузы, высокими температурами воздуха в июле и первой декаде августа (в дневное время до 35 °С) при существенном дефиците осадков, что привело к отмиранию нижних листьев кукурузы. Вторая половина августа, напротив, оказалась относительно нормы более влажной, и это положительно сказалось на приросте урожая початков. Сумма эффективных температур с мая по сентябрь составила 972 °С при норме 777°. С мая по сентябрь в отчетном году по метеостанции Борисов выпало 417 мм осадков при норме 370 мм.

Погодные условия вегетационного периода 2015 г. характеризовались умеренно теплой погодой (за исключением холодных первых двух декад мая и жаркого августа) и постоянным дефицитом осадков. Практически отсутствова-

ли осадки в июне, после того как были внесены гербициды почвенного действия, и в августе, когда растениям требуется большое количество влаги для формирования початка. Сумма эффективных температур с мая по сентябрь в 2015 г. составила 945 °С, осадков выпало 224 мм, в том числе в летний период 86 мм при норме 246 мм.

Результаты исследований. В оба года исследований самая высокая урожайность зеленой массы и сухого вещества как у белорусского гибрида Полесский 195, так и немецкого гибрида Рикардинио получена при внесении гербицида примэкстра голд на фоне навоза и 90 или 150 кг/га азотных удобрений (таблицы 1, 2). Навоз оказался даже более существенным фактором повышения урожайности кукурузы, чем гербицид. Его не получилось заменить компенсирующей дозой минерального азота, где прирост урожая совсем незначительный на фоне всех иных элементов интенсификации. В итоге самая низкая урожайность и зеленой массы, и сухого вещества у обоих гибридов получена при использовании баковой смеси страховых гербицидов при отсутствии навоза и использовании только минерального азота в дозах 90 или 150 кг/га. А существенное превосходство по урожайности сухого вещества над всеми другими вариантами в среднем за 2 года получено при внесении гербицида примэкстра голд на фоне навоза и 90 или 150 кг/га азотных удобрений.

Таблица 1 – Действие удобрений и гербицидов на урожайность гибрида кукурузы Полесский 195СВ, ц/га

Вариант	Гербицид в фазу 3 листьев кукурузы	Фон органических удобрений	Фон минеральных удобрений	Зеленая масса			Сухое вещество		
				2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее
1	Таран, 25 г/га + прима, 0,3 л/га + ПАВ, 0,2 л/га	-	N ₁₅₀	245	231	238	82,0	71,0	76,5
2			N ₉₀	253	209	231	84,8	63,9	74,4
3	50 т/га в 2014 г.	-	N ₁₅₀	324	248	286	108,5	76,0	92,2
4			N ₉₀	320	243	282	107,2	74,3	90,8
5	Примэкстра голд TZ, 3,5 л/га	-	N ₁₅₀	283	256	270	98,3	78,5	88,4
6			N ₉₀	292	230	261	101,6	70,7	86,2
7	50 т/га в 2014 г.	-	N ₁₅₀	374	274	324	130,1	84,1	107,1
8			N ₉₀	370	268	319	128,5	82,2	105,4
НСР ₀₅				37	44	41	12,6	12,9	12,8

В среднем за 2 года использование гербицида почвенного действия относительно страхового позволило прирастить 13,3 ц/га сухого вещества на Полесском 195 и 16,2 ц/га – Рикардинио (рисунок). Навоз обеспечил прибавку 17,5 ц/га на первом гибриде и 21,5 ц/га на втором, в то время как дополнительные 60 кг/га азота повысили урожайность сухого вещества у Полесского 195 на 1,8 ц/га, Рикардинио – на 2,2 ц/га. В целом немецкий гибрид по сравнению с белорусским лучше отзывался на гербицид почвенного действия (прибавка сухого вещества составила 21,0 ц/га против 18,1 ц/га при использовании страхового) и внесение навоза (21,6 против 17,6 ц/га при его отсутствии), тогда как дополнительное внесение азота повысило урожайность немецкого гибрида совсем незначительно – на 0,4 ц/га.

Таблица 2 - Действие удобрений и гербицидов на урожайность гибрида кукурузы Рикардиньо, ц/га

Вариант	Гербицид в фазу 3 листьев кукурузы	Фон органических удобрений	Фон минеральных удобрений	Зеленая масса			Сухое вещество			
				2014 г.	2015 г.	Среднее	2014 г.	2015 г.	Среднее	
1	Таран, 25 г/га + прима, 0,3 л/га + ПАВ, 0,2 л/га	-	N ₁₅₀	301	282	292	102,5	83,4	93,0	
2			N ₉₀	311	255	283	106,0	75,1	90,6	
3			50 т/га в первый год	N ₁₅₀	398	302	350	135,6	89,3	112,4
4				N ₉₀	393	296	344	134,0	87,3	110,6
5	Примэкстра голд TZ, 3,5 л/га	-	N ₁₅₀	346	313	330	122,7	92,1	107,4	
6			N ₉₀	358	281	320	126,9	83,0	105,0	
7			50 т/га в первый год	N ₁₅₀	458	334	396	162,4	98,7	130,6
8				N ₉₀	452	327	390	160,4	96,5	128,4
НСР ₀₅				43	44	44	14,0	12,9	13,4	

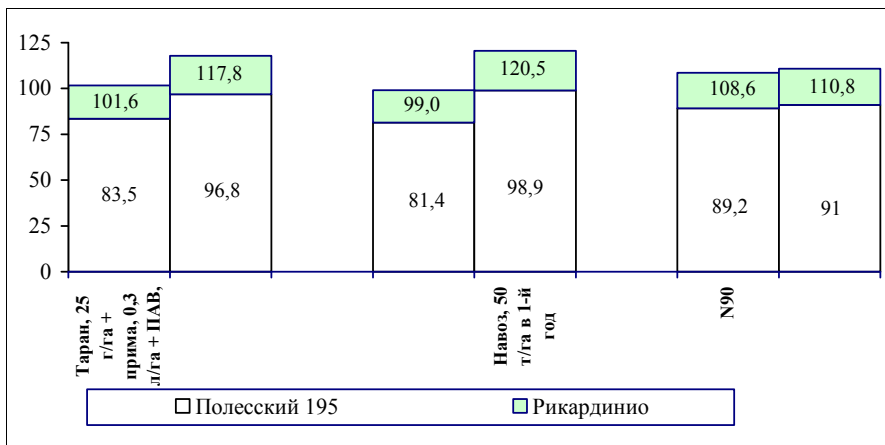


Рисунок - Урожайность сухого вещества кукурузы при двухлетнем повторном выращивании и использовании различных элементов интенсификации (среднее за 2014-2015 гг.)

Следовательно, такие элементы технологии как гербициды почвенного действия, органические удобрения и западноевропейский гибрид Рикардиньо являются значимыми приемами повышения урожайности кукурузы, но при этом и дорогостоящими. Анализ таблиц 3, 4 свидетельствует, насколько они эффективны. В приведенных расчетах выход кормовых единиц в силосе показан с учетом всех потерь от поля до кормушки животных. Относительно сбора сухого вещества они приняты в размере 25%. Стоимость 1 ц кормовых единиц оценена в 175 тыс. рублей. Затраты труда и расход ГСМ по каждому варианту рассчитаны согласно технологической карте с использованием современной сельскохозяйственной техники. Стоимость материалов и трудовых затрат взята в ценах 2015 г. на момент их использования.

Таблица 3 – Экономическая эффективность двухлетнего повторного возделывания гибрида кукурузы Полесский 195 на силос при использовании различных удобрений и гербицидов

Показатель	Ед. измерения	Вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Урожайность ЗМ	ц/га	238	231	286	282	270	261	324	319
Урожайность СВ	ц/га	76,5	74,4	92,2	90,8	88,4	86,2	107,1	105,4
Выход к.ед. в силосе	ц/га	57,4	56,9	70,5	69,5	67,6	65,9	81,9	80,6
Стоимость продукции	тыс. руб.	10045	9958	12338	12162	11830	11532	14332	14105
Статьи затрат									
Трудовые	ч*час	6,55	6,43	10,58	10,51	7,10	6,94	11,24	11,15
Семена	кг	29	29	29	29	29	29	29	29
ГСМ	кг	109,0	107,5	152,4	151,5	115,1	113,1	159,8	158,7
Карбамид	ц	3,3	2,0	3,3	2,0	3,3	2,0	3,3	2,0
Суперфосфат	ц	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Калий хлористый	ц	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Навоз	т	0	0	50	50	0	0	50	50
Гербицид	л	25+0,3	25+0,3	3,5	3,5	25+0,3	25+0,3	3,5	3,5
Материальные затраты									
Трудовые	тыс. руб.	334,0	327,9	539,6	536,0	362,1	353,9	573,2	568,6
Семена	тыс. руб.	659,3	659,3	659,3	659,3	659,3	659,3	659,3	659,3
ГСМ	тыс. руб.	1341	1322	1874	1864	1416	1391	1966	1952
Карбамид	тыс. руб.	1383	838,2	1383	838,2	1383	838,2	1383	838,2
Суперфосфат	тыс. руб.	301,7	301,7	301,7	301,7	301,7	301,7	301,7	301,7
Калий хлористый	тыс. руб.	295,9	295,9	295,9	295,9	295,9	295,9	295,9	295,9
Навоз	тыс. руб.	0	0	1000	1000	0	0	1000	1000
Гербицид	тыс. руб.	292,3	292,3	292,3	292,3	913,5	913,5	913,5	913,5
Амортизация и текущий ремонт	тыс. руб.	921,4	807,5	1269,2	1157,5	1066,3	950,7	1418,5	1305,8
Прочие	тыс. руб.	829,3	726,7	1142,2	1041,7	959,7	855,6	1276,7	1175,3
Итого	тыс. руб.	6358	5572	8757	7987	7358	6560	9788	9010
Чистый доход с 1 га	тыс. руб.	3687	4386	3581	4175	4472	4972	4544	5095
Рентабельность	%	58	79	41	52	61	76	46	56
Себестоимость 1 ц к.ед.	тыс. руб.	110,8	97,9	124,2	114,9	108,8	99,5	119,5	111,4

При выращивании гибрида белорусской селекции Полесский 195 самые низкие выход кормовых единиц (56,9 ц/га) и стоимость продукции (9,96 млн руб./га) получены при использовании страховых гербицидов и внесении 90 кг/га азота без навоза. Наибольшие выход кормовых единиц (80,6-81,9 ц/га) и валовой доход (14,1-14,33 млн руб./га) получены при использовании гербицида почвенного действия и внесении 90 или 150 кг/га азота на фоне 50 т/га навоза в первый год. Соответственно этому изменялись и затраты, которые составили 5,57 млн руб./га и 9,01-9,79 млн руб./га. Однако наименьшее и наибольшее значение величины чистого дохода отмечено не в этих вариантах, за исключением одного. Меньше всего чистого дохода (3,58 млн руб./га) получено при внесении страховых гербицидов на фоне навоза и 150 кг/га азота. Исключение навоза лишь на 106 тыс. повысило величину чистого дохода, но все равно эти два

Таблица 4 - Экономическая эффективность двухлетнего повторного возделывания гибрида кукурузы Рикардиньо на силос при использовании различных удобрений и гербицидов

Показатель	Ед. измерения	Вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Урожайность з/м	ц/га	292	283	350	344	330	320	396	390
Урожайность СВ	ц/га	93,0	90,6	112,4	110,6	107,4	105,0	130,6	128,4
Выход к.ед. в силосе	ц/га	71,2	69,3	86,0	84,6	82,2	80,3	99,9	98,2
Стоимость продукции	тыс. руб.	12460	12128	15050	14805	14385	14052	17482	17185
Статьи затрат									
Трудовые	ч*час	7,48	7,32	11,69	11,59	8,14	7,97	12,49	12,39
Семена	кг	25	25	25	25	25	25	25	25
ГСМ	кг	120,8	118,9	166,4	165,1	128,2	126,0	175,3	174,0
Карбамид	ц	3,3	2,0	3,3	2,0	3,3	2,0	3,3	2,0
Суперфосфат	ц	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Калий хлористый	ц	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Навоз	т	0	0	50	50	0	0	50	50
Гербицид	л	25+0,3	25+0,3	3,5	3,5	25+0,3	25+0,3	3,5	3,5
Материальные затраты									
Трудовые	тыс. руб.	381,5	373,3	596,2	591,1	415,1	406,5	637,0	631,9
Семена	тыс. руб.	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
ГСМ	тыс. руб.	1486	1462	2047	2031	1577	1550	2156	2140
Карбамид	тыс. руб.	1383	838,2	1383	838,2	1383	838,2	1383	838,2
Суперфосфат	тыс. руб.	301,7	301,7	301,7	301,7	301,7	301,7	301,7	301,7
Калий хлористый	тыс. руб.	295,9	295,9	295,9	295,9	295,9	295,9	295,9	295,9
Навоз	тыс. руб.	0	0	1000	1000	0	0	1000	1000
Гербицид	тыс. руб.	292,3	292,3	292,3	292,3	913,5	913,5	913,5	913,5
Амортизация и текущий ремонт	тыс. руб.	1278,1	1162,7	1633,2	1520,0	1427,2	1311,2	1787,4	1674,2
Прочие	тыс. руб.	1150,3	1046,4	1469,9	1368,0	1284,5	1180,0	1608,7	1506,8
Итого	тыс. руб.	8819	8022	11269	10488	9848	9047	12333	11552
Чистый доход с 1 га	тыс. руб.	3641	4106	3781	4317	4537	5005	5149	5633
Рентабельность	%	41	51	34	41	46	55	42	49
Себестоимость 1 ц к.ед.	тыс. руб.	123,9	115,8	131,0	124,0	119,8	112,7	123,4	117,6

варианта сохранили последние позиции. Максимальное значение чистого дохода (5,1 млн руб./га) получено в варианте использования гербицида почвенного действия, внесения 90 кг/га азота на фоне органических удобрений. Дополнительные 60 кг/га азота снизили величину чистого дохода до 4,54 млн руб./га, что на 428 тыс. руб./га меньше, когда был исключен навоз и вносилось только 90 кг/га азота на фоне гербицида почвенного действия. Даже если в расчетах допустить покупку гербицида почвенного действия в кредит на 7 месяцев под 40% годовых, что снижает величину чистого дохода на 213 тыс. руб./га, но по-прежнему его внесение является экономически более эффективным, чем использование страховых гербицидов.

При выращивании гибрида немецкой селекции Рикардиньо самые низкие выход кормовых единиц (69,3 ц/га) и стоимость продукции (12,13 млн руб./га) также получены при использовании страховых гербицидов и внесении 90 кг/га азота без навоза. Наибольшие выход к.ед. (98,2-99,9 ц/га) и валовой доход

(17,18-17,48 млн руб./га) опять же получены при использовании гербицида почвенного действия и внесении 90 или 150 кг/га азота на фоне 50 т/га навоза в первый год. Соответственно этому изменялись и затраты, которые составили 8,02 млн руб./га и 11,55-12,33 млн руб./га. Наименьшее значение величины чистого дохода (3,64 млн руб./га) отмечено не в этом варианте, а при внесении страховых гербицидов, 150 кг/га азота и исключении органических удобрений.

Внесение навоза повысило величину чистого дохода на 140 тыс., но все равно эти два варианта сохранили последние позиции. Максимальное значение чистого дохода (5,63 млн руб./га) получено в варианте использования гербицида почвенного действия, внесения 90 кг/га азота на фоне органических удобрений. Дополнительные 60 кг/га азота снизили величину чистого дохода на 484 тыс. руб./га, что на 144 тыс. руб./га больше варианта, где был исключен навоз и вносилось только 90 кг/га азота на фоне гербицида почвенного действия. Покупка гербицида почвенного действия в кредит на 7 месяцев под 40% годовых и семян немецкого гибрида в кредит на 9 месяцев снижает величину чистого дохода на 690 тыс. руб./га и является экономически более выгодной только в том случае, если под западноевропейский гибрид наряду с гербицидом почвенного действия применяются еще и органические удобрения в сочетании с азотными.

Что касается рентабельности и себестоимости производства силоса из кукурузы, то здесь имеются некоторые разночтения с величиной чистого дохода. Только вариант с внесением примэкстры голд и 90 кг/га азота без применения навоза показал лучшие результаты на обоих гибридах по всем трем показателям. На первой позиции по наибольшей величине рентабельности (79%) и наименьшей – себестоимости (97,9 тыс. руб./ц к.ед.) при выращивании гибрида Полесский 195 стоит вариант с использованием страховых гербицидов и внесением 90 кг/га азота без навоза. Однако снижение чистого дохода при этом по отношению к вышеупомянутому варианту составило 586 тыс. руб./га, а к лучшему – 709 тыс. руб./га. Лучший вариант, включающий внесение навоза + N₉₀ и гербицида почвенного действия, по показателям рентабельности и себестоимости занимает только пятую позицию. Этот же вариант, но при выращивании немецкого гибрида Рикардинио, занимает третью позицию после варианта с использованием страховых гербицидов и внесением 90 кг/га азота без навоза. Однако разница в величине чистого дохода у них составляет 1527 тыс. руб./га.

Внесение навоза существенно ухудшает экономические показатели. Например, рентабельность по гибриду Полесский 195 при внесении 90 кг/га азота уменьшилась с 76-79% до 52-56% или на 20-27%, по гибриду Рикардинио – с 51-55% до 41-49% или на 6-10%. Во-первых, меньшие проценты снижения рентабельности свидетельствуют о лучшей отзывчивости более продуктивного гибрида на внесение органических удобрений. Во-вторых, органические удобрения проявляют свою эффективность через повышение урожайности не только в первые два года, но и последующие, повышая при этом плодородие почвы. Поэтому показатели себестоимости и рентабельности в таких расчетах менее значимы, чем величина чистого дохода. Ведь если из затрат вычесть только стоимость навоза (1 млн. руб./га), на которую сделаны начисления, в итоге со-

ставляющие 1,38 млн руб./га, то по уровню рентабельности вариант с внесением навоза + N₉₀ и примэкстры голд занял бы уже первое место, показав 85% при выращивании гибрида Полесский 195 и 69% – Рикардиньо.

Выводы

1. Внесение под кукурузу в первый год навоза при двулетнем возделывании более эффективно по влиянию на урожайность сухого вещества (прибавка в среднем за 2 года составила 17,5-21,5 ц/га), чем ежегодное применение высоких (150 кг/га относительно 90 кг/га) доз азотных удобрений (прибавка – 1,8-2,2 ц/га). Использование гербицида почвенного действия примэкстра голд (3,5 л/га) относительно страховых (таран, 25 г/га + прима, 0,3 л/га + ПАВ 0,2 л/га) обеспечивает прирост 13,3-16,2 ц/га сухого вещества. Немецкий гибрид Рикардиньо (по отношению к белорусскому Полесский 195) лучше отзывается на внесение гербицида почвенного действия (прибавка 21,0 ц/га против 18,1 ц/га при использовании страхового) и применение навоза (21,6 против 17,6 ц/га при его отсутствии), тогда как дополнительные 60 кг/га азота повышают урожайность сухого вещества немецкого гибрида незначительно – на 0,4 ц/га.

2. Максимальное значение чистого дохода (5,1 млн руб./га при выращивании гибрида Полесский 195 и 5,63 млн руб./га – Рикардиньо) получено в варианте использования гербицида почвенного действия, внесения 90 кг/га азота на фоне органических удобрений. Этот вариант является экономически более выгодным и при покупке дорогостоящих семян в кредит под 40% годовых.

Литература

1. Рену, Ж.-П. Урожайность кукурузы будет расти. Почему? / Жан-Поль Рену // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – №1. – С. 49-51.
2. Жуков, А. «Дни кукурузы – 2015»: чем рискует царица полей? / А. Жуков // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – №12. – С. 58-62.
3. Зозуля, О. Як збільшити врожай кукурудзи? / О. Зозуля, С. Косолап, О. Тівелев // Зерно. – 2012. – №4. – С. 130-133.
4. Еськов, А.И. Научно-технологические решения эффективного, экологически безопасного использования навоза, помета / А.И. Еськов, С.И. Тарасов // Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства: сб. докл. Межд. науч.-практ. конф. / РАСХН, ВНИПТИОУ; редкол.: А.И. Еськов [и др.]. – Владимир, 2006. – С. 17-34.
5. Серая, Т.М. Агроэкономическая эффективность жидкого навоза КРС и минеральных удобрений при возделывании кукурузы на зеленую массу на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Т.М. Серая [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2014. – №4. – С. 39-42.
6. Стороженко, О.С. Экономическая эффективность производства кукурузы в условиях перехода к рынку: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / О.С. Стороженко. – Зерноград, 2004. – 22 с.

MAIZE RESPONSIVENESS TO INTENSIFICATION ELEMENTS AT ITS RECULTIVATION FOR SILAGING

N.F. Nadtochayev, S.V. Abraskova, N.L. Kholodinskaya, M.A. Meleshkevich, N.S. Stepanenko

The results of two-year researches on the study of the responsiveness of Belarussian (Polessky 195) and German (Ricardinho) maize hybrids to the application of postemergent or soil herbicides,

different rates of mineral nitrogen (90 and 150 kg/ha), use of organic fertilizers in maize recultivation are presented in the article. The effect of these factors on the size of costs, net profit, profitability and fodder unit cost price is shown. It has been established that the highest net profit in both hybrids is provided using soil herbicide Primextra Gold at the rate of 3.5 l/ha annually, 90 kg/ha of nitrogen, and 50 t/ha of organic fertilizers in the first year.

УДК 633.2/.3:636.085

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ КАК ФАКТОР СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ И РАСТИТЕЛЬНОГО БЕЛКА

Ф.И. Привалов, доктор с.-х. наук, **П.П. Васько**, кандидат биол. наук,

Е.Р. Клыга, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 29.02.2016 г.)

Аннотация. *В статье приведен анализ структуры многолетних трав в Беларуси, при оптимизации которой площади многолетних трав на пашне увеличатся с 771 тыс. га до 1034 тыс. га или в 1,34 раза, а валовой сбор зеленой массы возрастет до 28,99 млн. тонн или в 1,45 раза за счет расширения площадей под бобовыми травами на легких по гранулометрическому составу и высокой кислотности почв, где люцерна и клевер луговой не произрастают или формируют очень низкую продуктивность. Повышение валовых сборов зеленой массы многолетних трав до 17,8 млн. тонн или в 2,1 раза произойдет за счет расширения площадей под бобовыми травами до 549 тыс.га. При этом валовой сбор сырого протеина возрастет с 632,9 до 934,2 тыс. тонн или в 1,5 раза за счет более высокого сбора сырого протеина с травостоев бобовых трав (с 275,1 до 575,6 тыс. тонн или в 2,1 раза).*

Для полноценного кормления сельскохозяйственных животных рационы максимально должны быть сбалансированы по питательным веществам. Состав и структура посевных площадей кормовых культур должны обеспечивать максимальный выход продукции с каждого гектара земли, высокого качества и при наименьших затратах. Совершенствование посевных площадей происходит регулярно и зависит от целей и задач АПК. Так, в довоенные годы в сельскохозяйственных организациях зерновые занимали 69%, кормовые культуры – 10,5%, а многолетние травы – лишь 8,7% пашни. В 60-ые годы кормовые культуры занимали 32,3%, а затем около 40% пашни и в настоящее время удерживаются на этом уровне [1].

Поддержанию и расширенному воспроизводству плодородия почв способствует внесение органических удобрений, а также возделывание многолетних бобовых трав, которые обеспечивают наибольшее пополнение органического вещества за счет корневых остатков – 50-60ц/га сухого вещества против 25-29 ц/га зерновыми культурами. Доля бобовых трав в 20-25% в структуре посевных

площадей или два поля клевера в восьмипольном севообороте сохраняют плодородие почв [1, 2].

Многолетние бобовые травы накапливают в почве азот за счет фиксации его из воздуха. При урожайности зеленой надземной массы в 500 ц/га люцерна и клевер накапливают 83-90 кг/га азота и являются хорошими предшественниками для зерновых культур [1, 2, 3].

Многолетние травы составляют основу кормопроизводства сельскохозяйственных организаций республики. С увеличением поголовья КРС росли площади многолетних трав на пашне и к 1990 г. достигли 1,4 млн га. Расширение площадей под кукурузой происходило за счет многолетних трав. До 2007 г. площадь под многолетними травами составляла примерно 0,95-1,0 млн га. С 2008 г. по 2013 г. многолетние травы были распаханы до 699 тыс. га под кукурузу, площади которой достигли 1,1 млн га. В настоящее время по рекомендации РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» и приказу Министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь площади многолетних трав восстанавливаются до 1 млн га, с долей 21-25% от пахотных земель (таблица 1).

Таблица 1 – Структура посевных площадей кормовых культур

Область	Площадь пашни, тыс. га	Посевные площади, тыс. га	
		Кормовых культур	Многолетних трав
Брестская	679,4	284,0	142,0
Витебская	837,0	328,0	207,8
Гомельская	710,8	268,0	149,0
Гродненская	726,1	267,0	153,0
Минская	1086,3	386,0	228,0
Могилевская	741,7	290,0	155,0
Республика Беларусь	4781,3	1823,0	1034,8

Оценка пригодности пахотных земель Беларуси для многолетних трав свидетельствует о том, что на суглинистых и супесчаных почвах, подстилаемых суглинками или мореной, хорошо произрастают все виды многолетних бобовых и злаковых трав; на песчаных почвах и супесчаных на песках необходимо возделывать донник, эспарцет, клеверо-злаковые смеси, ежу, кострец, овсяницу красную, тимофеевку; на временно избыточно увлажненных почвах – клевер гибридный и ползучий, лядвенец рогатый и их травосмеси, а также бекманию, лисохвост, кострец, двукосточник, мятлик, овсяницу тростниковую; на глеевых и глееватых почвах может произрастать лядвенец и его травосмеси, лисохвост, полевица, овсяница тростниковая и тимофеевка.

Многолетние травы, особенно бобовые, очень чувствительны к кислотности пахотного горизонта: люцерна, донник, эспарцет, галега требуют почв с кислотностью ближе к нейтральной (рН 6,0-7,0), клевер луговой и ползучий формируют высокую урожайность зеленой массы на почвах с рН 5,5-6,0; на почвах

с кислотностью ниже pH 5,5 могут возделываться клевер гибридный, люцерна донная и их травосмеси.

Согласно последнего тура обследования почв, пахотные почвы с кислотностью 6,1-7,0 и выше составляют 1975 тыс. га, из них суглинистые и супесчаные почвы – 1621 тыс. га, на которых могут возделываться люцерна, галега, донник и эспарцет, а также песчаные – 353 тыс.га, на которых могут возделываться только донник и эспарцет (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение пахотных земель по кислотности

Область	pH<5,5			pH 5,5-6,0			pH 6,1-7,0 и выше		
	Суглинистые + супесчаные	Песчаные	Минеральные почвы лугов	Суглинистые + супесчаные	Песчаные	Минеральные почвы лугов	Суглинистые + супесчаные	Песчаные	Минеральные почвы лугов
Брестская	65	120	86	104	125	94	129	118	126
Витебская	114	7	74	186	9	112	396	15	224
Гомельская	35	107	61	65	114	63	176	147	129
Гродненская	190	40	55	212	32	47	278	35	116
Минская	190	50	62	333	48	84	312	21	91
Могилевская	120	30	45	204	71	60	330	17	99
РБ	722	354	383	1104	400	460	1621	353	785

Почвы с кислотностью pH 5,5-6,0 занимают площадь в 1504 тыс. га, из них суглинистые и супесчаные 1104 тыс. га, на которых возделываются клевера и их травосмеси. Более 1 млн га имеют кислотность почвы ниже 5,5, на которых можно выращивать люцерна и его травосмеси. При этом на таких кислых почвах урожайность зеленой массы составляет 45-50% от среднекультурной почвы.

Исходя из гранулометрического состава почв и их кислотности, была разработана структура многолетних трав в разрезе областей, обеспечивающая формирование высокой урожайности зеленой массы на различных типах почв за счет расширения ареала возделывания многолетних бобовых трав.

Суглинистых и связносупесчаных почв с кислотностью pH 6,0-7,0 и выше (люцернопригодных почв) насчитывается более 1,3 млн га. Учитывая правило севооборота, площади под люцерной могут занимать 280-300 тыс.га.

Рыхлосупесчаные и песчаные почвы с pH 6,1-7,0 составляют площадь 671 тыс. га, на которых можно возделывать донник и эспарцет. Поэтому их площади травостоев донника и эспарцета составят не более 130 тыс. га.

Клеверо-злаковые травостои будут возделываться на суглинистых и супесчаных почвах с кислотностью pH 5,5-6,0 и занимать площади в размере 300-350 тыс.га. На рыхлосупесчаных и песчаных почвах с pH 5,5-6,0 будут размещены травостои люцерны и его травосмеси.

На кислых почвах с pH ниже 5,5 (722 тыс. га) возделывать можно только люцерна рогатый и болотный, клевер гибридный.

Оптимизация структуры многолетних трав на пашне включает в себя:

- восстановление площадей многолетних трав на пашне на уровне 1034 тыс. га или 21,6% от пашни, увеличения в структуре площадей бобовых и бобово-злаковых травостоев до 88-90%;

- расширение площади возделывания люцерны и ее травосмесей до 286 тыс. га, из них в Брестской – 35 тыс. га, Витебской - 46 тыс. га, Гомельской – 40 тыс. га, Гродненской – 53 тыс. га, Минской – 70 тыс. га, Могилевской области – 42 тыс. га (таблица 3);

- расширить площади под травостоями лядвенца рогатого, донника, эспарцета и галеги до 210 тыс. га, что позволит увеличить ареал возделывания этих бобовых трав и повысить продуктивность всех многолетних трав;

- для поддержания структуры многолетних трав проводить ежегодно подсев многолетних трав на пашне на площади 487 тыс. га (не менее 50 процентов имеющихся площадей) бобовыми и бобово-злаковыми травосмесями;

- из злаковых травосмесей отдавать предпочтение травам интенсивного типа: фестулолиуму, кострецу безостому, райграсу пастбищному и овсянице тростниковой.

Площади многолетних трав на пашне увеличатся с 771 тыс. га до 1034 тыс. га или в 1,34 раза, а валовой сбор зеленой массы возрастет до 28,99 млн. тонн или в 1,45 раза за счет расширения площадей под бобовыми травами на легких по гранулометрическому составу и с высокой кислотностью почвах, где люцерна и клевер луговой не произрастают или формируют очень низкую продуктивность. Повышение валовых сборов зеленой массы многолетних трав до 17,8 млн тонн или в 2,1 раза произойдет за счет расширения площадей под бобовыми травами до 549 тыс. га. При этом валовой сбор сырого протеина возрастет с 632,9 до 934,2 тыс. тонн или в 1,5 раза за счет более высокого сбора сырого протеина с травостоев бобовых трав (с 275,1 до 575,6 тыс. тонн или в 2,1 раза) (таблица 4).

Эффективность такой модели оптимизации структуры многолетних трав подтверждена в дочернем предприятии РУП «Шипяны-АСК» Смолевичского района Минской области. Оптимизация структуры посевных площадей происходила за счет снижения доли зерновых культур и увеличения доли зернобобовых, рапса и кормовых культур. Доля кормовых культур с 2010 г. по 2014 г. увеличилась с 25,9 до 38,1% от пашни. Площади многолетних трав увеличились до 958 га и составили 21,1% от пашни. Доля бобовых и бобово-злаковых травостоев достигла 93%, а валовой сбор сырого протеина – 1 тыс. тонн. За счет хороших предшественников и интенсивных технологий возделывания зерновых культур валовой сбор зерна возрос с 8,85 в 2010 г. до 14,72 тыс. тонн в 2014 г. Кормовые сорта зерновых культур, зернобобовые (люпин), рапс и многолетние бобовые травы полностью обеспечили кормовую базу КРС сырым протеином.

Оптимальная структура посевных площадей и особенно кормовых культур обеспечила устойчивый рост производства молока с 4,5 тыс. тонн в 2010 г. до 9,94 тыс. тонн в 2015 г. Годовой надой на корову увеличился с 5830 кг до 7661 кг при постоянном росте поголовья КРС, в том числе коров с 800 до 1360 голов.

Таблица 3 - Оптимальная структура многолетних трав на пашне в 2016-2020 гг.

Области	Всего	Семенные участки бобовых и злаковых трав	Укосная площадь	Бобовые травы и бобово-злаковые травосмеси						Злаковые травы		
				Всего	клевер луг. и его травосмеси	люцерна и ее травосмеси	клевер гибрид. и его травосмеси	клевер поль., в т.ч. пастибища интенсивного типа	лядвенец рогатый и его травосмеси		донник, эспарцет	галета
Брестская	142,0	20,0	122,0	32	35	1	10	21	2	20,0		
Витебская	207,8	23,0	184,8	58	46	13	27	21	3	23,8		
Гомельская	149,0	20,0	129,0	32	40	1	10	20	2	26,0		
Гродненская	153,0	16,0	137,0	54	53	1	11	7	1	16,0		
Минская	228,0	24,0	204,0	72	70	2	18	24	2	24,0		
Могилевская	155,0	17,0	138,0	53	42	1	17	13	1	16,0		
ИТОГО	1034,8	120,0	914,8	301	286	19	93	106	11	125,8		

Таблица 4 - Совершенствование структуры многолетних трав на пашне

Виды многолетних трав	Существующая структура				Предлагаемая структура			
	Площадь, тыс. га	Урожайность з/м, ц/га	Валовой сбор, тыс. т	Сбор СП, тыс. тонн	Площадь, тыс. га	Урожайность з/м, ц/га	Валовой сбор, тыс. т	Сбор СП, тыс. тонн
Всего многолетних трав	771,6	258,5	19951	632,9	1034,8	280,2	28993	934,2
Бобовые травы, всего	306,0	280,0	8574	275,14	549,0	324,8	17834	575,6
Люцерна	144,0	320,0	4608	157,6	186,0	420	7812	267,2
Клевер луговой	155,3	250,0	3882	112,2	151,0	280	4228	122,2
Ляденец рогатый	0,6	176,0	11	0,34	46,0	210	966	29,6
Клевер ползучий и гибридный (семенники)	3,4	320	76,8	2,5	62,0	330	2046	67,5
Донник, эспарцет	1,96	180,0	35	1,1	93,0	240	2232	68,3
Галега	1,0	380,0	38	1,4	11,0	500	550	20,8
Бобово-злаковые травы	398,5	244,0	9741	308,71	360,0	276,3	9950	316,28
С люцерной	87,0	300,0	2610	89,26	100,0	380	3800	129,96
С клевером луговым	200,0	240,0	4800	138,72	150,0	258	3870	111,84
С клевером ползучим (пастбища)	109,0	210,0	2289	75,53	50,0	240	1200	39,6
С ляденцем рогатым и клевером гибридным	2,5	170,0	42	5,20	60,0	180	1080	34,88
Злаковые травы (семенники)	176,6*	186,0	1636	49,08	125,8	186	1209	42,32
ИТОГО			19951	632,9			28993	934,2

Литература

1. *Никончик, П.И.* Агрэоэкономічныя асновы сістэм існавання зямлі / П.И. Никончик. – Мінск: «Белорусская наука», 2007 – 532 с.
2. *Никончик, П.И.* Оптимізацыя структуры пасевных плошчаў, арганізацыя і веденне кантурных почвенно-экалагічных севаабаротаў у ўмовах спецыялізацыі сельскага хазяйства: метад. рэком. / П.И. Никончик / РУП «Научно-практычны цэнтр НАН Беларусі па земледелію». – Мінск, 2011. – 68с.
3. *Привалов, Ф.И.* Рэзервы рэсурсаўберажэння ў расліннаводстве / Ф.И. Привалов // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: М.А. Кадыров (гл. ред.) [и др.] / РУП «Науч.-практ. цэнтр НАН Беларусі па земледелію». – Несвіж: Несвіжская укрупн. тип., 2007. – Вып. 43. – С.3-13.

OPTIMIZATION OF PERENNIAL GRASSES STRUCTURE AS STABILIZATION FACTOR OF FODDER AND VEGETABLE PROTEIN PRODUCTION

F.I. Privalov, P.P. Vasko, E.R. Klyga

The analysis of perennial grasses structure in Belarus is presented in the paper. The structure optimization will provide the increase of perennial grasses acreage on the arable lands from 771 thousand ha to 1034 thousand ha or by 1.34 times, and the increase of herbage gross yield up to 28.99 million tons or by 1.45 times due to the acreage extension of leguminous grasses on the soils with light mechanical composition and high pH where alfalfa and red clover do not grow or form very low productivity. The increase of the herbage gross yields of perennial grasses up to 17.8 million tons or by 2.1 times will be due to the acreage extension of leguminous grasses up to 549 thousand ha. However, crude protein gross yield will increase from 632.9 to 934.2 thousand tons or by 1.5 times due to higher crude protein yield of leguminous grasses stands (from 275.1 to 575.6 thousand tons or by 2.1 times).

УДК 633.265:631.526.32

СОРТ ФЕСТУЛОЛИУМА РАЙГРАСОВОГО МОРФОТИПА МЕТЕОР

П.П. Васько, кандидат биол. наук, **В.А. Столепченко**, кандидат с.-х. наук,
О.М. Беляй, Т.М. Никитина

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 01.03.2016 г.)

Анотацыя. *Создан межродовый гибрид райграса пастбищного (*Lolium perenne*) и овсяницы луговой (*Festuca pratense*) сорт Метеор, формирующий на супесчаной почве 6-7 циклов стравливания при пастбищном использовании или 4 укосные травостоя при сенокосном использовании. Зимостойкость на уровне 4,5 балла, урожайность зеленой массы за вегетацию от 430 в засушливый год до 670 ц/га в годы со среднемноголетним уровнем осадков, содержание сырого протеина 22%, общей обменной энергии 11,7 МДж/кг СВ при пастбищной спелости травостоя.*

Ведзенне. *Фестулоліум – гэта новы від многалетняй злаковай травы, атрыманай шляхам міжродовага скрэсцівання овсяніцы луговай ці овсяніцы тростніковай і райграса пастбішняга ці многуюкоснага. Фестулоліум прыобретае ад овсяніц такія якасці, як халодастойкасць, засухаўстойлівасць і вынослівасць к захворванням, а ад райграсав – здольнасць к хуткаму атрасці-*

нию, повышенному содержанию белка, сахаров и переваримостью органических веществ.

В зависимости от подбора родительских форм и их морфотипов гибриды наследуют определенное сочетание признаков. Фестулолиум морфотипа райграса многоукосного характеризуется быстрыми темпами роста в первый год жизни и формированием травостоев в последующие годы использования, высоким качеством корма и относительной выносливостью к неблагоприятным погодным условиям [1]. Поэтому получение отдаленных гибридов, объединяющих ценные признаки и свойства видов *Festuca* и *Lolium*, является важной в научно-теоретическом и практическом отношении проблемой. Создание взаимодополняющих по адаптивным свойствам отдаленных гибридов многолетних злаковых трав позволит повысить продуктивность луговых угодий, качество кормов и сбор белка, а также оптимизировать сортовую структуру травостоев по срокам созревания с целью расширения оптимальных сроков уборки травостоев и снижения напряженности уборочных работ.

На супесчаных почвах в период дефицита влаги райграсы образуют жесткие генеративные побеги, что снижает поедаемость скотом зеленого корма. Фестулолиум обладает относительно высокой зимостойкостью, высокой облиственностью во второй половине вегетации и поедаемостью скотом. Для создания долгосрочных пастбищ хозяйствам республики требуются сорта пастбищного и пастбищно-сенокосного использования, которые характеризуются высокой конкурентоспособностью в посеве, теневыносливостью, высокой облиственностью, хорошей отавностью и быстрым весенним отрастанием, устойчивостью к многократному скашиванию или стравливаю.

Материалы и методика проведенных исследований. Селекционные исследования проводились в 2004 -2015 гг. на дерново-подзолистой связнотупесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,4-0,6 м песком со средними агрохимическими показателями: рН – 5,6-6,1, содержание подвижных форм фосфора – 199-232 мг/кг, калия – 201-254 мг/кг почвы, гумуса – 1,94-2,30%.

Селекционные исследования проводились по методике ВИК [3], технологические опыты по Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [4].

Результаты исследований и их обсуждение. В комбинациях скрещиваний при создании фестулолиума райграсового типа в 2004 г. в качестве материнской формы использовали райграс пастбищный ВИК 66 с привлечением в качестве отцовской формы овсяницы луговой ВИК 5, овсяницы луговой Лазурь, овсяницы луговой Зорка. При анализе сортов райграса, как материнских компонентов скрещиваний при гибридизации, установлено, что с сортом райграса пастбищного ВИК 66 получено 76,7% регенерантов, а с сортом райграса пастбищного Пашавы – 66,7%. При анализе этих образцов как отцовских форм, установлено, что с сортом райграса пастбищного ВИК 66 получено 82,1% регенерантов, а с сортом райграса пастбищного Пашавы – 10,0%. Для дальнейшей работы более предпочтительным оказалось использование райграса пастбищного ВИК 66, т.к. он является хорошим компонентом при гибридизации в реци-

прокных скрещиваниях. При анализе комбинаций скрещиваний установлено, что более дифференцированными оказались зародыши в комбинациях с участием райграса пастбищного ВИК 66 и овсяницы луговой Лазурь (таблица 1).

Таблица 1 – Результативность создания межродовых гибридов фестулолиума райграсового типа (2004 г.)

Комбинация скрещиваний	Извлечено незрелых зерновок		Высажено зародышей		Получено растений	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
♀ Райграс пастбищный ВИК 66 х ♂ овсяница луговая ВИК 5	18	27,7	8	18,2	7	20,6
♀ Райграс пастбищный ВИК 66 х ♂ овсяница луговая Лазурь	46	70,8	35	79,5	26	76,5
♀ Райграс пастбищный ВИК 66 х ♂ овсяница луговая Зорка	1	1,5	1	2,3	1	2,9
	65	100	44	100	34	100

Для преодоления постгамной несовместимости использовали эмбриокультуру *in vitro*. Зародыши в асептических условиях были высажены на агаризованную питательную среду Р-8 + абсцизовая кислота (АБК) с последующей пересадкой зародышей на среду Р-8 (2).

Всего было высажено 8 зародышей комбинации скрещиваний райграс пастбищный ВИК 66 х овсяница луговая ВИК 5, что составило 44,4% от числа извлеченных зерновок этой комбинации. При скрещивании райграса пастбищного ВИК 66 х овсяницы луговой Зорка был получен один слабо развитый регенерант.

В комбинации скрещиваний райграс пастбищный ВИК 66 х овсяница луговая Лазурь из 46 извлеченных зерновок было высажено 35 зародышей, получено 26 растений, что составило 74,3% от числа высаженных зародышей. У полученных растений наблюдался полиморфизм по форме куста, массе 1000 семян, ширине и длине листовой пластинки, количеству вегетативных и генеративных побегов, облиственности побегов, продуктивности зеленой массы с растения и семенной продуктивности.

Проводился отбор растений, сочетающих высокую продуктивность зеленой массы с промежуточным типом куста после яровизации. Сортообразцы изучались в питомниках отбора и в селекционном питомнике в 2005-2006 гг., в контрольном (2007-2009 гг.), в предварительном (2010-2012 гг.) и конкурсном сортоиспытании (2013-2015 гг.) в режиме пастбищного использования с проведением учетов зеленой массы по укосам.

Работа по отбору из комбинации скрещиваний райграс пастбищный ВИК 66 х овсяница луговая Лазурь завершилась созданием перспективного сорта Метеор, который передан для испытания в ГСИ с 2016 г. Раннеспелый сорт фестулолиума райграсового морфотипа Метеор отличается хорошими темпами отрастания, высоким качеством корма (содержание белка до 18%), более высокой зимостойкостью в сравнении с контролем. Длина самого длинного побега

составляет 120 см. Листья вегетативных побегов длиной более 31 см, ширина флагового листа 9 мм, средняя длина колоса до 31 см, число колосков 18-21 шт., цветков в колоске до 10 шт. Семена длиной до 8,3 мм, шириной 2,1 мм. Масса 1000 семян 4,20-4,47 г (таблица 2).

Таблица 2 – Морфологические признаки сорта

Сорто-образец	Плоидность	Форма куста	Скороспелость	Длина генеративного стебля	Размеры флагового листа
Контроль - Пуня	Тетраплоид	Полупрямо-стоячее	Средне-спелый	длинный	средней ширины
Удзячны	Тетраплоид	Полураски-дистое	Средне-спелый	средней длины	средней ширины
Метеор	Тетраплоид	Промежу-точное	Ранне-спелый	длинный	широкий

Отличительной особенностью сорта фестулолиума Метеор является более высокое накопление зеленой массы во второй половине вегетационного периода относительно контроля (таблица 3). Доля первого укоса в урожае сухого вещества за вегетацию составила 25,1%, второго – 39,2%, третьего – 14,2%, четвертого – 10,6%, пятого – 10,9%.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика фестулолиума райграсового морфотипа по укосам

Сорт	Урожайность зеленой массы, ц/га					
	1-й укос	2-й укос	3-й укос	4-й укос	5-й укос	сумма за вегетацию
Контроль - Пуня	<u>186,2</u>	<u>163,3</u>	<u>87,2</u>	<u>65,8</u>	<u>55,3</u>	<u>557,8</u>
	30,9*	36,6	17,1	11,6	12,9	109,1
Удзячны	<u>151,2</u>	<u>221,6</u>	<u>107,7</u>	<u>57,0</u>	<u>76,2</u>	<u>613,7</u>
	28,0	52,3	22,9	10,2	17,7	131,1
Метеор	<u>193,9</u>	<u>228,0</u>	<u>107,9</u>	<u>77,5</u>	<u>63,8</u>	<u>671,1</u>
	34,0	53,1	19,3	14,3	14,8	135,5
НСР ₀₅	11,7	15,0	9,7	9,4	7,8	7,8-15,0

*В знаменателе урожайность сухого вещества

Сорт фестулолиума Метеор сформировал в конкурсном сортоиспытании при неустойчивом водном режиме до 413,8 ц/га зеленой массы, что выше контрольного сорта на 28%. При достаточном увлажнении за вегетационный период накоплено свыше 670 ц/га зеленой массы, что превышает контрольный сорт на 20% (таблица 4). В среднем за годы испытания фестулолиум сорта Метеор сформировал урожайность зеленой массы 525,3 ц/га и превысил стандарт (Пуня) на 18,4%.

Таблица 4 – Конкурсное сортоиспытание фестулолиума райграсового морфотипа в 2013-2015 гг.

Сорто-образец	Урожайность зеленой массы, ц/га					Семенная продуктивность, ц/га
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	%	среднее
контроль - Пуня	449,5	557,8	323,3	443,5	100	5,60
Удзячны	451,4	613,7	386,3	483,8	109,1	5,84
Метеор	490,9	671,1	413,8	525,3	118,4	6,75

Заключение

Создан межродовый гибрид райграса пастбищного (*Lolium perenne*) и овсяницы луговой (*Festuca pratense*) сорт Метеор, формирующий на супесчаной почве 6-7 циклов стравливания при пастбищном использовании, или 4 укосные травостоя при сенокосном использовании и урожайность зеленой массы за вегетацию от 430 в засушливый год до 670 ц/га в годы со среднемноголетним уровнем осадков. Зимостойкость на уровне 4,5 балла, содержание сырого протеина 22-24%, общей обменной энергии 11,7 МДж/кг СВ при пастбищной спелости травостоя и 18-19% и 10,5 МДж/кг СВ соответственно – при сенокосной спелости травостоя.

Литература

1. Васько, П.П. Продуктивность различных морфотипов фестулолиум при пастбищном использовании травостоев / П.П. Васько [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – №4. – С. 18-20.
2. Кондрацкая, И.П. Создание и идентификация высокопродуктивных форм злаковых трав с использованием геномной биотехнологии / И.П. Кондрацкая // Физиология растений теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий: матер. Межд. науч. конф. – Калининград. – С. 252-255.
3. Методические указания по селекции многолетних трав. – М.: ВНИИ кормов им.В.Р. Вильямса, 1985. – 188 с.
4. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1983. – 197 с.

FESTULOILIUM OF RYEGRASS MORPHOTYPE CV. METEOR

P.P. Vasko, V.A. Stolepchenko, O.M. Belyai, T.M Nikitina

*Intergeneric hybrid of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and meadow fescue (*Festuca pratense*) cv. Meteor has been developed. On sandy loam soils, the hybrid forms 6-7 grazing cycles when using for pastures or 4 hay cuts when using for haymaking. Winter hardiness is at the level of 4.5; herbage yield over the vegetation period is from 4.3 in dry years up to 6.7 t/ha in years with long-term average annual precipitation; crude protein content is 22%; total exchangeable energy is 1.7 MJ/kg DM in the period of the sward readiness for grazing.*

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА КЛЕВЕРИН НА ТРАВСТОЯХ КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО

Е.Р. Клыга, кандидат с.-х. наук, *П.П. Васько*, кандидат биол. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 01.03.2016 г.)

Аннотация. Представлены результаты использования бактериального препарата клеверин на травостоях клевера ползучего. Установлено, что в первый год жизни растений клевера ползучего обработка семян препаратом клеверин способствует росту и развитию растений (появлению на два дня раньше второго тройчатого листа; увеличению сохраняемости растений на 14-15%). Внесение препарата на травостоях клевера ползучего 1-го года жизни в фазу одного – двух тройчатых листьев способствует росту растений и накоплению надземной биомассы на 12,6% относительно контрольного варианта, а обработка клеверином семян – на 12,9% соответственно.

Введение. Препарат бактериальный клеверин рекомендуется для предпосевной обработки семян клевера лугового с целью повышения урожайности зеленой массы и семян. Препарат клеверин зарегистрирован ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» за №06-0061 от 14.05.2009 и разрешен к использованию на территории Республики Беларусь на клевере луговом.

Основа препарата клеверин – штамм ризосферных бактерий *Pseudomonas fluorescens* AP267. Входящие в состав клеверина бактерии заселяют корневую систему растений и стимулируют образование корневых клубеньков имеющихся в почве клубеньковыми бактериями, благодаря чему увеличивается активность биологической фиксации азота. Присутствие *Pseudomonas fluorescens* AP267 на корнях растений клевера повышает их устойчивость к возбудителям корневых гнилей.

Производственные испытания клеверина показали, что применение препарата на посевах клевера лугового обеспечивает рост урожайности зеленой массы на 38 ц/га и сухого вещества на 6,9 ц/га по сумме двух укосов, семенной продуктивности – на 25% (0,63 ц/га). Обработка клеверином снижает гибель растений от фузариозных корневых гнилей на 60%, что позволяет уменьшать нормы высева [3, 4].

Для предпосевной обработки семян препарат клеверин разбавляют питьевой водой в соотношении 1:1 непосредственно перед применением. Полученную суспензию препарата наносят на семена и тщательно перемешивают вручную либо в машинах для протравливания семян, предварительно очищенных и отмытых от остатков ядохимикатов. Расход препарата клеверин – 5 л на 1 т семян, расход рабочей жидкости – 10 л на 1 т. Обработанные препаратом семена рекомендуется высевать в тот же день.

Методика проведения исследований. Основные учеты и наблюдения проводились по методике ВИК [2], статистическая обработка данных – по методике Б.А. Доспехова [1] Опыты проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с агрохимическими характеристиками: гумус 1,96-2,10%, содержание подвижных форм фосфора – 197-216 мг/кг, калия – 240-256 мг/кг почвы, рН – 5,8.

Изучение действия бактериального препарата клеверин на кормовую продуктивность травостоев клевера ползучего проводилось в 2011-2013 гг. на травостоях 1-го и 2-го годов пользования, 2 закладки опытов – в 2011 г. посев проведен 20 мая, в 2012 г. – 20 июня, норма высева – 6 млн. всхожих семян на 1 га. В обеих закладках опыта всходы клевера появлялись на 7 день, полные всходы наблюдались на 10-11 день. Всхожесть на контрольном и опытном вариантах была на одном уровне (64,3-70,6%) и составляла 386-412 растений на 1 м².

Опыт включает 3 варианта:

1. Контроль (обработка не проводилась)
2. Обработка семян препаратом клеверин (5л/т); рабочей жидкости 10л/т.
3. Обработка в фазу полных всходов бактериальным препаратом клеверин (20 л/т); рабочей жидкости 300 л/га.

Сроки применения препарата: предпосевная обработка семян в день посева, опрыскивание травостоев в фазу первого тройчатого листа клевера ползучего. Семена клевера ползучего были обработаны препаратом клеверин непосредственно перед посевом. Общая площадь делянки 30 м², повторность 3-х кратная, расположение делянок трехъярусное, систематическое.

Травостои клевера ползучего были обработаны препаратом клеверин по вегетирующим растениям. Фаза развития клевера ползучего – полные всходы, норма расхода препарата – 20 л/га.

Учеты урожайности зеленой массы клевера ползучего проводились при достижении пастбищной спелости кормоуборочным комбайном Хеге-216, с автоматическим взвешиванием образца.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2011 г. посев проведен 20 мая, а в 2012 г. из-за жаркой и сухой погоды в мае посеяли клевер ползучий 20 июня, норма высева – 6 млн. всхожих семян на 1 га. В обеих закладках опыта всходы клевера появлялись на 7 день, полные всходы наблюдались на 10-11 день. Всхожесть в контрольном и опытном вариантах была на одном уровне (64,3-68,7%) и составляла 386-412 растений на 1 м² (таблица 1).

Отмечено, что штамм ризосферных бактерий *Pseudomonas fluorescens* AP267, входящих в состав клеверина, положительно влиял на рост и развитие травостоев клевера ползучего. В варианте с повсходовой обработкой препаратом растения отличались от контрольного варианта ускоренным развитием.

В период вегетации 2011 г. и 2012 г. в первый год жизни растений клевера ползучего обработка семян препаратом клеверин способствовала росту и развитию растений, появлению на два дня раньше второго тройчатого листа.

Сохранность растений в период вегетации 1 года жизни составила в контрольном варианте 42,2% от взошедших семян. Сохранность растений при об-

Таблица 1 – Полевая всхожесть и сохраняемость растений в 1 и 2 годы жизни клевера ползучего при обработке препаратом клеверин

Вариант	Количество взошедших растений, 2011 г.		Количество растений перед зимовкой 1 г.ж., 2011 г.		Количество растений весной 2 г.ж. 2012 г.		Количество растений в конце вегетации 2 г.ж.	
	шт./м	%	шт./м	%	шт./м	%	шт./м	%
Контроль без обработки	386	64,3	163,0	42,2	140,8	36,5	102,8	26,6
Обработка семян	412	68,7	200,6	48,6	157,4	38,2	118,6	28,8
Обработка по всходам	392	65,3	188,9	48,2	147,8	37,7	108,8	27,8
НСР ₀₅	19,7		13,5		13,1		8,7	

работке бактериальным препаратом клеверин семян и всходов повышалась до 48,2-48,6% или на 14-15% больше контрольного (таблица 1).

После зимовки сохранность растений в травостоях 2 года жизни составила 36,5% в контрольном варианте и 37,7-38,2% при внесении бактериального препарата. К концу вегетации травостоя 2 года жизни сохранилось 102,8 материнских растений в контрольном варианте без обработки и 108,8-118,6 материнских растений при обработке семян и всходов клевера ползучего. Сохранность растений к концу вегетации 2 г.ж. составила 26,6 и 27,8-28,8% от взошедших семян соответственно. При этом плотность травостоев увеличилась за счет ветвления материнских растений и образования корневой системы дочерними растениями.

Обработка семян клевера бактериальным препаратом клеверин способствовала нарастанию надземной биомассы на 12,6% (таблица 2), а внесение препарата клеверин на травостой клевера ползучего в фазу одного – двух тройчатых листьев способствовало росту растений и накоплению надземной биомассы на 12,9% относительно контрольного варианта, без обработки препаратом.

Таблица 2 – Влияние препарата клеверин на формирование урожайности зеленой массы клевера ползучего

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га 1 г.ж.				Урожайность зеленой массы, ц/га 2 г.ж.			
	2011 г.	2012 г.	Среднее		2012 г.	2013 г.	Среднее	
			ц/га	%			ц/га	%
Контроль без обработки	98,2	81,1	89,7	100	322,5	388,4	355,5	100
Обработка семян	114,0	88,0	101,0	112,6	349,8	421,6	385,7	108,5
Обработка по всходам	112,3	90,4	101,3	112,9	351,7	423,8	387,8	109,1
НСР ₀₅	1,9		1,4		11,5		12,4	

Положительное влияние препарата клеверин на кормовую продуктивность травостоев клевера ползучего 1-го года жизни было отмечено в 2011 г. и в 2012 г. В 1-ом цикле отчуждения в контрольном варианте была сформирована продуктивность надземной биомассы, составляющая 45,5 ц/га, в варианте с обработкой семян – 50,2 ц/га (+4,7 ц/га), а при обработке по всходам – 52,3 ц/га, т.е. прибавка урожайности зеленой массы составила 10,3 и 14,9% соответственно.

Во 2-м цикле отчуждения также отмечалось положительное действие препарата – урожайность зеленой массы контрольного варианта составила 35,6 ц/га, при обработке семян – 37,8 ц/га, при обработке травостоев клевера ползучего по всходам – 38,1 ц/га. Прибавка урожайности составила 6,2 и 7,0% соответственно по вариантам.

Суммарная урожайность зеленой массы за вегетацию 2011 г. на травостоях клевера ползучего контрольного варианта составила 98,2 ц/га, в варианте с обработкой семян – 114,0 ц/га, в варианте с обработкой всходов – 112,3 ц/га, превышение составило 16 и 14% соответственно.

Суммарная за вегетацию 2012 г. урожайность зеленой массы на травостоях клевера ползучего без обработки препаратом клеверин составила 81,1 ц/га, в варианте с обработкой семян – 88,0 ц/га (+8,5%), в варианте с обработкой по всходам – 90,4 ц/га (+11,5%).

В среднем за 2011-2012 гг. обработка семян бактериальным препаратом способствовала формированию зеленой надземной массы на 12,6%, а в варианте с обработкой всходов клевера – на 12,9% выше контрольного варианта (таблица 2).

Погодно-климатические условия 2013 г. характеризовались поздним наступлением начала вегетации из-за низких среднесуточных температур и снежного покрова, который сохранялся до третьей декады марта. В связи с этим первое отчуждение травостоев клевера ползучего было проведено не в 3-ей декаде мая, как это бывает обычно, а лишь 12 июня. К этому периоду травостой клевера ползучего достигли высоты 28-30 см при урожайности зеленой массы 262,0 ц/га в контрольном варианте, 285,3 ц/га в варианте с обработкой семян и 284,1 ц/га – при обработке по всходам.

Примерно на таком же уровне была прибавка урожайности зеленой массы относительно контрольного варианта во втором цикле отчуждения. Травостой сформировали кормовую продуктивность, составляющую 83,4 ц/га зеленой массы в варианте без обработки препаратом, 88,9 ц/га в варианте с обработкой семян и 90,2 ц/га – с обработкой по всходам. Прибавка урожая составила 6,6% и 8,2% соответственно по вариантам.

Максимальную прибавку урожая зеленой массы внесение препарата клеверин обеспечило в третьем цикле отчуждения, приходящемся на период летней засухи. Травостоями клевера ползучего без обработки было сформировано 43,0 ц/га зеленой массы, в варианте с обработкой семян – 47,4 ц/га, в варианте с обработкой по всходам – 49,5 ц/га, что составляет 10,2 и 15,1% соответственно (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние препарата клеверин на урожайность надземной биомассы травостоев клевера ползучего 1-го г.п., сумма за вегетацию 2013 г.

Название варианта	Урожайность зеленой массы, ц/га			Суммарная урожайность, ц/га	± к контролю, %
	1-й укос	2-й укос	3-й укос		
Контроль (без обработки)	262,0	83,4	43,0	388,4	-
Обработка семян	285,3	88,9	47,4	421,6	8,5
Обработка по всходам	284,1	90,2	49,5	423,8	9,1
НСР ₀₅	12,3	5,0	3,6		

В целом за вегетационный период 2013 г. травостоями клевера ползучего 1 г.п. была сформирована продуктивность надземной биомассы, составляющая 388,4 ц/га в варианте без внесения препарата клеверин (контроль). Обработка клеверином семян клевера ползучего перед посевом обеспечила формирование урожайности зеленой массы 421,6 ц/га, на 8,5% превышающей контрольный вариант, в варианте с обработкой клеверином травостоев клевера ползучего по всходам 423,8 ц/га или 9,1% соответственно (таблица 3).

Заключение

1. В первый год жизни растений клевера ползучего обработка семян препаратом клеверин способствует росту и развитию растений (появлению на два дня раньше второго тройчатого листа; увеличению сохраняемости растений на 14-15%). Прибавка урожайности зеленой массы в 1-й год жизни травостоев в сумме за 2 цикла отчуждения составила 12,6% при обработке семян перед посевом и 12,9% при обработке клеверином по всходам.

2. Эффективность воздействия на растения клевера 1 года пользования препаратом клеверин при обработке семян и по всходам клевера ползучего, судя по приросту надземной биомассы, находится на одном уровне, превышение составляет 8,5 и 9,1%. Повсходное внесение препарата клеверин окажется предпочтительнее в производстве из-за технологичности этого агроприема в сравнении с обработкой семян (протравливание).

3. При визуальной оценке посевов клевера фунгицидное действие препарата клеверин не выявлено в связи с отсутствием поражения листовыми болезнями травостоев клевера. Однако сохранность растений при обработке семян и всходов повышается, что свидетельствует о лучшем фитосанитарном состоянии растений и улучшении условий минерального питания.

Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Методика опытов на сенокосах и пастбищах / В.Г. Игловигов [и др.]. – ВИК, 1971. – 233с.
3. Чекель, Е.И. Эффективность бактериального препарата Клеверин на клевере луговом / Е.И. Чекель, Л.В. Дервезд, Л.В. Перебитюк // Кормопроизводство: технологии, экономика, почвосбережение: матер. Межд. науч.-практ. конф., г.Жодино, 25-26 июня 2009 г. / РУП

«Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.). [и др.]. – Минск, ИВЦ Минфина, 2009. – С. 197-198.

4. Дервоед, Л.В. Биологическая и хозяйственная эффективность бактериального препарата Клеверин / Л.В. Дервоед // Современные технологии сельскохозяйственного производства: XII Междунар. науч.-практ. конф., г. Гродно, 15-16 мая 2009 г. – Гродно, Издательско-полиграфический отдел УО ГГАУ, 2009. – С. 181-182.

**BIOLOGICAL EFFICIENCY OF BACTERIAL PRODUCT KLEVERIN ON WHITE CLOVER
SWARDS**

E.R. Klyga, P.P. Vasko

The results of the use of bacterial product Kleverin on white clover swards are presented in the article. It was established that in the first year of use, treatment of white clover seeds with product Kleverin promotes plant growth and development (emergency of the second ternate leaf 2 days earlier; increase of plant saving by 14-15%). The application of the product on one-year white clover swards at the phase of one-two ternate leaves contributes to the plant growth and accumulation of overground biomass by 12.6% in comparison with the standard and by 12.9% when Kleverin was used on the seeds.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

СКРИНИНГ СОРТООБРАЗЦОВ КОНКУРСНОГО ИСПЫТАНИЯ ОЗИМОГО И ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ НА ПРИСУТСТВИЕ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ, СТЕБЛЕВОЙ И ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЕ ПШЕНИЦЫ

*Т.В. Долматович¹, А.А. Булойчик¹, С.И. Гриб², В.Н. Бушневич²,
Л.В. Болошенко², Ж.С. Пилипенко²*

¹Институт генетики и цитологии НАН Беларуси

²Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 11.03.2016 г.)

Аннотация. *Отработана методика маркер-сопутствующей селекции тритикале по признаку устойчивости к бурой, стеблевой и желтой ржавчине. Отобраны селекционные образцы, содержащие гены устойчивости Lr10, Lr25, Lr2, Yr9, Sr31, Sr2, Yr5 и Yr10. Выделены озимые сортообразцы тритикале с комплексом генов: 17268, 19946 (Lr26, Sr31, Yr5, Yr9 и Yr10), 19408 (Lr26, Sr31, Yr9 и Yr10). В селекционных образцах тритикале не выявлены гены устойчивости Lr1, Lr9, Lr12, Lr19/Sr25, Lr20/Sr15, Lr21, Lr24/Sr24, Lr28, Lr34/Yr18, Lr35/Sr39, Lr37/Sr38/Yr17, Lr47, Sr22, Sr26, Sr36, Sr40, Sr44, Sr45, Sr50, Sr1RS^{Amigo} и Yr26.*

Одним из направлений в решении проблемы увеличения производства зерна является создание и внедрение в сельскохозяйственное производство устойчивых к заболеваниям сортов. Использование генетически устойчивых сортов является наиболее экономически и экологически эффективным методом контроля болезней, позволяющим снизить или элиминировать применение фунгицидов и свести к минимуму потери урожая от ржавчины.

Первоначально растения тритикале не поражались ржавчинными болезнями, но в связи с широким выходом тритикале в промышленное производство производства фитопатологическая ситуация ухудшилась. Тритикале поражается физиологическими формами ржавчинных заболеваний пшеницы: бурая (*Puccinia triticina* f.sp.*tritici* Erikss.), стеблевая (*P. graminis* f. *tritici* Erikss. and Henning) и желтая (*P. striiformis* f. *tritici* Erikss.) ржавчины. Потери урожая зерна тритикале от вредных организмов могут составлять 20-30% [1].

Применение молекулярных маркеров позволяет идентифицировать гены устойчивости в сортах, гибридах и селекционных линиях на любой стадии развития, что ускоряет отбор целевых генотипов и повышает эффективность селекционного процесса. Для того, чтобы с большей надежностью контролировать болезнеустойчивость, важно иметь в распоряжении молекулярно-генетические маркеры, сопряженные с этим признаком. Предпочтение для MAS селекции отдается ген-специфическим маркерам, но, учитывая небольшое число клонированных генов для потребностей селекции, в большинстве случаев используются диагностические маркеры, сцепленные с генами устойчивости.

Согласно каталогу генных символов [2] у пшеницы идентифицировано 80 генов устойчивости к бурой ржавчине, 76 к стеблевой и 70 генов устойчивости к желтой ржавчине.

Цель работы – анализ сортообразцов конкурсного испытания ярового и озимого тритикале на наличие носителей генов устойчивости к бурой, стеблевой и желтой ржавчине.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования были 24 сортообразца озимого и 18 ярового гексаплоидного тритикале конкурсного испытания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Экстракцию ДНК осуществляли из 10 индивидуальных проростков для каждого сорта (случайная выборка по 10 зерен для каждого сорта) по методу Plaschke и др. [3]. Реакцию амплификации с отобранными из литературных данных [2, 4] праймерами к генам устойчивости проводили согласно протоколу, описанному в методических рекомендациях [5, 6]. Положительным контролем служили изогенные линии пшеницы и сорта, в которых гены устойчивости идентифицированы, в качестве отрицательного контроля – сорта, в которых гены устойчивости не выявлены. Анализ полученных фрагментов амплификации проводили в агарозном геле. В качестве маркера молекулярного веса использовали GeneRuler™ 100bp DNA Ladder Plus (ThermoScientific). В работе использовано 42 молекулярных маркера, сцепленных с генами устойчивости к бурой ржавчине: *Lr1*, *Lr9*, *Lr10*, *Lr12*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr21*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr26*, *Lr28*, *Lr34*, *Lr35*, *Lr37*, *Lr47*; стеблевой ржавчине: *Sr2*, *Sr15*, *Sr22*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr26*, *Sr31*, *Sr36*, *Sr38*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr44*, *Sr45*, *Sr50* и *Sr1RS^{Admigo}* и желтой ржавчине: *Yr5*, *Yr9*, *Yr10*, *Yr17*, *Yr18* и *Yr26*.

Работу по оценке полевой резистентности к бурой ржавчине селекционных посевов озимого и ярового тритикале проводили на опытном поле производственного участка «Пережное» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Каждый образец был представлен делянкой 10 м² в четырех повторностях. Оценку проводили по проценту развития болезни на флаговом листе (фаза «молочно-восковая спелость») по шкале [7].

Результаты и их обсуждение. Маркерный анализ сортообразцов тритикале показал, что в изученных образцах присутствуют гены устойчивости: *Lr10*, *Lr25*, *Lr26/Yr9/Sr31*, *Sr2*, *Yr5* и *Yr10* (таблицы 1, 2).

С помощью маркера F1.2245/Lr10-6/t2 ген устойчивости *Lr10* выявлен у сортообразца ярового тритикале 3312 (таблица 1). Ген *Lr10* встречается у многих сортов и линий пшеницы, ведущих свое происхождение от селекционных программ CIMMYT, распространен в старых австралийских и североамериканских сортах [2]. В настоящее время относится к неэффективным к белорусской популяции бурой ржавчины [8], поэтому рекомендуется его использование в сочетании с другими генами устойчивости.

Гены устойчивости *Lr25* и *Lr26* привнесены в геном пшеницы от ржи *Secale cereale* L. в составе кластера сцепленных генов устойчивости *Lr25/Pm7* и *Lr26/Yr9/Sr31/Pm8*.

Таблица 1 – ПЦР-детекция локусов, сцепленных с генами устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине в сортообразцах ярового тритикале конкурсного испытания 2015 г. и их фитопатологическая оценка на стадии проростков и молочно-восковой спелости

Селекционный номер	Поражение флагового листа, %	Наличие/отсутствие (+/-) локуса, сцепленного с маркером	
		(<i>Lr10</i>)	(<i>Sr2</i>)
2268	0-5	–	–
1708	0-5	–	+
2474	5	–	–
7114	0	–	–
2595	0	–	+
2289	0	–	–
2008	0	–	+
2702	0	–	null
2440	5	–	–
2460	0	–	–
2740	0	–	–
2480	0	–	–
3312	0	+	–
2642	0	–	null
2506	5-10	–	–
2603	5-10	–	+
2869	0	–	null
2718	0	–	–

Примечание – Локусов, сцепленных с генами *Lr1*, *Lr9*, *Lr12*, *Lr19/Sr25*, *Lr20/Sr15*, *Lr21*, *Lr24/Sr24*, *Lr25*, *Lr26/Yr9/Sr31*, *Lr28*, *Lr34/Yr18*, *Lr35/Sr39*, *Lr37/Sr38/Yr17*, *Lr47*, *Sr22*, *Sr26*, *Sr36*, *Sr40*, *Sr44*, *Sr45*, *Sr50* и *Sr1RS^{Amigo}*, *Yr5*, *Yr10*, *Yr26* не обнаружено.

Сегмент хромосомы 2R с генами устойчивости к бурой ржавчине *Lr25* и мучнистой росе *Pm7* передан в *Triticum aestivum* от *S. cereale* (сорт Rosen) в результате транслокации 4B.2R [2]. Анализ сортообразцов тритикале с маркером *Lr25F20/ R19* к гену устойчивости *Lr25* показал, что фрагмент амплификации 1800 п.н. идентифицируется в образце 20384 (таблица 2). В работе D. Samsamroug с соавторами [9] показано, что ген устойчивости *Lr25* тесно сцеплен с *Lr48*. Маркер *S3₄₅₀*, разработанный для детекции *Lr48* синтезируется в изогенной линии пшеницы *TcLr25* и селекционной линии *CSP44* (Австралия).

Гены устойчивости *Lr26/Sr31/Yr9*, *Sr50* и *Sr1RS^{Amigo}* переданы в *T. aestivum* от *S. cereale* в результате транслокации: 1BL.1RS от *Petkus* – *Lr26/Yr9/Sr31/Pm8*, 1AL.1RS от *Insave* – *Sr1RS^{Amigo}*, 1BL.1RS (линия пшеницы *DRA-1*) и 1DL.1RS (линия пшеницы *Gabo*) от *Imperial* – *Sr50*.

Для идентификации генов устойчивости *Lr26/Yr9/Sr31* в селекционном материале нами использованы фланкирующие транслокацию 1BL.1RS маркеры: *Iag95* с дистальной стороны длинного плеча хромосомы 1BL и *P6M12-P* с про-

Таблица 2 – ПЦР-детекция локусов, сцепленных с генами устойчивости к бурой, стеблевой и желтой ржавчине в сортообразцах озимого тритикале конкурсного испытания 2015 г. и их фитопатологическая оценка на стадии проростков и молочно-восковой спелости

Селекционный номер	Поражение флагового листа, %	Наличие/отсутствие (+/-) локуса, сцепленного с маркером						
		F20/R19 (<i>Lr25</i>)	P6M12-P (<i>Lr26/Sr31/Yr9</i>)	IB-267 (<i>Sr31/Sr50</i>)	Iag95 (<i>Lr26/Sr31/Yr9</i>)	(<i>Sr2</i>)	(<i>Yr5</i>)	(<i>Yr10</i>)
20531	5-10	-	-	+	-	-	-	-
19346	10	-	+	+	-	-	-	-
18928	0	-	-	-	+	-	-	+
19119	5-10	-	+	+	+	-	H	+
18947	10	-	+	-	-	-	-	+
19408	25	-	+	+	+	-	-	+
19946	5-10	-	+	+	+	-	+	+
19596	25	-	+	-	-	-	H	+
19728	5-10	-	+	-	-	-	H	+
20141	25	-	+	-	-	-	+	+
20195	10	-	+	-	-	-	H	-
20229	10	-	-	-	+	-	-	-
20241	25	-	+	-	-	-	-	+
20260	0	-	-	-	-	-	-	-
20265	25	-	-	-	+	-	-	-
20280	25	-	+	-	-	-	+	+
20315	10	-	+	-	-	-	+	+
20384	0	+	+	-	-	-	-	+
20385	0	-	+	+	-	-	-	+
20450	0	-	-	-	-	-	-	-
20470	0	-	-	-	-	-	-	-
20525	0	-	-	+	-	+	-	-
20527	0	-	-	+	-	null	-	-
20530	0	-	-	+	-	null	-	-

Примечание – Локусов, сцепленных с генами *Lr1*, *Lr9*, *Lr10*, *Lr12*, *Lr19/Sr25*, *Lr20/Sr15*, *Lr21*, *Lr24/Sr24*, *Lr28*, *Lr34/Yr18*, *Lr35/Sr39*, *Lr37/Sr38/Yr17*, *Lr47*, *Sr22*, *Sr26*, *Sr36*, *Sr40*, *Sr44*, *Sr45*, *Sr50* и *Sr1RS^{Amigo}*, *Yr26* не обнаружено.

ксимальной [10]. Дополнительно использовали маркер IB-267, который сконструирован для детекции в сортах пшеницы гена устойчивости *Sr50*.

Анализ сортообразцов тритикале конкурсного испытания с маркерами Iag95 и P6M12-P показал, что фрагменты амплификации 1050 п.н. (Iag95) и 260 и 360 п.н. (P6M12-P) одновременно присутствуют у сортообразцов 17268, 19408 и 19946 (таблица 2). У сортообразцов озимого тритикале 19346, 18947,

19596, 19728, 20141, 20195, 20241, 20280, 20315, 20384 и 20385 присутствовали только фрагменты амплификации длиной 260 и 360 п.н. (P6M12-P), а у образцов 18928, 20229 и 20265 – только фрагмент амплификации 1050 п.н. (Iag95).

При изучении сортообразцов озимого и ярового тритикале с маркером IB-267 синтезировался фрагмент амплификации с длиной около 200 п.н. у озимых сортообразцов тритикале: 20531, 19364, 17268, 19408, 19946, 20385, 20525, 20527, 20530 (таблица 2). R. Mago с соавторами [10] показали, что фрагмент около 200 п.н. амплифицировался у сортов пшеницы с 1BL.1RS от ржи Petkus и 1DL.1RS от Imperial. В образцах тритикале 20531, 20525, 20527 и 20530 может присутствовать ген устойчивости *Sr50*, полученный от сорта ржи Imperial. У пшеницы оба гена *Sr31* и *Sr50* наследуются как отдельные локусы, а у ржи, вероятно, эти гены аллельны. В тоже время, согласно каталогу McIntosh [2] ген устойчивости *Sr50* локализован в 1DS пшеницы, поэтому, скорее всего, данный фрагмент амплификации у перечисленных образцов синтезируется в геноме ржи.

По результатам анализа популяции патогена 2009 г. ген устойчивости к бурой ржавчине пшеницы *Lr26* оказался эффективным к белорусской популяции патогена, в тоже время было обнаружено 11% изолятов, вирулентных к нему, что свидетельствует о возможности их накопления в случае возделывания сортов, содержащих данный ген [8]. В тоже время вирулентные к *Lr26* клоны гриба *P. triticina* выявлены во всех регионах России, где ген *Lr26* относится к генам устойчивости, утратившим свою эффективность в связи с широким возделыванием сортов Аврора и Кавказ.

Ген устойчивости *Sr2* интрогрессирован в мягкую пшеницу от *T. turgidum* и локализован в коротком плече хромосомы 3В пшеницы [2]. С ним тесно сцеплены два морфологических маркера: псевдочерная колосковая чешуя (pseudo black chaff) и проростковый хлороз (seedling chlorosis), которые используются как фенотипические маркеры для отбора устойчивых форм. Рецессивный ген *Sr2* определяет возрастную устойчивость, что затрудняет отбор носителей данного гена. Ген устойчивости *Sr2* выявлен у сортообразцов ярового тритикале 1708, 2595, 2008 и 2603 и одного озимого сортообразца 20525. Ген *Sr2* не потерял своей эффективности к стеблевой ржавчине на протяжении длительного времени во многих регионах мира и по настоящее время используется в селекции на устойчивость ко всем вирулентным расам стеблевой ржавчины [11].

Ген устойчивости к желтой ржавчине *Yr5* идентифицирован в гексаплоидной пшенице *T. spelta album* и локализован в длинном плече хромосомы 2В на расстоянии 21cM от центромеры [2]. Анализ селекционных образцов тритикале показал, что ген устойчивости *Yr5* идентифицируется в сортообразцах 19946, 20141, 20280 и 20315 (таблица 2). В гетерозиготном состоянии ген устойчивости *Yr5* выявлен в образцах озимого тритикале 17268, 19596, 19728 и 20195. Ген *Yr5* проявляет устойчивость к большинству изолятов *P. striiformis* f. *tritici* в Великобритании [12], Индии, Австралии, США [13], Казахстане [14].

Ген устойчивости *Yr10* идентифицирован в линии пшеницы P.I.178383 [15]. Локализован ген *Yr10* в коротком плече хромосомы 1В и сцеплен с геном

Rgl, ответственным за красную окраску колосковой чешуи, на расстоянии 2сМ [2]. Тестирующей линией гена *Yr10* является французский сорт Мого. Скрининг сортообразцов ярового и озимого тритикале показал, что носителями гена устойчивости *Yr10* являются образцы озимого тритикале 18928, 17268, 18947, 19408, 19946, 19596, 19728, 20141, 20241, 20280, 20315, 20384 и 20385 (таблица 2). Ген *Yr10* относится к эффективным к *P. striiformis* f. *tritici* в Китае [16], Великобритании [12]. Оценка устойчивости к желтой ржавчине к казахской популяции *Pst* показала высокую устойчивость образцов с геном *Yr10* [14].

Анализ результатов молекулярного скрининга показал, что сортообразцы озимого тритикале 17268 и 19946 являются носителями пяти генов устойчивости (*Lr26*, *Sr31*, *Yr5*, *Yr9* и *Yr10*) к изученным видам ржавчины, а образец 19408 является носителем четырех генов устойчивости – *Lr26*, *Sr31*, *Yr9* и *Yr10*.

В селекционных образцах тритикале не выявлены гены устойчивости: *Lr1*, *Lr9*, *Lr12*, *Lr19/Sr25*, *Lr20/Sr15*, *Lr21*, *Lr24/Sr24*, *Lr28*, *Lr34/Yr18*, *Lr35/Sr39*, *Lr37/Sr38/Yr17*, *Lr47*, *Sr22*, *Sr26*, *Sr36*, *Sr40*, *Sr44*, *Sr45*, *Sr50*, *SrIRS^{Amigo}* и *Yr26*.

Заключение

Показана возможность применения молекулярных маркеров для идентификации 36 генов устойчивости тритикале к бурой, стеблевой и желтой ржавчине пшеницы. Анализ 42 сортообразцов ярового и озимого тритикале из селекционных питомников РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» позволил выделить сортообразцы с комплексом генов устойчивости: 19946 – *Lr26*, *Sr31*, *Yr5*, *Yr9*, *Yr10*; 17268, 19408 – *Lr26*, *Sr31*, *Yr9*, *Yr10*.

Полевой устойчивостью к бурой ржавчине обладали сортообразцы конкурсного и предварительного сортоиспытания ярового тритикале: 7114, 2595, 2289, 2008, 2702, 2460, 2740, 2480, 3312, 2642, 2869, 2718 и озимого тритикале: 18928, 20260, 20384, 20385, 20450, 20470, 20530.

Литература

1. Прохорова, С.В. Фитосанитарное состояние посевов тритикале / С.В.Прохорова, В.С.Терещук, А.И.Немкович // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 2000. – №2. – С. 51-56.
2. McIntosh, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat. 2015 / R.A. McIntosh, Y. Yamazaki, J. Dubcovsky, J. Rogers, Morris C., Somers D.J., Appels R., Devos K.M. // Mode of access: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>. – Date of access: 11.01.2016.
3. Plaschke, J. RFLP-mapping of genes affecting plant height and growth habit in rye / J. Plaschke, A. Börner, D.X. Xie, R.M.D. Koebner, R. Schlegel, M.D. Gale // Theor. Appl. Genet. – 1993. – Vol. 85, N8. – P. 1049-1054.
4. Marker assisted selection in wheat (MasWheat) [Electronic resource] – Mode of access: <http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/StemRust/index.htm>. – Date of access: 26.01.2016.
4. Долматович, Т.В. ДНК-технология идентификации генов устойчивости тритикале к возбудителям бурой, стеблевой и желтой ржавчины пшеницы. Методические рекомендации / Т.В. Долматович, А.А. Булойчик // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Национальная академия наук Беларуси, Институт генетики и цитологии НАН Беларуси.– Минск, 2015. – 32 с.
6. Долматович, Т.В. ДНК-технология идентификации генов устойчивости пшеницы к возбудителю бурой ржавчины. Методические рекомендации Т.В. Долматович, А.А. Булой-

чик // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Национальная академия наук Беларуси, Институт генетики и цитологии НАН Беларуси. – Минск, 2013. – 64 с.

7. *Гешеле, Э.Э.* Основы фитопатологической оценки в селекции растений / Э.Э. Гешеле. – М.: Колос, 1978. – 208 с.

8. *Булойчик, А.А.* Частота встречаемости генов вирулентности в белорусских популяциях *Puccinia triticina* / А.А. Булойчик, В.С. Борзяк, Е.А. Волуевич // Микология и фитопатология. – 2011. – Т.45, №5. – С. 436-442.

9. *Samsampour, D.* Identification of molecular markers linked to adult plant leaf rust resistance gene Lr48 in wheat and detection of Lr48 in the Thatcher near-isogenic line with gene Lr25 / D.Samsampour, B. M. Zanjani, J.K.Pallavi, A. Singh, A. Charpe, S.K. Gupta, K.V. Prabhu // Euphytica. – 2010. – Vol. 174, №3. – P. 337-342.

10. *Mago, R.* High-resolution mapping and mutation analysis separate the rust resistance genes *Sr31*, *Lr26* and *Yr9* on the short arm of rye chromosome 1 / R. Mago, H. Miah, G.J. Lawrence, C.R. Wellings, W. Spielmeier, H.S. Bariana, R.A. McIntosh, A.J. Pryor, J.G. Ellis // Theor. Appl. Genet. – 2005. – Vol. 112. – P. 41-50.

11. *Singh, R.P.* The emergence of Ug99 races of the stem rust fungus is a threat to world wheat production / R.P. Singh, D.P. Hodson, J. Huerta-Espino, Y. Jin, S. Bhavani, P. Njau, S. Herrera-Foessel, P.K. Singh, S. Singh, V. Govindan // Annual Review of Phytopathology. – 2011. – Vol. 49. – P. 465-481.

12. *Smith, H.* The development of a STS marker linked to a yellow rust resistance derived from the wheat cultivar Moro / H. Smith, D. Koebner, A. Boyd // Theor. Appl. Genet. – 2002. – Vol. 104, N8. – P. 1278-1282.

13. *Кохметова, А.М.* Идентификация носителей генов устойчивости к желтой *Yr5*, *Yr10*, *Yr15* и бурой ржавчине *Lr26*, *Lr34* на основе молекулярного скрининга образцов пшеницы / А.М. Кохметова, З.Б. Сапахова, А.К. Маденова, Г.Т. Есенбекова // Биотехнология. Теория и практика. – 2014. – №1. – С. 71-78.

14. *Yan, G.P.* Resistance gene-analog polymorphism markers co-segregating with the *Yr5* gene for resistance to wheat stripe rust / G.P. Yan, X.M. Chen, R.F. Line, C.R. Wellings // Theor. Appl. Genet. – 2003. – Vol. 106. – P. 636-643.

15. *Metzger, R.J.* Inheritance of resistance to stripe rust and its association with brown glume color in *Triticum aestivum* L., ‘P.I. 178383’ / R.J. Metzger, B.A. Silbaugh // Crop Sci. – 1970. – Vol. 10, N5. – P. 567-568.

16. *Wang, L.F.* Molecular tagging of the yellow rust resistance gene *Yr10* in common wheat, P.I. 178383 (*Triticum aestivum* L.) / L.F. Wang, J.X. Ma, R.H. Zhou, X.M. Wang, J.Z. Jia // Euphytica. – 2002. – Vol. 124, N1. – P. 71-73.

SCREENING OF COMPETITIVE TRIAL ACCESSIONS OF WINTER AND SPRING TRITICALE FOR PRESENCE OF GENES OF RESISTANCE TO LEAF, STEM, AND STRIPE RUST OF WHEAT

***T.V. Dolmatovich, A.A. Buloichik, S.I. Grib, V.N. Bushtevich,
L.V. Boloshenko, Zh.S. Pilipenko***

Methods of marker-assistant triticale breeding for resistance to leaf, stem, and stripe rust was developed. The following breeding accessions containing resistance genes were selected: Lr10, Lr25, Yr2, Yr9, Sr31, Sr2, Yr5, and Yr10. The following winter triticale accessions with a complex of genes were isolated: 17268, 19946 (Lr26, Sr31, Yr5, Yr9, and Yr10), 19408 (Lr26, Sr31, Yr9, and Yr10). The following resistance genes were not revealed in the breeding triticale accessions: Lr1, Lr9, Lr12, Lr19/Sr25, Lr20/Sr15, Lr21, Lr24/Sr24, Lr28, Lr34/Yr18, Lr35/Sr39, Lr37/Sr38/Yr17, Lr47, Sr22, Sr26, Sr36, Sr40, Sr44, Sr45, Sr50, Sr1RS^{Amigo}, and Yr26.

**СОЗДАНИЕ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ
ГИБРИДНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ (*SECALE CEREALE L.*)**

С.И. Гордей, кандидат биол. наук, **Э.П. Урбан**, доктор с.-х. наук,
К.Г. Мельничук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 18.02.2016 г.)

Аннотация. В статье изложены основные результаты создания самофертильных линий озимой диплоидной ржи с использованием разных методов. Описан метод интродукции генов самофертильности в популяции ржи, метод создания инцухт-линий с использованием гетерозисных гибридов F_1 . Отмечена необходимость разработки технологии культуры пыльников *in vitro* для создания удвоенных гаплоидов ржи. Описано практическое использование созданных самофертильных линий в селекции ржи на гетерозис.

Введение. Успех селекции гибридных сортов ржи определяется наличием широкого генофонда родительских компонентов и в первую очередь самоопыленных линий с высоким уровнем самофертильности и слабым проявлением инбредной депрессии в поколениях.

Ранее выдающиеся результаты, достигнутые путем межлинейной гибридизации кукурузы, породили обоснованные надежды на успех аналогичной работы и у других культур. Многие исследователи и у озимой ржи пытались использовать самоопыленные линии с целью получения гетерозисных гибридов. Однако позже пришли к выводу, что при селекции, применяемой в отношении кукурузы и ряда других культур, у ржи особого успеха достичь нельзя, так как из-за низкой самосовместимости наблюдается сильная инбредная депрессия, а гетерозис, проявляющийся при гибридизации инбредных линий, не очень высок и гетерозисные гибриды F_1 , как правило, по продуктивности ниже стандарта. В связи с этим ряд исследователей стали разрабатывать методологию создания высокопродуктивных гибридов специально для ржи. Преодолеть проявление инбредной депрессии в некоторой степени удалось путем использования источников самофертильности, найденных в ряде популяций ржи. На основе таких источников в настоящее время создаются коллекции селекционно-ценных линий с высоким уровнем самосовместимости и слабым проявлением инбредной депрессии.

Успеху создания инцухт-линий ржи во многом поспособствовала локализация генов самофертильности с использованием молекулярно-генетических методов исследований. В настоящее время локализован ряд генов самофертильности: $Sf_1(1R)$; $Sf_2(2R)$; $Sf_3(4R)$; $Sf_5(5R)$; $Sf_4(6R)$ [1]. Картированы 3 мутации, определяющие самофертильность в локусах S, Z и S5 самонесовместимости на хромосомах 1R; 2R и 5R соответственно. Определены 1 белковый и 3 ДНК-маркера для этих локусов [2].

Материал и методика исследований. Материалом для исследований являлись популяционные сорта озимой диплоидной ржи белорусской селекции: Зарница, Ясельда, Юбилейная, Офелия, Алькора, Павлинка; 10 гибридных сортов немецкой селекции с использованием Р-ЦМС («Ратра»), 3 гибридных сорта и 6 гибридных образцов немецкой селекции с использованием G-ЦМС («Guelzower-1») и 5 доноров генов самофертильности из коллекций РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» и ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси».

Опыты проводили по методике Б.А. Доспехова [3]. Для создания инцухт-линий на генетической основе популяционных сортов проводили кастрацию сорта, после чего его опыляли инцухт-линией – донором генов самофертильности (Sf). В последующих поколениях принудительно самоопыляли отдельные растения, колосья и отбирали инцухт-линии по уровню самофертильности, продуктивности и инбредной депрессии. Для создания инцухт-линий на генетической основе гетерозисных гибридов F₁ проводили принудительное самоопыление этих гибридов с последующей оценкой уровня самофертильности по проценту завязываемости зерен в изолированных колосьях.

Период исследований – 2001-2015 гг.

Результаты исследований и их обсуждение. Принудительное самоопыление популяционных сортов диплоидной ржи Зарница, Ясельда, Юбилейная, Офелия, Алькора, Павлинка показало, что они не являются носителями генов самосовместимости. У Зарницы из двадцати опыленных колосьев только на двух завязалось по одному зерну и одном колосе три зерновки, у сорта Офелия – на четырех колосьях по одному зерну, одном колосе – три зерна и на двух колосьях – по два зерна из двадцати самоопыленных колосьев. На остальных сортах не завязалось ни одной зерновки.

С целью определения эффективности ранее выделенного донора генов самофертильности, изучения особенностей экспрессии Sf генов и создания новых инцухт-линий, проведена гибридизация вышеперечисленных сортов (♀) с донорами Sf генов (♂). В таблице 1 на примере комбинации скрещивания *Юбилейная* × *Л-353* представлен уровень самофертильности самоопыленных растений. Видно, что уже в I₁ выражена экспрессия генов самофертильности независимо от генотипа материнского и отцовского компонента. Все растения I₁ комбинации «Юбилейная × Л-353 (источник генов самофертильности)» имели высокий уровень самофертильности при относительно низкой вариации данного признака. Изученные формы характеризовались также высокой массой 1000 зерен (таблица 1).

Аналогичные результаты по эффекту генов самофертильности получены при использовании остальных вышеуказанных популяционных сортов.

Для создания константных форм проводилось последовательное самоопыление выделенных по высокому уровню самосовместимости генотипов с одновременным изучением по восстанавливающей и закрепляющей способности. Данным методом создана коллекция инцухт-линий, с которой проводилась работа по выделению форм с высокой комбинационной способностью, высокой

Таблица 1 – Уровень самофертильности и элементы продуктивности поколения I₁ от скрещивания Юбилейная х Л-353 (2003 г.)

Комбинация скрещивания	Количество цветков в колосе	Количество зерен в колосе	Уровень самофертильности, %	Масса зерна с колоса, г.	Масса 1000 зерен, г.
Юбилейная – контроль	82	0	0	0	43,2 (При свободном опылении)
Юбилейная х Л-353/1	76	55	72,4	2,1	38,2
Юбилейная х Л-353/2	76	55	72,4	1,9	34,5
Юбилейная х Л-353/3	76	44	57,9	1,8	40,9
Юбилейная х Л-353/4	92	72	78,3	2,85	40,0
Юбилейная х Л-353/5	72	42	58,3	1,8	42,9
Юбилейная х Л-353/6	72	42	58,3	1,75	41,7
Юбилейная х Л-353/7	76	33	43,4	1,4	42,4
Юбилейная х Л-353/8	76	40	52,6	1,4	35,0
Юбилейная х Л-353/9	72	37	51,4	1,7	45,9
Юбилейная х Л-353/10	76	48	63,2	2,2	45,8
Юбилейная х Л-353/11	76	31	40,8	1,3	41,9
В среднем			59,0	1,8	40,8

продуктивностью, слабым проявлением инбредной депрессии в поколениях. Выделено более 300 селекционно-ценных форм, которые служили родительскими компонентами экспериментальных гетерозисных гибридов F₁ ржи.

С использованием инцухт-линии под селекционным номером МС-2, которая является закрепителем стерильности для большинства ЦМС-форм «Рапра», создан и включен в Государственный реестр Республики Беларусь гибридный сорт озимой ржи Плиса.

Следует отметить, что несмотря на эффективность данного метода создания инцухт-линий, процесс кастрации, гибридизации и отбора форм по уровню самофертильности трудоемок. Кроме того, как показывает практика, после последующего отбора инцухт-линий по морфологическим, хозяйственно-полезным признакам, комбинационной способности, уровню инбредной депрессии, закреплению стерильности и восстановлению фертильности, только 3-5% генотипов могут быть использованы в качестве родительских компонентов гетерозисных гибридов F₁.

Для создания инцухт-линий большой интерес представляет использование уже существующих гибридных сортов, в которых присутствуют гены самофертильности. К настоящему времени в Европе создан достаточно большой генофонд гетерозисных гибридов F₁ различного экологического происхождения, который может служить ценным исходным материалом для создания новых инцухт-линий. Нами проведено принудительное самоопыление отдельных растений гибридных межлинейных (на генетической основе Р-ЦМС) и линейно-популяционных (с использованием G-ЦМС) сортов ржи западноевропейской, белорусской и украинской селекции. Из таблиц 2 и 3 видно, что подавляющее

большинство самоопыленных растений характеризовались высоким уровнем фертильности колоса.

Таблица 2 – Уровень самофертильности при принудительном самоопылении межлинейных гетерозисных гибридов F₁ ржи на основе Р-ЦМС (2008 г.)

Селекционный номер	Среднее количество цветков в колосе	Среднее количество зерен в колосе	Уровень самофертильности, %
LP-1	64	36	56,3
LP-2	60	44	73,3
LP-3	60	27	45,0
LP-4	64	45	70,3
LP-5	72	43	59,7
LP-6	72	46	63,9
LP-7	68	50	73,5
LP-8	64	53	82,8
LP-9	68	59	86,8
LP-10	56	41	73,2
LP-11	52	41	78,8
LP-12	60	38	63,3
LP-13	64	59	92,2
LP-14	56	44	78,6
LP-15	66	41	62,1
LP-16	76	71	93,4
LP-17	60	47	78,3
LP-18	52	33	63,5
LP-19	60	41	68,3
LP-20	64	3	04,7
LP-21	72	16	22,2
LP-22	64	17	26,6
LP-23	48	8	16,7
LP-24	76	18	23,7
LP-25	60	12	20,0
LP-26	64	4	06,3
В среднем			57,1

При этом следует отметить, что для линейно-популяционных гибридов на основе G-ЦМС средний уровень фертильности колоса на 18,1% выше по сравнению с гибридами Р-типа. Вариация данного признака также менее выражена у линейно-популяционных гибридов с использованием G-ЦМС: 34,6-100,0%, в то время как для гибридов на основе Р-ЦМС – 4,7-93,4%.

Различия по уровню самофертильности между гибридами систем ЦМС Р- и G-типов связано с разным индексом восстановления фертильности пыльцы.

Ранее установлено, что практически все современные гибридные сорта на генетической основе Р-ЦМС характеризуются относительно низким индексом восстановления, часто приводящим к череззернице и большей восприимчивости к спорынье [4]. Для G-ЦМС, как известно, не возникает проблем с восстановлением фертильности пыльцы у гибридов [5].

Таблица 3 – Уровень самофертильности при принудительном самоопылении линейно-популяционных гетерозисных гибридов F₁ ржи на основе G-ЦМС (2010 г.)

Селекционный номер	Уровень самофертильности, %	Селекционный номер	Уровень самофертильности, %	Селекционный номер	Уровень самофертильности, %
M-1	55,0	M-38	78,3	M-75	89,7
M-2	42,2	M-39	87,5	M-76	83,8
M-3	82,1	M-40	78,6	M-77	65,6
M-4	80,0	M-41	76,8	M-78	73,3
M-5	94,7	M-42	30,6	M-79	65,0
M-6	87,5	M-43	85,9	M-80	79,4
M-7	46,9	M-44	84,4	M-81	93,4
M-8	63,3	M-45	83,3	M-82	42,3
M-9	73,3	M-46	58,3	M-83	65,6
M-10	73,8	M-47	57,1	M-84	60,3
M-11	82,4	M-48	91,1	M-85	56,7
M-12	97,5	M-49	95,6	M-86	79,7
M-13	87,5	M-50	64,7	M-87	61,7
M-14	76,6	M-51	89,1	M-88	81,3
M-15	73,4	M-52	95,3	M-89	63,9
M-16	91,2	M-53	88,3	M-90	69,1
M-17	91,5	M-54	94,1	M-91	41,7
M-18	89,1	M-55	89,7	M-92	93,3
M-19	68,8	M-56	94,1	M-93	53,6
M-20	76,7	M-57	83,3	M-94	68,3
M-21	48,3	M-58	82,0	M-95	85,0
M-22	89,7	M-59	78,6	M-96	65,3
M-23	60,7	M-60	86,7	M-97	59,4
M-24	88,3	M-61	81,3	M-98	83,3
M-25	76,7	M-62	76,6	M-99	80,0
M-26	92,9	M-63	88,2	M-100	83,3
M-27	81,7	M-64	76,4	M-101	96,9
M-28	87,5	M-65	72,2	M-102	80,6
M-29	61,7	M-66	92,2	M-103	85,3
M-30	73,3	M-67	73,4	M-104	56,5
M-31	84,4	M-68	71,9	M-105	100,0
M-32	83,3	M-69	86,7	M-106	83,3
M-33	36,7	M-70	85,7	M-107	94,1
M-34	83,3	M-71	73,4	M-108	86,7
M-35	89,1	M-72	90,6	M-109	80,0
M-36	93,3	M-73	92,2	M-110	89,6
M-37	76,7	M-74	39,5	M-111	34,6
В среднем:					75,2

Результаты наших исследований подтверждают эффективность метода получения инцухт-линий с использованием гибридных сортов ржи с целью расширения генофонда исходного материала для создания гетерозисных гибридов

F₁. Применение данного подхода сокращает сроки и трудоемкость создания новых самоопыленных линий. Кроме того, учитывая, что родительскими компонентами гибридных сортов являются селекционно-ценные генотипы, следует ожидать, что последующее использование таких инцухт-линий облегчит процессы выделения закрепителей стерильности, восстановителей фертильности, выявления высококомбинационных форм, создания селекционно-ценных систем ЦМС и гетерозисных гибридов F₁. Однако следует иметь в виду, что использование межлинейных гибридных сортов ржи ограничивает создание широкого генофонда линий, поскольку такие гибриды состоят из трех-четырех инцухт-линий. Более широкий генофонд самоопыленных линий может быть создан с использованием линейно-популяционных гибридных сортов, где их отцовскими компонентами являются популяционные сорта ржи.

При принудительном самоопылении четырех гибридных сортов ржи (по 20 растений каждого) селекции Института растениеводства им. В.Я. Юрьева Национальной академии аграрных наук Украины только на одном колосе сорта Слобожанец завязалась одна зерновка (таблица 4), что указывает на отсутствие генов самосовместимости в данных сортах. Данный факт объяснить не представляется возможным, так как методы создания этих гибридных сортов ржи неизвестны. Возможно они представляют собой сорта-синтетики или композиционные сорта, где не требуется использования генов самосовместимости, а эффект гетерозиса проявляется при переопылении в F₁, подобранных по одинаковому морфотипу образцов ржи (линий, гибридов, популяций).

Таблица 4 – Уровень самофертильности при принудительном самоопылении гибридных сортов ржи селекции Украины (2012 г.)

Селекционный номер	Среднее количество цветков в колосе	Количество зерен в колосе	Уровень самофертильности, %
Хамарка	66	0	0,000
Юрьевец	64	0	0,000
Первисток	68	0	0,000
Слобожанец	68	1	1,470
В среднем			0,004

На основании вышеизложенного, не принимая во внимание результаты, полученные на гибридах селекции Украины, можно сделать вывод, что использование гетерозисных гибридов F₁ на 1-2 года сокращает сроки создания новых инцухт-линий. Вместе с тем, применение доноров генов самофертильности для получения инцухт-линий на генетической основе популяционных сортов более эффективно с точки зрения адаптивности местных популяций ржи по сравнению с гибридными сортами западноевропейской селекции.

В 2014-2015 гг. проведены исследования по использованию технологии андрогенеза *in vitro* для создания гомозиготных линий ржи. Однако получить удвоенные гаплоиды на генетической основе диплоидных образцов ржи не удалось. В первую очередь, это обусловлено биологией данной зерновой культуры.

Также летальный эффект в 100% случаев имел место при обработке коллицином для полиплоидизации гаплоидных растений-регенерантов [6]. Использование данного метода дополнительно усложняется тем, что для создания гомозиготных инцухт-линий как родительских компонентов гибридных сортов, необходима предварительная интродукция генов самофертильности в популяции, либо использование существующих гетерозисных гибридов ржи, где уже присутствуют эти гены. Без генов самофертильности невозможно размножение инцухт-линий в поколениях, т.к. при принудительном самоопылении зерновки не завязываются из-за высокого уровня самонесовместимости.

Заключение

Результаты настоящих исследований показали возможность использования двух методов создания самофертильных линий озимой диплоидной ржи:

1. Интродукция генов самофертильности в популяции с последующим принудительным самоопылением и отбором селекционно-ценных генотипов.

2. Принудительное самоопыление гетерозисных гибридов F_1 – носителей генов самосовместимости с последующим отбором в поколениях селекционно-ценных инцухт-линий.

С использованием этих методов в течение 2000-2015 гг. создана коллекция самофертильных линий с высоким уровнем ($\geq 80\%$) самосовместимости и слабым проявлением инбредной депрессии в поколениях. На их основе созданы системы ЦМС Р- и G-типов (закрепитель стерильности, мужски стерильный аналог, восстановитель фертильности) и ряд экспериментальных гетерозисных гибридов F_1 , в том числе первый гибридный сорт белорусской селекции Плиса.

Получение удвоенных гаплоидов ржи также заслуживает внимания. Однако в настоящее время в мире не разработано эффективной методики культуры пыльников *in vitro*. По сравнению с другими зерновыми культурами (ячмень, пшеница) рожь характеризуется крайне слабой регенерационной способностью при использовании культуры пыльников. Разработка данной методики позволила бы существенно ускорить (на 3-5 лет) создание гомозиготных самофертильных форм.

Литература

1. Schlegel, R. Selffertility genes in rye / R. Schlegel, G. Melz, V. Korzun // Euphytica, 1998. – No.101. – P. 23-67.
2. Voylokov, A.V. DNA markers of selffertility genes in rye / A.V. Voylokov, V. Korzun, A. Borner // Theor. Appl. Genet., 1998. – V.97. – No.1-2. – P. 147-153.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) // Москва, Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
4. Geiger, H.H. Hybrid rye and Heterosis / H.H. Geiger, T. Miedaner // Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. – Madison, Wisconsin, USA, 1999. – P. 439-450.
5. Melz, G. Geneticsof female-sterility of “G-type” with results of the first F_1 hybrids. / G. Melz, G. Melz, F. Hartmann // In proc. Int. Symp. on rye breed. and gen. EUCARPIA. – Radzikow, Poland, 2001. – P.43-50.
6. Гордей, С.И. Результаты создания удвоенных гаплоидов ржи (*Secale cereale L.*) с использованием технологии культуры пыльников *in vitro* / С.И. Гордей, В.С. Гурецкая, В.В. Морозова // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф.И. Привалов (гл ред.)

DEVELOPMENT OF SELF-POLLINATED LINES FOR WINTER RYE (*SECALE CEREALE* L.) HYBRID CULTIVARS BREEDING
S.I. Hardzei, E.P. Urban, K.G. Melnichuk

In the article, the basic results of self-fertile winter rye lines development with the use of different methods are stated. The method of self-fertility genes introduction into rye populations, the method of inbred lines development with the use of F_1 heterosis hybrids are described. The necessity of working out of anther technology culture in vitro for the development of rye double haploids is noted. The practical use of the developed inbred lines in rye breeding for heterosis is described.

УДК 633.11»324»:631.523

**КАЛЛУСОГЕНЕЗ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO НЕЗРЕЛЫХ СОЦВЕТИЙ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

Е.Н. Куликович, канд. с.-х. наук, **С.Н. Куликович**, канд. с.-х. наук,
Н.Л. Ермоленко, **Е.Ф. Барчевская**

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 05.02.2016 г.)

Аннотация. *Проведено изучение каллусогенеза в культуре in vitro незрелых соцветий озимой пшеницы. Установлено, что между длиной колоса и размером каллуса существует положительная взаимосвязь: $r=0,46$ (Т-62) – $r=0,78$ (Fenda). Размер каллуса у озимой пшеницы обусловлен не сортовыми различиями, а генетическими особенностями культуры, поскольку нет различий как между максимальной величиной каллуса (5,6-5,9 мм), так и по размаху варьирования данного признака внутри каждого изученного образца озимой пшеницы. Оптимальной длиной незрелого колоса, обеспечивающей максимальное и стабильное количество хорошо развитых, высокоморфогенных каллусов является диапазон 2,1-2,5 см.*

Введение. В настоящее время традиционными методами селекции не всегда удается успешно решать поставленные перед ней задачи. В связи с этим все более активно используются другие направления исследований – физиологические, биохимические, генетические и др. Применение биотехнологии, основанной на технологии рекомбинантной ДНК и культуре in vitro открывает возможности для решения самых разнообразных задач, таких как: отбор на селективных средах генотипов, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды, стабилизация гибридных геномов, преодоление прогамной и постгамной несовместимости при межвидовой гибридизации и так далее. Несмотря на имеющиеся ограничения самого подхода на уровне клеток и, зачастую, недостаток фундаментальных знаний, перечень положительных примеров селекции in vitro с каждым годом увеличивается. Так, в культуре in vitro получены растения регенеранты с различной степенью устойчивости к болезням у картофеля

(Хромова, 1987; Behnke M., 1979, 1980 и др.), томатов (Иванова, 1991), сахарного тростника, люцерны, клевера лугового (Плащев, Высоцкая, 1988; Мазин и др., 1989) [1]. После выявления линий кукурузы с высокой регенерационной способностью (Green C.E., Philips R.L., 1975) были получены устойчивые к гельминтоспориозу регенеранты, полученные в результате длительного культивирования каллусной ткани из незрелых зародышей в селективной среде с токсинами гриба [1].

Одним из путей ускорения процессов создания и отбора перспективных генотипов в селекции озимой пшеницы может стать микроклональное размножение. Предварительный подбор высокоморфогенных генотипов донорных растений в сочетании с подходящим эксплантом и условиями культивирования позволит успешно осуществлять направленное изменение физиолого-биохимических свойств растений. У злаковых культур возможности использования селективных питательных сред и других биотехнологических методов ограничены из-за низкого выхода каллусной ткани, способной к морфогенезу среди массы неорганизованно растущих клеток. До сих пор не выяснено окончательно, чем определяется возможность получения культивируемой ткани пшеницы, сохраняющей морфогенетический потенциал – генетическими особенностями исходного сорта, характером дифференцировки клеток или условиями выращивания каллусной ткани. Возможно, что существуют оптимальные сочетания всех трех факторов, что и обеспечивает успех работы [2].

Таким образом, чрезвычайно важным представляется изучение реакции культуры каллуса из различных типов эксплантов у разных сортов озимой пшеницы на регенерационную способность каллусной ткани с целью получения высокоморфогенных каллусов. Известно, что размер и форма исходного экспланта до определенных пределов не оказывают влияния на пролиферацию каллуса, хотя существует минимальный критический размер, уменьшив который нельзя вызвать рост экспланта. Так, экспланты из флоэмы корней моркови массой всего 3,8 мг вполне жизнеспособны для активного роста каллуса, тогда как экспланты такой же массы клубней земляной груши не жизнеспособны. Это зависит, очевидно, от размеров и, следовательно, числа клеток у этих двух эксплантов [2]. Между сортами одного вида также наблюдаются сильные различия по способности к соматическому эмбриогенезу и органогенезу *in vitro*. Отсутствие положительной корреляции между каллусообразующей и регенерационной способностью позволяет считать, что это два отдельных процесса, имеющих различную генетическую основу [2].

В нашей работе приведены результаты исследований с одним типом эксплантов – незрелыми соцветиями. В результате выполнения исследований планировалось решить следующие задачи: 1. Выявить взаимосвязи между размером незрелых соцветий пшеницы и количеством полученных из них эксплантов; 2. Исследовать взаимосвязи длины колоса и среднего размера каллуса; 3. Установить оптимальную длину незрелого колоса, обеспечивающую максимальное количество хорошо развитых, высокоморфогенных каллусов; 4. Выявить сортовую специфику в данном процессе.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в 2015-2016 гг. в лаборатории генетики и биотехнологии РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Для получения эксплантов использовали вегетирующие растения озимой пшеницы. Изучалось 3 сорта озимой пшеницы (Fenda, T-62, Bramante) и один селекционный образец 0318, переданные из лаборатории озимой пшеницы. В качестве доноров брали побеги в фазу начало выхода в трубку на этапе формирования колосовых бугорков. Выбор экспланта в эту фазу был обусловлен тем, что в этот момент своего развития незрелые соцветия у озимой пшеницы состоят из меристематических клеток и в них протекает активный процесс органогенеза. Из литературных источников известно, что экспланты, полученные на данной стадии развития растения, способны в культуре *in vitro* давать начало эмбрионному каллусу [1].

Участки побегов длиной 3-5 см с находящимися внутри незрелыми колосьями стерилизовали в 4% хлорамине 5-6 мин. Затем проводили трехкратную промывку стерильной дистиллированной водой и стерильными инструментами. На автоклавированной бумаге вынимали колос из листовой обертки и разрезали на сегменты по колоску и раскладывали в пробирки на питательную среду. Для каждого генотипа по всем вариантам исследований закладывали по 100 пробирок.

Известно, что обязательным условием дедифференцировки клетки растения и превращения ее в каллусную является присутствие в среде, кроме элементов питания, гормональных факторов или имитаторов их действия [1]. В наших экспериментах мы культивировали каллусы на среде Линдсмайера-Скуга с добавлением гормона 2,4-Д 2 мг/л в темноте при температуре 28 °С. После 4 недель культивирования проводили описание и анализ полученных каллусных культур. Затем полученные каллусы переносили на среду Блейдза для регенерации растений и культивировали в световой при освещенности 3-4 тыс. люкс при температуре 20 °С.

Результаты исследований. Изучение процессов каллусообразования при выращивании эксплантов, полученных из незрелых соцветий озимой пшеницы, выявило различия в интенсивности развития каллусов. Каллусообразующая способность (интенсивность роста) у сортов и селекционного образца пшеницы была не одинакова. Большинство каллусов имело средний размер 3,6-4,9 мм. Основная масса каллусов была представлена рыхлой, мелкозернистой, светлой тканью, в которой локально выделялись более плотные эмбрионные участки. На среде для каллусообразования у многих эксплантов среди клеток каллуса возникали корнеподобные выросты (трихомы), образованные паренхимоподобными клетками. Такие каллусы относят к группе нерегениерирующих и морфогенез у них идет только по пути ризогенеза [2].

Установлено, что интенсивнее всего процессы каллусообразования среди изученных образцов протекали у сорта озимой пшеницы Fenda. Средний размер каллуса у данного сорта составлял 4,9 мм, в то время как у сорта Bramante и сортообразца 0318 размеры каллуса были приблизительно на одном уровне – 4,2 мм и 4,3 мм соответственно (таблица). Минимальные размеры каллуса отмечены у сорта T-62 – 3,6 мм. Однако следует отметить, что при изучении раз-

маха варьирования данного признака установлено, что между изучаемым материалом нет каких-либо существенных различий.

Таблица – Размер каллуса и длина колоса у незрелых соцветий озимой пшеницы в культуре in vitro

Показатель	T-62	Fenda	Bramante	0318
Размер каллуса, мм	$\frac{3,6}{1,9-5,8}$	$\frac{4,9}{3,5-6,5}$	$\frac{4,2}{3,1-5,6}$	$\frac{4,3}{2,9-5,9}$
Количество эксплантов в среднем, шт.	$\frac{13,8}{5-21}$	$\frac{12,3}{10-14}$	$\frac{13,3}{9-17}$	$\frac{17,6}{11-23}$
Длина колоса, см	$\frac{1,7}{0,6-3,6}$	$\frac{1,6}{1,0-2,2}$	$\frac{1,6}{0,5-2,5}$	$\frac{1,4}{0,7-2,2}$

Длина колоса, взятого для черенкования, у сортов озимой пшеницы Fenda и Bramante в среднем составила 1,6 см, в то время как у сорта T-62 – 1,7 см (таблица). Наименьший размер колоса в среднем был у сортообразца 0318 – 1,4 см. Однако именно у данного сортообразца количество эксплантов в среднем с одного колоса (17,6 шт.) было наибольшим. У прочих сортов количество полученных эксплантов с одного колоса было ниже: 13,8 штук (T-62), 13,3 шт. (Bramante) и 12,3 шт. (Fenda).

В результате изучения корреляционных взаимосвязей установлено, что между длиной колоса и размером каллуса имеется высокая положительная взаимосвязь. У сорта Fenda коэффициент корреляции между данными признаками составил $r=0,78$, у сорта Bramante $r=0,65$, у сорта T-62 $r=0,46$ и у сортообразца 0318 $r=0,62$.

Если в селекционной работе основной выходной продукцией является сорт, то в биотехнологии – регенеранты, поэтому важным моментом является выявление оптимального размера незрелого колоса, обеспечивающего стабильное получение максимального количества хорошо развитых, высокоморфогенных каллусов. Для установления достоверности различий между изучаемыми вариантами нами были рассчитаны размеры доверительного интервала, а результаты исследований отображены в виде графика (рисунок).

У изученных объектов размер каллуса варьировал в интервале 1,4-5,9 мм. Наиболее высокие средние значения данного показателя были у сорта Fenda – 4,9 мм, при варьировании в интервале 3,5-5,8 мм. Максимальная величина каллуса (5,8 мм) была получена в варианте с длиной незрелого колоса 2,2 см. Расчет доверительных интервалов показал, что еще в трех вариантах размер каллуса недостоверно уступал лучшему варианту. В варианте с длиной колоса 2,0 см размер каллуса составил 5,3 мм, а в варианте с длиной колоса 1,8 см – 5,4 мм. Верхняя граница доверительного интервала в варианте с длиной колоса 1,5 см совпала с нижней границей доверительного интервала лучшего варианта, что также дало основание отнести этот вариант в группу вариантов, обеспечивающих высокое каллусообразование.

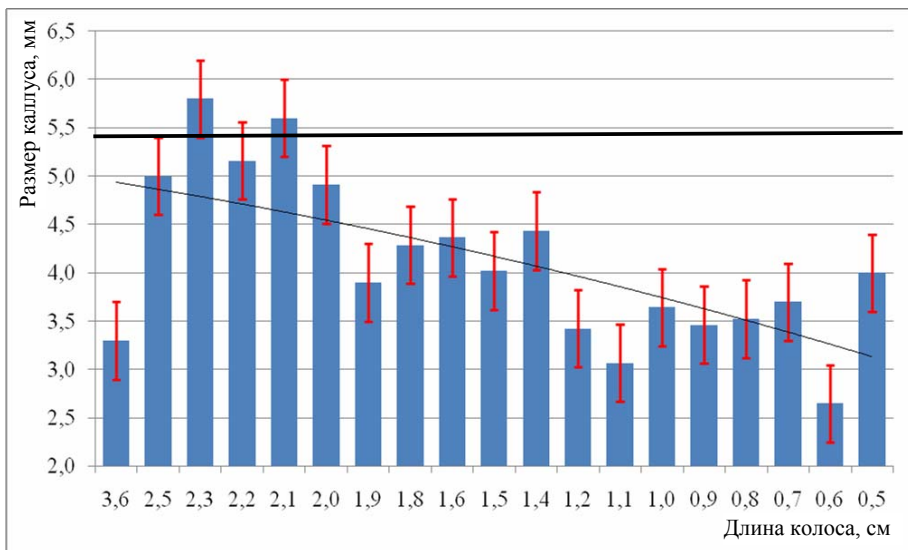


Рисунок – Взаимосвязь размера каллуса и длины колоса у озимой пшеницы

У сорта озимой пшеницы Bramante размер каллуса в среднем составил 4,2 мм, при варьировании данного признака в интервале 1,4-5,6 мм. Максимально высокие значения интенсивности процесса каллусообразования были в варианте с длиной колоса 2,1 см. Увеличение длины колоса до 2,5 см способствовало снижению размера каллуса, но недостоверно, в то время как во всех прочих вариантах размеры каллуса были существенно ниже в сравнении с лучшим вариантом.

Из изученного спектра сортов в среднем минимальный размер каллуса был у сорта Т-62 – 3,6 см, однако следует отметить, что в лучшем варианте размер каллуса был на уровне прочих сортов и составил 5,8 мм. У данного сорта увеличение длины колоса способствовало достоверному снижению размера каллуса до 4,7 мм в варианте с длиной колоса 2,5 мм и до 3,3 мм в варианте с длиной колоса 3,6 см. В трех вариантах размер каллуса был недостоверно ниже, чем в лучшем варианте. Так, в варианте с длиной колоса 1,6 см размер каллуса составил 5,2 мм, а в прочих двух вариантах 5,1 мм (2,0 см) и 4,8 мм (2,2 мм).

У селекционного сортообразца 0318 максимальный размер каллуса был отмечен в варианте с длиной колоса 1,9 см – 5,9 мм. Дальнейшее увеличение длины колоса привело к достоверному снижению размера каллуса до 4,3 мм (длина колоса 2,0 см) и 4,7 мм (длина колоса 2,2 см) соответственно. На уровне лучшего варианта оказались еще два варианта с длиной колоса 1,7 см (5,7 мм) и 1,3 см (5,4 мм).

В результате изучения трех сортов и одного селекционного образца озимой пшеницы не выявлено достоверных сортовых различий по интенсивности процессов каллусообразования, поскольку:

средние размеры каллуса у изученных объектов существенно не отличались – 3,6 мм (Т-62) – 4,9 мм (Fenda);

максимальная величина каллуса у всех изученных объектов была приблизительно на одном уровне – 5,6 мм (Bramante), 5,8 мм (Fenda и Т-62), 5,9 мм (0318);

по размаху варьирования признака «размер каллуса» между изучаемым материалом также нет каких-либо существенных различий.

Поскольку размер каллуса у озимой пшеницы обусловлен не сортовыми различиями, а генетическими особенностями культуры, на основании изученного материала нами были рассчитаны размеры доверительного интервала в среднем для озимой пшеницы. Установлено, что оптимальной длиной незрелого колоса, обеспечивающей максимальное и стабильное количество хорошо развитых, высокоморфогенных каллусов, является диапазон 2,1-2,5 см (рисунок).

Выводы

1. Размер каллуса у озимой пшеницы обусловлен не сортовыми различиями, а генетическими особенностями культуры, поскольку нет различий как между максимальной величиной каллуса (5,6-5,9 мм), так и по размаху варьирования данного признака внутри каждого изученного образца озимой пшеницы.

2. Между длиной колоса и размером каллуса существует высоко положительная взаимосвязь. У сорта Fenda коэффициент корреляции между данными признаками составил $r=0,78$, у сорта Bramante $r=0,65$, у сорта Т-62 $r=0,46$ и у сортаобразца 0318 $r=0,62$.

3. Оптимальной длиной незрелого колоса, обеспечивающей максимальное и стабильное количество хорошо развитых, высокоморфогенных каллусов, является диапазон 2,1-2,5 см.

Литература

1. Мепаришвили, Г.В. Использование соматклональной изменчивости в создании форм пшеницы, устойчивых к фузариозу / Г.В. Мепаришвили: дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 2003. – С. 22-33.

2. Тимофеева, О.А. Культура клеток и тканей растений: учебное пособие // О.А. Тимофеева, М.Н. Румянцева. – Казань, 2012. – С. 91.

STUDY OF CALLUS GENESIS IN IN VITRO CULTURE OF IMMATURE INFLORESCENCES OF WINTER WHEAT

E.N. Kulinkovich, S.N. Kulinkovich, N.L. Yermolenko, E.F. Barchevskaya

The study of callus genesis in in vitro culture of immature inflorescences of winter wheat was conducted. It was established that there was a highly significant positive interrelationship between ear size and callus size: $r=0.46$ (T-62) – $r=0.78$ (Fenda). There was a varietal response to ear length for the obtaining of regenerants with the maximum callus size. The optimum size of an immature ear providing maximum and stable number of well-developed, highly morphogenic calli was in the range of 1.9-2.3 cm.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

*С.И. Гриб, доктор с.-х. наук, В.Н. Бушневич, Е.И. Позняк,
кандидаты с.-х. наук, В.А. Бандарчук*

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 17.02.2016 г.)

***Аннотация.** В результате изучения коллекции озимого тритикале выявлены эффективные источники хозяйственно полезных признаков с урожайностью более 75 ц/га, с высотой растений менее 100 см, с высоким числом зерен в колосе (более 47,0 шт.), с очень высокой массой 1000 зерен (более 55,0 г) для их целенаправленного использования в селекции.*

Тритикале в последнее время завоевывает прочные позиции среди других зерновых культур. Во многом это обусловлено решением селекционным путем ряда недостатков тритикале: ломкости колоса, трудного обмолота зерна, слабой выполненности зерновки, низкого качества зерна и др. [1]. Несомненные достоинства этой культуры – высокая урожайность зерна и устойчивость ко многим болезням [2, 3].

География распространения тритикале достаточно широка, оно выращивается в 31 стране. Эту культуру возделывают на всех континентах – в Африке и Америке, в Азии и Австралии, однако основное производство тритикале (82,2%) сосредоточено в Европе. Здесь же достигнута и самая высокая урожайность данной культуры. Так, по данным FAO, в Бельгии средняя урожайность тритикале в 2009 г. составила 7,27 т/га, свыше 6 т/га было получено в Германии, Голландии, Швейцарии, более 5 т/га – во Франции, Австрии, Дании [4].

Достигнутые результаты в селекции и производстве ставят тритикале в ряд наиболее хозяйственно востребованных зерновых культур. Эта культура популярна в Европе, Америке, Китае. По посевным площадям тритикале Беларусь вышла на второе место в мире после Польши.

Увеличение посевных площадей под тритикале требует использования новых сортов этой культуры, хорошо адаптированных к условиям возделывания и способных реализовать свой генетический потенциал в условиях конкретной местности.

В селекции на устойчивость к стрессовым факторам внешней среды важной задачей является поиск источников к тому или иному стрессу. Один из традиционных методов – оценка набора коллекционных образцов и перспективных сортов в конкретных почвенно-климатических условиях [5].

Материал и методика проведения исследований. Исследования по изучению 43 коллекционных образцов озимого тритикале (поступление последних лет) проводили в 2013-2015 гг. в условиях центральной части Беларуси на дерново-подзолистой супесчаной почве. Агрохимические показатели пахотного

горизонта: $pH_{KCl} - 5,8-6,2$, подвижный $P_2O_5 - 260-340$ мг, обменный $K_2O - 200-300$ мг на 100 г почвы, гумус – 2,1-2,3%. Предшественник – овес. Минеральные удобрения ($P_{80}K_{120}$) вносились осенью под вспашку. Гербицид кугар, КС (1,0 л/га) применяли осенью. Весной, после возобновления вегетации, проводилась подкормка азотными удобрениями в дозе 60 кг/га д.в. + 30 кг/га д.в. в фазу начало выхода в трубку. Площадь делянки 5 м², норма высева – 450 зерен на 1 м². Посев проводили в оптимальные для культуры сроки. В качестве контроля использовали сорт озимого тритикале селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» Прометей.

Анализ урожайности, элементов ее составляющих, а также другие количественные признаки, проводили в сравнении с контролем в соответствии с методическими указаниями ВИР.

Метеорологические условия в годы исследований существенно различались по температурному режиму и влагообеспеченности, что позволило более объективно оценить коллекционные образцы озимого тритикале. Наиболее благоприятными для роста и развития растений были условия 2013-2014 гг., когда температурный режим и количество выпавших осадков в период налива зерна были близки к среднемноголетним значениям. Наиболее экстремальными были условия вегетационного периода 2014-2015 гг. Из-за июньской засухи (количество осадков по декадам 0-11% от нормы) высокий потенциал урожайности образцов тритикале был реализован примерно на 50%.

Результаты исследований и их обсуждение. Урожайность определяет хозяйственную ценность сорта независимо от направления его использования. В ходе изучения коллекции установлено, что в среднем за годы изучения урожайность 16 образцов (57,1%) была выше 60,0 ц/га. При этом средняя урожайность контроля Прометей составила 80,8 ц/га, образцов из России – 62,6 ц/га, Украины – 61,1 и Польши – 57,7 ц/га.

Ни один из 27 изучаемых коллекционных образцов не превысил по урожайности контроль Прометей (таблица 1). Однако у сорта Раритет (UKR) величина данного показателя в среднем за годы изучения была на уровне контроля (80,8 ц/га), а у 3 сортов (Консул, Вокализ и Алмаз) (RUS) была максимально близкой к нему. При этом у данных образцов не было выявлено статистически значимого снижения урожайности по сравнению с контролем. На основании проведенных исследований было установлено, что в среднем за годы изучения у коллекционного образца Карлик (RUS) урожайность была минимальной и составила 40,6 ц/га.

Установлено, что у сортов Шарм (UKR), Мамучар (RUS) и Ратне (UKR) величина изменения урожайности (min-max) в зависимости от метеорологических условий, складывающихся в период вегетации растений, была самой низкой – -1,9; -3,1 и -3,7 соответственно. При этом у коллекционного образца Ратне (UKR) урожайность зерна была достаточно высокой и в среднем составила 68,2 ц/га. Известно, что чем меньше разница между максимальной и минимальной урожайностью, тем выше стрессоустойчивость сорта и тем шире диапазон его приспособительных возможностей [6, 7].

Таблица 1 – Показатели урожайности и высоты растений коллекционных образцов озимого тритикале

Образец	Урожайность, ц/га					Высота растений, см				
	2014	2015	Хер	± к контролю	min-max	2014	2015	Хер	± к контролю	min-max
Прометей (контроль)	99,3	62,3	80,8		-37,0	120	116	118		-4
Grado	61,2	40,9	51,1	-29,7	-20,3	88	110	99	-19	-22
Dagro	71,4	37,0	54,2	-26,6	-34,4	97	108	108	-10	-1
Зимотор	87,6	46,2	66,9	-13,9	-41,4	109	104	102	-16	-5
Консул	106,2	47,1	76,7	-4,1	-59,1	111	106	109	-9	-5
Вокализ	114,3	39,0	76,7	-4,1	-75,3	114	109	112	-6	-5
Алмаз	109,7	49,7	79,7	-1,1	-60,0	110	112	111	-7	-2
Топаз	86,5	49,0	67,8	-13,0	-37,5	107	100	104	-14	-7
Орлик	68,0	38,3	53,2	-27,6	-29,7	101	95	98	-20	-6
Юбилейная	68,9	42,3	55,6	-25,2	-26,6	99	103	101	-17	-4
Яша	90,0	39,1	64,6	-16,2	-50,9	122	139	131	+13	-17
Ласо	87,0	48,8	67,9	-12,9	-38,2	108	114	111	-7	-6
Снигиревская 169	81,5	38,6	60,1	-20,7	-42,9	93	89	91	-27	-4
Лидер	71,1	65,5	68,3	-12,5	-5,6	100	100	100	-18	0
Благодатный	54,8	47,6	51,2	-29,6	-7,2	105	100	103	-15	-5
Гарне	74,7	59,8	67,3	-13,5	-14,9	125	126	126	+8	-1
Раритет	76,0	85,6	80,8	0	-9,6	107	117	112	-6	-10
Славетне	66,5	46,3	56,4	-24,4	-20,2	93	115	104	-14	-22
Ратне	66,3	70,0	68,2	-12,6	-3,7	119	125	122	+4	-6
Шарм	57,6	55,7	56,7	-24,1	-1,9	96	102	99	-19	-6
Пансюзьська	70,6	52,5	61,6	-19,2	-18,1	130	139	135	+17	-9
Кроха	58,9	33,5	46,2	-34,6	-25,4	84	89	87	-31	-5
Сонет	86,1	49,1	67,6	-13,2	-37,0	99	98	99	-19	-1
Ставропольский 5	73,0	40,4	56,7	-24,1	-32,6	143	139	141	+23	-4
Мамучар	53,3	50,2	51,8	-29,0	-3,1	102	105	104	-14	-3
Аякс	56,0	37,6	46,8	-34,0	-18,4	86	84	85	-33	-2
Полукарлик	78,6	58,6	68,6	-12,2	-20,0	97	115	106	-12	-18
Карлик	33,6	47,5	40,6	-40,2	-13,9	59	72	66	-52	-13
НСР ₀₅	4,8	4,2				6,3	5,9			

Следует отметить, что наиболее продуктивные образцы (Консул, Вокализ и Алмаз (RUS) в большей степени реагировали на неблагоприятные условия вегетационного периода.

Высокая урожайность зерновых культур в сочетании с устойчивостью к полеганию – основной критерий эффективности современной селекции. Поэтому короткостебельность – одно из основных требований, которые предъявляют к сортам интенсивного типа. На основании проведенных в период вегетации наблюдений отмечено, что только 5 образцов (Ставропольский 5, Яша (RUS), Папсуэвська, Гарне и Ратне (UKR) из 27 изучаемых превысили по высоте растений контроль Прометей (118 см) на 4-23 см.

В среднем за годы исследований самым короткостебельным из коллекции оказался образец Карлик (RUS) (66 см). У 2 коллекционных образцов (Аяк (UKR) и Кроха (RUS) высота растений находилась в пределах 80,0-90,0 см, а у сортов Снегиревская 169, Орлик (RUS), Grado (POL), Шарм (UKR), Сонет и Лидер (RUS) – 90,1-100,0 см.

У сорта Лидер (RUS) высота растений была стабильной в годы изучения и составляла 100 см.

У коллекционных образцов Dagro (POL), Гарне и Аяк (UKR), Сонет и Алмаз (RUS) изменение высоты растений было минимальным (таблица 1).

Продуктивная кустистость непосредственно влияет на урожайность любой культуры. У контроля Прометей в среднем за годы исследований продуктивная кустистость составила 2,0 стебля (таблица 2). Минимальным данный показатель был у образца Полукарлик (1,2 стебля) (RUS), а максимальным – у Гарне (UKR) (2,6 стебля) (таблица 2).

У 2 коллекционных образцов (Гарне и Раритет (UKR) данный показатель был статистически выше на 0,6 и 0,3 шт., а у 7 образцов (Полукарлик, Карлик, Яша и Зимогор (RUS), Ратне и Папсуэвська (UKR), Dagro (POL) на 0,3-0,8 шт. ниже, чем у контроля.

Продуктивная кустистость зависит от метеорологических условий, складывающихся в период кущения растений. Наиболее устойчивым к неблагоприятным факторам среды данный признак был у сортов: Зимогор, Вокализ, Алмаз, Лидер и Кроха (RUS), Ратне и Папсуэвська (UKR). У этих коллекционных образцов разница между минимальной и максимальной величиной продуктивной кустистости была самой низкой (-0,1). Сорт Гарне (UKR), у которого продуктивная кустистость была самой высокой, в большей степени реагировал на неблагоприятные условия вегетационного периода (таблица 2).

Число зерен в колосе у изучаемых коллекционных образцов в среднем за годы изучения находилось в пределах от 33,7 шт. у Мамучар (RUS) до 53,4 шт. у украинского образца Гарне. Величина данного показателя у контроля Прометей составила 50,3 шт. У двух сортов (Гарне (UKR) и Зимогор (RUS) число зерен в колосе было статистически выше, чем у контроля (таблица 2).

В наших исследованиях у изучаемых коллекционных образцов не отмечалось схожей закономерности по влиянию погодных условий на число зерен в колосе.

Таблица 2 – Показатели элементов структуры урожая озимого тритикале (среднее за 2013-2015 гг.)

Название образца	Продуктивная кустистость, шт.		Число зерен в колосе, шт.		Масса 1000 зерен, г	
	Хер	± к контролю	Хер	± к контролю	Хер	± к контролю
Прометей (контроль)	2,0	-0,3	50,3	-13,0	49,7	-2,5
Grado	1,9	-0,1	40,5	-9,8	54,3	+4,6
Diago	1,7	-0,3	43,1	-7,2	50,0	+0,3
Зимотор	1,7	-0,3	50,8	+0,5	52,6	+2,9
Консул	2,0	0	48,7	-1,6	52,1	+2,4
Вокализ	1,8	-0,2	49,8	-0,5	50,3	+0,6
Алмаз	1,9	-0,1	48,7	-1,6	52,8	+3,1
Топаз	2,2	+0,2	46,7	-3,6	56,7	+7,0
Орлик	2,1	-0,1	37,1	-13,2	49,8	+0,1
Юбилейная	2,0	0	37,1	-13,2	49,7	0
Яша	1,5	-0,5	41,5	-8,8	56,9	+7,2
Lasco	2,1	+0,1	47,3	-3,0	49,1	-0,6
Снигиревская 169	1,8	-0,2	44,3	-6,0	50,8	+1,1
Лидер	1,9	-0,1	34,5	-15,8	55,3	+5,6
Благотатный	1,9	-0,1	35,2	-15,1	50,2	+0,5
Гарне	2,6	+0,6	53,4	+3,1	49,0	-0,7
Раритет	2,3	+0,3	45,9	-4,4	49,9	+0,2
Славетне	2,0	0	41,7	-8,6	41,0	-8,7
Ратне	1,4	-0,6	46,4	-3,9	55,5	+5,8
Шарм	2,0	0	39,5	-10,8	53,5	+3,8
Папсузвска	1,5	-0,5	39,9	-10,4	55,6	+5,9
Кроха	1,8	-0,2	48,4	-1,9	44,7	-5,0
Сонет	2,1	+0,1	40,7	-9,6	58,1	+8,4
Ставропольский 5	2,2	+0,2	37,9	-12,4	46,3	-3,4
Мамучар	2,0	0	33,7	-16,6	54,2	+4,5
Аякс	2,0	0	43,7	-6,6	48,5	-2,1
Полукарлик	1,2	-0,8	47,9	-2,4	49,0	-0,7
Карлик	1,5	-0,5	35,9	-14,4	42,8	-6,9
НСР ₀₅	0,19-0,22		0,31-0,43		0,41-0,52	

Наиболее стабильным данный признак был у образцов Полукарлик, Яша, Юбилейная (RUS), Благодатный (UKR) (таблица 2), причем у сорта Полукарлик число зерен в колосе было на 2,4 шт. меньше, чем у контроля.

В большей степени число зерен в колосе изменялась у самого высоко озеренного коллекционного образца Гарне (UKR) и сорта Lasco (POL). Разница между минимальным и максимальным значением данного признака у них составила -18,2 и -18,0.

Масса 1000 зерен является одним из основных признаков, характеризующих не только урожайность сорта, но и его семенные и технологические свойства. У сортов Сонет, Яша и Топаз (RUS) масса 1000 зерен была самой высокой (56,7-58,1 г), а самой низкой – у Славетне (UKR) и Карлик (UKR) – 41,0-42,8 г соответственно (таблица 3). Величина данного показателя у контроля в среднем за годы исследований составила 49,7 г. У 8 образцов масса 1000 зерен была статистически ниже, чем у контроля на 0,6-8,7 г.

Установлено, что наиболее стабильной масса 1000 зерен независимо от погодных условий вегетационного периода в годы изучения была у сортов Орлик и Карлик (RUS). Разница между минимальным и максимальным значением данного признака у этих коллекционных образцов была самой низкой (-1,5). При этом в среднем за годы изучения у образца Орлик масса 1000 зерен была на уровне контроля (49,8 шт.). У коллекционного образца Снигиревская 169 (RUS) разница между минимальным и максимальным значением данного признака была самой существенной – -16,5.

У сортов (Сонет и Топаз (RUS), масса 1000 зерен была самой высокой при незначительном изменении величины данного показателя под воздействием метеорологический условий в период вегетации растений (таблица 2).

Выводы

1. В результате исследований выделены коллекционные образцы, рекомендованные в качестве источников хозяйственно полезных признаков в селекции озимого тритикале:

- с высокой урожайностью (более 75,0 ц/га) – Раритет (UKR), Прометей (BLR), Консул, Вокализ и Алмаз (RUS);

- с высотой растений (менее 100 см) – Карлик, Кроха, Снигиревская 169, Орлик, Сонет и Лидер (RUS), Аякс и Шарм (UKR), Grado (POL);

- с высоким числом зерен в колосе (более 47,0 шт.) – Гарне (UKR), Прометей (BLR), Зимогор, Вокализ, Консул, Алмаз, Кроха и Полукарлик (RUS), Lasco (POL);

- с очень высокой массой 1000 зерен (более 55,0 г) – Сонет, Яша, Топаз и Лидер (RUS), Папсуэвська и Ратне (UKR).

2. При изучении коллекционного материала целесообразно отбирать образцы, у которых величина изучаемого признака является наиболее стабильной независимо от погодных условий в период вегетации растений, что указывает на их высокую стрессоустойчивость.

Литература

1. Пома, Н.Г. Селекция озимой тритикале в центре Нечерноземной зоны / Н.П. Пома, А.В. Сергеев // Тритикале России : учеб. пособие / Н.П. Пома, А.В. Сергеев. – Ростов-на-Дону, 2008. – С. 166-173.
2. Гриб, С.И. Совершенствование сортовой структуры тритикале – резерв увеличения производства зерна / С.И. Гриб, В.Н. Буштевич // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – №4. – С. 16-17.
3. Современные подходы к селекции тритикале на короткостебельность / Н.И. Дубовец [и др.] // Земледелие, растениеводство, селекция: настоящее и будущее : материалы науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино, 15-16 нояб. 2012 г. : в 2 т. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ; редкол.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск, 2012. – Т. 2. – С. 62–64.
4. Food and agriculture organization of the United Nations (FAOSTAT) // URL [Электронный ресурс]. Режим доступа :: <http://www.faostat.fao.org/default.aspx>. – Дата доступа 18.02.2009.
5. Мережко, А.Ф. Генетические ресурсы тритикале – важный фактор диверсификации зерна – и кормопроизводства / А.Ф. Мережко // Зерно и хлеб России (II Международный конгресс). – Санкт-Петербург, 2006. – С. 144-145.
6. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник Российской академии с.-х. наук. – 2005. – №6. – С. 49-53.
7. Сравнительная оценка зерновой продуктивности и параметров адаптивности сортообразцов чумизы / Т.А. Анохина [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2013. – №2. – С. 69-76.

RESULTS OF STUDY OF WINTER TRITICALE COLLECTION IN BELARUS

S.I. Grib, V.N. Bushtevich, E.I. Poznyak, V.A. Bandarchuk

The study of a winter triticale collection allowed to isolate the sources of agronomic characters with the yield higher than 7.5 t/ha, plant height less than 100 cm, high grain number per ear (more than 47.0 grains), very high thousand-kernel weight (higher than 55.0 g) for their purposeful use in breeding.

УДК 633.14«324»:631.5(476)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ И КОРМОВЫХ КАЧЕСТВ ОЗИМОЙ РЖИ МЕТОДАМИ СЕЛЕКЦИИ

Э.П. Урбан, доктор с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 05.02.2016 г.)

Аннотация. *В статье проанализированы хлебопекарные и кормовые свойства зерна озимой ржи, содержание антипитательных веществ, проблемы использования зерна в питании человека и кормлении животных. Показаны основные направления селекции на повышение питательности и кормовой ценности зерна озимой ржи.*

Введение. Основой национальной безопасности государства является надежное обеспечение населения продовольствием отечественного производства.

В решении этой задачи главная роль принадлежит зерну как социально наиболее важному стратегическому продукту.

Анализ мирового производства зерна за последние 30 лет показывает, что основными возделываемыми культурами являются пшеница, кукуруза и рис. Доля этих культур в мировом валовом сборе зерна за последнюю четверть века изменялась в пределах 25-30% от общемирового, но темпы роста их производства выросли в 1,4-1,8 раза по сравнению с 1980 г. В то же время, мировое производство ржи сократилось на 34,5%.

В формировании зернового рынка России и Беларуси озимой ржи, как наиболее приспособленной к сложным природно-климатическим условиям этих регионов, принадлежит особая роль. Благодаря высокой адаптивности, стрессоустойчивости, зимостойкости, засухоустойчивости ни одна зерновая культура не может сравниться с рожью, как важнейшим генетическим донором устойчивости по способности давать стабильный урожай в неблагоприятные и экстремальные по погодным условиям годы. В Беларуси за последние 10 лет площади ее посева сократились более чем в 3 раза, находятся на уровне 270-320 тыс. га, валовые сборы – 745-860 тысяч тонн. В структуре зерновых она занимает не более 14,5-15,0% (в 1990 г. было 36,5%).

Установлено, что для нормального жизнеобеспечения в ржаносеющих странах необходимо производить не менее 100 кг в год зерна ржи на человека. В Беларуси производство зерна ржи на одного человека в год достигает 80-90 кг. В России производится около 30 кг, т.е. меньше, чем в странах ЕС (50 кг). Чтобы приостановить негативную тенденцию, восстановить оптимальные площади посева, увеличить спрос на зерно ржи, расширить рынки его сбыта необходимо проводить исследования, направленные на создание и выявление сортов целевого назначения, отработку технологии производства зерна высокого качества в современных условиях, расширение возможности его переработки.

Пищевая и кормовая ценность зерна ржи. По хлебопекарным качествам рожь уступает пшенице, однако спрос на продовольственное зерно ржи и ржаной хлеб достаточно высок как в Беларуси, так и за рубежом. Это связано с физиологической ценностью белка в зерне озимой ржи. По содержанию ряда незаменимых аминокислот, по количеству витаминов В₂, Е зерно ржи значительно превосходит пшеницу. В связи с новой мировой тенденцией в области здорового питания населения возрастает роль потребления хлеба из чистой ржаной муки или ее смеси с пшеничной (с большей долей ржаной муки). На Международном симпозиуме по ржи EUCARPIA в Германии (1996 г.), 2 и 3-ей Международной научно-практической конференции «Целебная сила ржи. Многофункциональное использование культуры», организованной Российской Гильдией пекарей и кондитеров (Москва, 2015 г., 2016 г.) указывалось о необходимости увеличения потребления ржаного хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием ржаного сырья, учитывая его лечебные и профилактические свойства, питательную ценность и низкую калорийность, а также положительную роль волокон.

Благодаря заметному преимуществу зерна ржи перед пшеницей по количеству незаменимых аминокислот (лизин, валин, треонин и аргинин) ржаной хлеб является весьма желательным, а в некоторых случаях даже необходимым компонентом в рационе детского и диетического питания. Удельный вес его велик в лечебном питании при болезнях печени и желчного пузыря, при атеросклерозе, гипертонической болезни, ожирении, сахарном диабете и туберкулезе. Ржаные продукты незаменимы в питании детей, беременных и кормящих женщин.

Помимо продовольственного использования, рожь следует рассматривать как потенциальную культуру в укреплении кормовой базы агропромышленного комплекса. Зерно ржи по сравнению с зерном других злаковых культур фуражного и продовольственного назначения имеет более полноценный белок с повышенным содержанием водо- и солерастворимых фракций, богатых лизином. Однако углеводы ржи обладают меньшей энзиматической доступностью в организме животных. Кроме того, в ее составе содержатся соединения белковой природы, замедляющие процессы переваривания других видов кормов. В связи с этим необходимо изучить влияние различных способов подготовки зерна ржи к скармливанию на поедаемость новых видов кормов, их влияние на продуктивность и физиологическое состояние животных.

В России на кормовые цели используется всего 8-12% от общего производства зерна ржи. В то же время многочисленными опытами зарубежных исследователей подтверждена высокая эффективность ржи в кормлении сельскохозяйственных животных. Европейские страны-лидеры по производству свинины все активнее используют рожь в рационах животных в составе сухих и жидких кормов. За последние 3 года в Дании и Голландии для кормопроизводства используется более 50% выращенной ржи, в Германии – 40-50%, в Польше – более 1/3 урожая культуры.

По данным немецких исследователей рекомендуемая максимальная норма зерна ржи в рационах молодняка и молочного крупного рогатого скота до 40% в концентрированных кормах, свиньям на откорме – до 50%.

В последние годы доказана возможность увеличения норм скармливания зерна ржи в составе концентрированных кормов при дополнительных обработках, в результате которых действие антипитательных факторов снижается. Способность к перевариванию белков зерна ржи и отдельных аминокислот у животных с однокамерным желудком значительно ниже, чем переваримость белков и аминокислот зерна пшеницы и тритикале. Более того, цыплята, рацион которых состоял на 50-60% из ржи, давали меньший привес и демонстрировали более низкий коэффициент использования корма. К факторам, снижающим кормовую ценность ржи, многие исследователи относят алкалоидные производные резорцинола (5-алкилрезорцинолы), ингибиторы трипсина, наличие фитиновой кислоты и ее соли, специфическую структуру крахмальных зерен (увеличение их размера), влияющую на процессы пищеварения, а также высокое содержание пентозанов (полисахаридов коллоидного характера). Перечисленные отрицательные факторы в совокупности ограничивают ввод ржи в комбикорма. Зерно ржи, в отличие от пшеницы, тритикале, ячменя, овса содержит

более высокое количество антипитательных растворимых в воде пентозанов и β -глюканов: в зерне ржи их содержится в среднем 6,4%, что почти в 2 раза выше, чем у пшеницы. Попадая в желудочно-кишечный тракт животных с кормом, арабиноксиланы и β -глюканы впитывают воду и таким образом способствуют образованию вязкого химуса, что в свою очередь, ведет к снижению передвижения и переваримости корма в желудочно-кишечном тракте, ухудшению усвояемости, увеличению расхода корма на единицу продукции. В то же время установлено, что высокий индекс растворимых и нерастворимых арабиноксиланов – показатель хороших хлебопекарных качеств ржаной муки.

Актуальные вопросы селекции ржи на кормовые цели. Рожь, в отличие от других зерновых культур, в высокой степени склонна к прорастанию на корню и содержит много пентозанов – некрахмальных полисахаридов. Вредные в кормовом отношении пентозаны, в то же время являются полезными при хлебопечении. Это обстоятельство представляет большие сложности для селекции, так как работу необходимо вести в разных направлениях. При создании сортов ржи для хлебопечения следует отбирать формы с высоким содержанием растворимых пентозанов, высокой их водопоглощительной способностью и низкой активностью альфа-амилазы.

Улучшение кормовых качеств зерна ржи может быть достигнуто путем селекции на низкое содержание водорастворимых пентозанов, высокое содержание белка при высокой устойчивости к прорастанию зерна в колосе.

Задача селекции состоит в том, чтобы дать производству сорта ржи целевого направления, пригодные не только для хлебопечения, но и для использования на корм животным, получения спирта, крахмала, фармацевтических препаратов, биополимеров и т.д. Наряду с устойчивостью к прорастанию в селекции озимой ржи на качество, важное значение имеет повышение содержания белка и улучшение его аминокислотного состава. Некоторые исследователи полагают, что отбор генотипов с повышенным содержанием белка может быть результативным, поскольку этот признак контролируется генами с аддитивным действием.

Прогресс в расширении использования ржи в питании человека и кормлении животных будет достигнут, если будут выведены сорта с ярко выраженными качественными характеристиками, подходящими для целевого использования. В зависимости от конечной цели использования должны применяться и различные селекционные критерии в программах селекции ржи на качество.

С целью повышения содержания белка в зерне ржи некоторые исследователи использовали в гибридизации сорно-полевую рожь, содержание белка при этом у гибридного материала составляло 12,6-19,0%.

Селекционным путем сложно повышать содержание белка в зерне ржи без снижения урожайности. Для этого более предпочтительным является использование метода сложных популяций, чем селекционная проработка высокобелковых аналогов. Влияние генотипа на общую изменчивость содержания белка в зерне невелико, и обсуждаемые биохимические показатели зависят, главным образом, от неконтролируемых факторов. Несмотря на то, что изменчивость

белковости зерна в большей степени имеет модификационный характер, выявлена значимость и генетической составляющей.

Отрицательная корреляция белковости и урожая зерна, сложный характер наследования признаков количества белка и высокая его изменчивость усложняет выявление надежных источников высокой белковости. Очевидно, по этой причине, имея генетические источники с высоким содержанием белка в зерне, не удалось достичь пока значительных результатов в повышении белковости зерна ржи.

По мнению некоторых ученых, белковость зерна ржи находится в большей зависимости от природных условий возделывания и уровня развития земледелия, чем от сорта. Повышение содержания белка в зерне озимой ржи при увеличении доз азотных удобрений установлено многими исследователями. Существует мнение, что повысить белковость зерна без снижения его биологической ценности трудно, но возможно.

Учитывая спорность и актуальность этой проблемы, нами в процессе селекции проводится изучение исходного и селекционного материала по содержанию белка в зерне ржи, его качественному составу, биологической ценности и другим параметрам, характеризующим питательные достоинства зерна.

В результате многолетних исследований установлено, что в сортах тетраплоидной ржи содержится 11,2-11,5% белка, в диплоидных сортах – 10,2-10,9%. В зависимости от года выращивания колебания составили от 0,54 до 1,16%. Выявленные закономерности позволили определить направления селекционной работы по улучшению биохимических и питательных свойств зерна озимой ржи:

1. Увеличение сбора белка за счет повышения потенциальной и реальной урожайности сортов озимой ржи;

2. Увеличение сбора белка путем повышения белковости зерна новых сортов и гибридов F_1 на уровне высокой продуктивности (9-11 т/га).

На первом этапе селекционных работ урожайность и содержание белка являются взаимно-компенсационной парой признаков. Они связаны между собой таким образом, что по валовому сбору белка большинство сортов практически мало отличаются друг от друга. В этот период в селекции, как на продуктивность, так и на повышенное содержание белка необходим одновременный контроль за обоими признаками. Объединяя разноплановые доноры в сорт, вполне реально достичь совмещение повышения содержания белка и урожайности в одном генотипе.

Как показала практика, методами популяционной селекции достаточно сложно повысить содержание белка в зерне ржи без снижения урожайности. Более перспективным, на наш взгляд, является селекция высокобелковых гибридов F_1 на основе цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС). Такого же мнения придерживаются и другие селекционеры.

К числу антипитательных веществ относятся алкалоидные производные резорцина, получаемые при экстрагировании ржи эфиром, ацетоном и представляющие собой смесь, состоящую из 5-Н-алкилрезорцинов с боковой цепью

нечетных атомов углерода. Голландский ученый G.W. Wieringa еще в 1967 г. определил алкилрезорцинолы как главное антипитательное вещество ржи. Вместе с тем M. Rakowska с сотрудниками не смогла найти существенных различий в переваримости и степени утилизации протеина при кормлении животных рационом с низким (360 мг/кг) и высоким (1400 мг/кг) содержанием алкилрезорцинолов.

Количество алкилрезорцинолов при хранении семян или муки постепенно уменьшается вследствие их распада. В зерне молочной спелости по сравнению со зрелым их больше в 2 с лишним раза на единицу массы зерна и почти на 60% больше на единицу поверхности.

В опытах, проведенных в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» совместно с Могилевским государственным университетом продовольствия, установлено, что общее содержание алкилрезорцинолов в зерне ржи зависит от уровня плоидности сортов. В тетраплоидной группе сортов среднее их содержание составило 101,9 мг/кг, в то время как в диплоидной – 122,0 мг/кг. Имеются различия по их содержанию и по сортам внутри групп плоидности. Так, для диплоидной группы наименьшее их количество содержится в зерне сортов Ясельда, Калинка, Голубка, Павлинка, наибольшее – в сортах Талисман, Юбилейная. В тетраплоидной группе сортов наименьшее содержание 5-алкилрезорцинолов в сорте Игуменская, а наибольшее – в сорте Вера-сень, Завейя-2. Исследованиями установлено, что в муке тетраплоидной ржи содержание 5-алкилрезорцинолов ниже, чем в диплоидной.

Выявлено, что на содержание алкилрезорцинолов в зерне ржи оказывают также влияние крупность, выравненность зерна. Сопоставление показателей содержания алкилрезорцинолов и крупности зерна в разные годы исследований позволило выявить, что при увеличении массы 1000 зерен происходит снижение содержания 5-алкилрезорцинолов в зерне ржи. Алкилрезорцинолы локализованы в перикарпии и не встречаются в эндосперме и зародыше. Более тяжелые зерна, имеющие более высокое отношение эндосперма по сравнению с легковесным зерном, содержат меньше алкилрезорцинолов на единицу массы зерна. Тетраплоидные сорта ржи отличаются более стабильным содержанием алкилрезорцинолов в зерне и не подвержены сильному влиянию климатических условий. Таким образом, в результате наших исследований установлено, что для кормовых целей более пригодно зерно тетраплоидной ржи по причине повышенного содержания белка и пониженного содержания антипитательных веществ (5-алкилрезорцинола и пентозанов).

Заключение

Одним из перспективных направлений повышения питательности зерна ржи является создание новых сортов целевого использования с высокими пищевыми и кормовыми качествами.

Новые сорта должны обладать высокой степенью устойчивости к прорастанию зерна в колосе, стабильно формировать высокие технологические качества зерна в разных условиях возделывания, особенно в неблагоприятные годы.

Важным направлением селекционной работы по ржи является создание сортов целевого назначения, повышение хлебопекарных, технологических, кормовых показателей, обеспечивающих высокую технологичность процессов в перерабатывающей промышленности и животноводстве. Улучшение кормовых качеств зерна ржи может быть достигнуто путем селекции на низкое содержание водорастворимых пентозанов, изменение их структуры, повышенное содержание белка при высокой продуктивности, устойчивости к полеганию и прорастанию зерна в колосе. Такие сорта будут более успешно конкурировать с тритикале.

Литература

1. Гончаренко, А.А. Новые направления в селекции озимой ржи на качество зерна / А.А. Гончаренко // Современные аспекты адаптивного земледелия. – Йошкар-Ола, 1998. – С. 38-40.
2. Гончаренко, А.А. Производство и селекция озимой ржи в России / А.А. Гончаренко // Вестник Российской академии с.-х. наук. – 2004. – №1. – С. 9-11.
3. Исмагилов, Р.Р. Кормовые качества зерна озимой ржи / Р.Р. Исмагилов, Л.М. Ахиярова. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. – 116 с.
4. Культурная флора СССР: Т.2, ч.1. Рожь / В.Д. Кобылянский, А.Е. Корзун, А.Г. Катерова, Н.С. Лапиков, О.В. Солодухина; Под ред. В.Д. Кобылянского. – Л.: Агропромиздат: Ленингр. отделение, 1989. – 368 с.
5. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э.П. Урбан. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 269 с.
6. Roggen – Getreide mit Zukunft // Herausgeber: Roggenforum e. V. – Rastatt: Verlag, 2007. – 192 p.

TOPICAL PROBLEMS OF INCREASING OF BAKING AND FODDER QUALITIES OF WINTER RYE USING BREEDING METHODS

E.P. Urban

Baking and fodder qualities of winter rye grain, content of antinutritional components, problems of grain use in human food and animal nutrition are analyzed in the article. Main directions of breeding towards increasing of nutrient and fodder value of winter rye grain are shown.

УДК 633.11«321»:631.527:632

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ КОЛЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ФУЗАРИОЗУ КОЛОСА И ЗЕРНА

Ю.К. Шаико, кандидат с.-х. наук, **С.И. Гриб**, доктор с.-х. наук,
В.Н. Бушневич, кандидат с.-х. наук, **Г.В. Будевич**, кандидат биол. наук,
М.В. Кадырова, **М.Н. Шаико**

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 22.01.2016 г.)

Аннотация. Приведены двухлетние результаты оценки коллекции яровой пшеницы на устойчивость к фузариозу колоса. Выявлены основные критерии для полноценной оценки устойчивости к данному заболеванию. Выделено 11

сортообразцов, устойчивых к фузариозу колоса, и 5 – к фузариозу зерна. Построена математическая модель влияния фузариоза зерна на лабораторную всхожесть яровой пшеницы

Введение. Фузариоз колоса пшеницы является одной из наиболее вредных болезней данной культуры [2, 4]. Потери могут быть связаны как с прямым снижением урожайности, так и косвенно, за счет накопления в продукции микотоксинов, которые делают ее непригодной не только в пищу, но и на корм скоту. Наиболее экономически и экологически выгодным методом борьбы с болезнями является создание устойчивых сортов. Поэтому целью нашей работы было изучение коллекции яровой пшеницы различного географического происхождения на устойчивость к фузариозу колоса и выделение источников устойчивости.

Методика и объекты исследований. Исследования проводились на инфекционном фоне лаборатории иммунитета РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2014-2015 гг. В качестве объекта использовалась коллекция сортообразцов яровой пшеницы, представленная лабораторией генетических ресурсов культурных растений. Основным требованием при составлении коллекции было максимальное фенотипическое и географическое разнообразие. Коллекция состояла из 152 образцов. Посев проводился вручную, площадь делянки 0,5 м². На двух повторностях растения искусственно заражались, две были в качестве контрольного варианта.

Искусственное заражение осуществлялось по мере наступления фазы цветения у каждого конкретного сортообразца. Инокуляция проводилась споровой суспензией *Fusarium culmorum* с концентрацией 10⁶ конидий/мл из расчета 10 мл жидкости на 1 м². Учеты степени поражения фузариозом колоса проводились через три недели после заражения, на момент максимального проявления болезни по инвертированной 9-ти балльной шкале [3], где 1 балл – очень высокая устойчивость, 9 баллов – очень высокая восприимчивость. Для учетов распространенности фузариоза отбирались 2 пробы по 10 типичных колосьев. Фитоэкспертиза семян проводилась рулонным методом согласно ГОСТ 12044-93 [1]. Распространенность фузариоза зерна – это процент пораженных семян.

Результаты исследований и их обсуждение. Практика показывает, что яровая пшеница, как одна из самых поздних злаковых культур, сильнее всего поражается фузариозом колоса. Погодные условия в годы исследований на момент цветения растений коллекции (в зависимости от сортообразца цветение наступало на 56-81 день после посева) были благоприятными для развития инфекции. В среднем степень поражения коллекции в 2014 г. составила 5,1 балла, при 58,3% распространенности; в 2015 г. – 4,6 балла и 25,3% соответственно.

За два года исследований не обнаружено очень высокоустойчивых (1 балл) и очень высоковосприимчивых (9 баллов) к фузариозу колоса сортообразцов яровой пшеницы (рисунок 1). В группу с высокой устойчивостью (2 балла) в 2014 г. отнесено 6 сортообразцов, в 2015 г. – 18, однако, ни у одного сортообразца высокая устойчивость не подтвердилась в течение двух лет. Мы проана-

лизировали, как менялась устойчивость одних и тех же сортообразцов в пределах рангов в 2015 г. (таблица 1) и пришли к выводу, что группа устойчивых (3 балла) и высокоустойчивых (2 балла) сортообразцов в 2014 г. поразились значительно сильнее в 2015 г. Средние по остальным рангам оставались практически одинаковыми в течение 2 лет. Следовательно, можно сделать вывод, что часть образцов по тем или иным причинам недостаточно сильно заразились фузариозом колоса в 2014 г. и ошибочно попали в группу устойчивых.

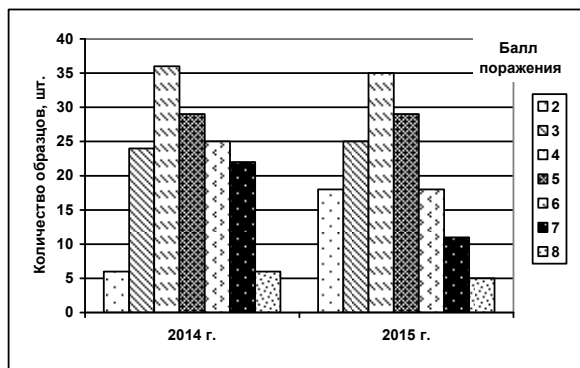


Рисунок 1 – Ранжирование коллекции яровой пшеницы по устойчивости к фузариозу колоса

Таблица 1 – Изменение рангов коллекции яровой пшеницы по устойчивости к фузариозу колоса

Группировка по рангам, балл	Средняя степень поражения фузариозом колоса по группе (рангу), балл	
	2014 г.	2015 г.
1,1-2,0	2,0	4,1
2,1-3,0	3,0	3,7
3,1-4,0	3,9	3,9
4,1-5,0	4,8	4,8
5,1-6,0	5,8	5,8
6,1-7,0	6,8	6,8
7,1-8,0	7,7	7,7

Таким образом, в селекционном процессе на повышенную устойчивость к фузариозу колоса необходимо проводить отборы не менее 2 лет (еще лучше 3 года) с целью исключения ошибок, связанных с недостаточным по погодным причинам искусственным заражением. Для сокращения объема полевых работ необходима жесткая браковка исходного коллекционного материала с баллом поражения выше 4.

Как уже было отмечено, в среднем за два года ни один сортообразец яровой пшеницы из изучаемой коллекции не попал в группу высокоустойчивых (2 балла). При этом 11 образцов попали в группу устойчивых (таблица 2). Большинство данных образцов произошли из Азии и часть – из Северной Америки.

Таблица 2 - Сортообразцы яровой пшеницы, выделившиеся по устойчивости к фузариозу колоса (среднее за 2014-2015 гг.)

Сортообразец	Страна	Степень поражения, балл			Распространенность, %		
		2014 г.	2015 г.	ср.	2014 г.	2015 г.	ср.
India 239	Индия	2,0	2,5	2,3	5,0	12,5	8,8
Sonoga	Мексика	2,0	2,5	2,3	10,0	10,0	10,0
Тел-996	Китай	2,0	3,0	2,5	15,0	7,5	11,3
Fall Wheat	Иран	3,0	2,0	2,5	27,5	40,0	33,8
Sapporoharukomugi 10	Япония	3,0	2,5	2,8	12,5	15,0	13,8
India 247	Индия	3,0	2,5	2,8	25,0	12,5	18,8
Целина 50	Казахстан	3,0	3,0	3,0	15,0	10,0	12,5
Байтерек	Казахстан	3,0	3,0	3,0	20,0	12,5	16,3
тел-943	Китай	3,0	3,0	3,0	15,0	10,0	12,5
SSL 58-61	США	3,0	3,0	3,0	45,0	15,0	30,0
Aurore k-33126	США	3,5	2,0	2,8	35,0	20,0	27,5

В среднем, группа устойчивых образцов характеризуется большей высотой растений (118,7 см у устойчивых и 110,5 см в среднем по всей коллекции) и чуть большей позднеспелостью (период всходы-цветение 73,8 дня и 72 дня в среднем по коллекции). Однако корреляционный анализ, проведенный по результатам двух лет, говорит о том, что это скорее тенденция, чем четкая зависимость (таблица 3).

Таблица 3 – Корреляционный анализ показателей изучения коллекции яровой пшеницы (первая цифра – 2014 г., вторая – 2015 г.)

Показатель	Высота растения	Период всходы-цветение	Фузариоз колоса		Лабораторная всхожесть	Фузариоз зерна
			степень поражения	распространенность		
Высота растения	1,00					
Период всходы-цветение	0,22** 0,23**	1,00				
Степень поражения	-0,17* -0,30**	-0,28** -0,22**	1,00			
Распространенность	-0,27 ** -0,31**	-0,35** -0,24**	0,86** 0,62**	1,00		
Лабораторная всхожесть	0,12 0,31**	0,35** 0,31**	-0,59** -0,54**	-0,57** -0,50**	1,00	
Фузариоз зерна	-0,15 -0,28 **	-0,52** -0,36**	0,49** 0,53**	0,49** 0,46**	-0,83** -0,84**	1,00

* - коэффициент корреляции достоверен при вероятности 0,05;

** - коэффициент корреляции достоверен при вероятности 0,01

Степень поражения и распространенность фузариоза колоса являются хорошими диагностическими признаками, однако, конечной и самой главной продукцией растениеводства является зерно, поэтому крайне важно проводить

фитоэкспертизу зерна для выявления семенной инфекции. Это необходимо также потому, что фузариоз колоса и фузариоз зерна не являются синонимами и контролируются разными наборами QTL. A. Mesterhazy выделил пять типов устойчивости к фузариозу колоса [5]:

- 1 тип – устойчивость к проникновению патогена;
- 2 тип – устойчивость к распространению патогена по колосу;
- 3 тип – устойчивость к заражению зерен в колосе;
- 4 тип – толерантность к инфекции;
- 5 тип – устойчивость к накоплению микотоксинов (ДОН)

На искусственном инфекционном фоне и в лаборатории мы можем определить первых три типа устойчивости. Селекция на повышенную толерантность не имеет смысла из-за накопления микотоксинов в пораженном зерне. К сожалению, определить наличие микотоксинов в настоящее время мы не можем по техническим причинам, но данные исследования запланированы на ближайшую перспективу.

По устойчивости к фузариозу зерна выделилось 5 сортообразцов яровой пшеницы (таблица 4): India 239, Adonis, India 247, Актюбе 10 и Dragon. При этом только сортообразец India 239 был также устойчив к фузариозу колоса.

Таблица 4 – Сортообразцы яровой пшеницы, выделившиеся по устойчивости к фузариозу зерна (среднее за 2014-2015 гг.)

Сортообразец	Страна	Фузариоз зерна, %	
		2014 г.	2015 г.
India 239	Индия	5	13
Adonis	Нидерланды	14	10
India 247	Индия	14	22
Актюбе 10	Казахстан	14	24
Dragon	Швеция	16	16
Среднее по коллекции		61,3	32,3

Лабораторная всхожесть – один из важнейших показателей качества семенного материала, определяется наряду с другими факторами наличием фузариоза зерна: коэффициент корреляции колеблется в пределах $r = -0,83-0,84$ (таблица 3). Регрессионный анализ показал, что данная связь не прямая, а описывается полиномиальными уравнениями второго порядка. Причем, наиболее точно уравнение регрессии описывает закономерность, если объединить данные фитоэкспертизы за два года (рисунок 2). Согласно данным уравнениям, наличие фузариоза зерна (даже при искусственном заражении) до 20% незначительно влияет на лабораторную всхожесть и не снижает ее ниже, чем допустимо для семеноводческих целей 90% (таблица 5). Скорее всего, это связано с тем, что не всегда инфекция проникает в зародыш семени и приводит к его гибели. Это также подтверждается тем, что стопроцентное поражение фузариозом не приводит к полной потере лабораторной всхожести.

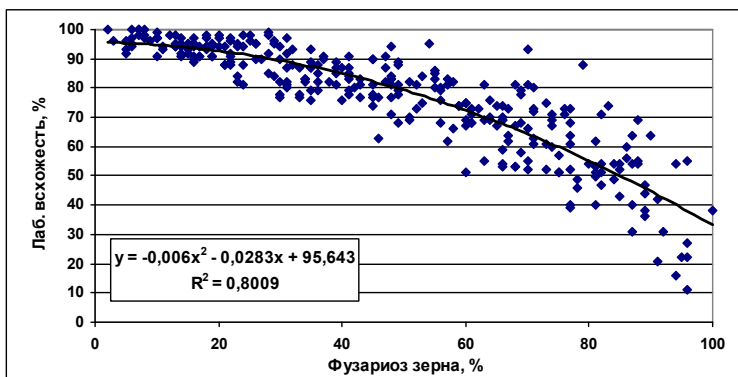


Рисунок 2 – Зависимость лабораторной всхожести семян яровой пшеницы от поражения фузариозом (среднее за 2014-2015 гг.)

Таблица 5 – Лабораторная всхожесть семян яровой пшеницы, рассчитанная по математическим моделям связи с поражением зерна фузариозом

Поражение фузариозом зерна, %	Лабораторная всхожесть, %		
	2014 г.	2015 г.	Среднее
0	92,1	95,7	95,6
10	92,1	95,1	95,3
20	90,8	93,2	93,8
30	88,1	90,1	91,1
40	84,2	85,7	87,2
50	78,9	80,1	82,1
60	72,3	73,2	75,7
70	64,4	65,0	68,2
80	55,1	55,6	59,5
90	44,6	44,9	49,6
100	32,7	33,0	38,5

Заключение

С целью повышения устойчивости создаваемых сортов яровой пшеницы к фузариозу колоса необходимо проводить оценку исходного материала не менее 2-3 лет с последующей жесткой браковкой восприимчивых образцов.

Фузариоз колоса и фузариоз зерна не являются синонимами. Для полноценной оценки необходимы данные по степени поражения и распространности фузариоза колоса, а также фитоэкспертизы семян.

В результате изучения в течение 2-х лет 152 сортообразцов коллекции яровой пшеницы выделено 11 сортообразцов, устойчивых к фузариозу колоса и 5 – к фузариозу зерна. Образец India 239 был устойчив к фузариозу колоса и зерна. Данные сортообразцы могут использоваться в селекционных программах в качестве источников устойчивости.

Наличие фузариоза зерна до 20% не оказывает существенного влияния на лабораторную всхожесть семян яровой пшеницы.

Литература

1. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск. – 58 с.
2. Коваленко, М.М. Устойчивость мягкой пшеницы к фузариозу колоса // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. Санкт-Петербург, 2007. – С. 81-82.
3. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ. – Прага, 1988. – 322с.
4. Шашко, Ю.К. Вредоносность отдельных видов грибов рода *Fusarium* на яровых зерновых культурах / Ю.К.Шашко, М.Н. Шашко // Современные технологии сельскохозяйственного производств: мат. XII Межд. науч.-практ. конф. – Гродно, Издательско-полиграфический отдел УО «ГТАУ», 2009. – С. 290.
5. Mesterházy, A. Role of deoxynivalenol in aggressiveness of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* and in resistance to *Fusarium* head blight // European Journal of Plant Pathology. – 2002. – №108. – P. 675-684.

RESULTS OF EVALUATION OF SPRING SOFT WHEAT COLLECTION FOR RESISTANCE TO FUSARIUM HEAD BLIGHT AND FUSARIUM GRAIN BLIGHT **Y.K. Shashko, S.I. Grib, V.N. Bushtevich, G.V. Budevich, M.V. Kadyrova, M.N. Shashko**

Two-year results of the evaluation of spring wheat collection for the resistance to Fusarium head blight are presented. Main criteria for the complete evaluation of the resistance to the given disease were revealed. 11 accessions resistant Fusarium head blight and 5 accessions resistant to Fusarium grain blight were isolated. A mathematical model for the influence of Fusarium grain blight on the laboratory germination of spring wheat was developed.

УДК 633.11«324»:631.526.32

РЕЗУЛЬТАТЫ КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

И.В. Сацюк, кандидат с.-х. наук, **В.Ю. Трушко**, **А.Э. Ардашнікова**,
С.Н. Куликович, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 16.03.2016 г.)

Аннотация. В статье приводятся и анализируются результаты трехлетних исследований сортообразцов озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании. Установлено, что по комплексу хозяйственно-биологических признаков выделились образцы под номерами 0560, 0311/1, 0311/2, представляющие интерес для передачи в Государственное сортоиспытание Республики Беларусь.

Введение. Реализация биологического потенциала новых сортов озимой пшеницы зависит от культуры земледелия, плодородия почв, соблюдения всех научно обоснованных рекомендаций. Потенциальные возможности многих возделываемых сортов таковы, что при создании оптимальных условий для их роста и развития можно увеличить урожайность в 2 раза и более по сравнению с получаемой в настоящее время.

Устойчивость к биотическим и абиотическим факторам принадлежит к наиболее дефицитной генотипической изменчивости культурных растений. Между экологической стойкостью и потенциальной урожайностью существует негативная корреляция, обусловленная ограниченностью биоэнергетических ресурсов растений [2]. Поэтому существует необходимость поиска таких образцов, которые обеспечивают не только высокую адаптивную способность растений к климатическим условиям, но и получение стабильной урожайности при минимальных затратах.

Чтобы установить реакцию изучаемых сортообразцов озимой пшеницы на уровень интенсификации технологии возделывания и выявить лучшие, их на протяжении трех лет изучают и сравнивают в конкурсном сортоиспытании как между собой, так и со стандартным сортом. Сорты, успешно выдержавшие конкурсное сортоиспытание и показавшие преимущество по урожайности в сравнении со стандартом, передают в Государственное сортоиспытание.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2012-2015 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Предшественник озимой пшеницы – озимый рапс. Посев проводили с нормой высева 4,0 млн/га всхожих семян сеялкой «Wintersteiger» по методике двухфакторного опыта методом рендомизированных блоков, в 4-кратной повторности с учетной площадью делянки 10 м². Агрохимические показатели пахотного горизонта следующие: гумус 2,31-3,03%, содержание P₂O₅ и K₂O 213-236 мг/кг и 322-366 мг/кг почвы соответственно, рН (KCl) 5,13-6,03.

Объектами исследований были различные сортообразцы озимой пшеницы, изучаемые на двух уровнях интенсивности технологии возделывания. Все семена были протравлены препаратом баритон, КЭ (1,5 л/т). Фосфорные и калийные удобрения (P₇₅K₁₂₀) во всех вариантах внесены общим фоном. Также общим фоном внесено N₁₃₀, в т.ч. N₂₀ с осени вместе с фосфорными удобрениями, при возобновлении весенней вегетации N₆₀, в фазу конец кущения – начало выхода в трубку N₅₀. На интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы при появлении флагового листа было дополнительно внесено N₄₀.

Для борьбы с сорняками использовали осенью в фазу 1-3 листа гербицид алистер, МД в норме 0,6 л/га. На обоих уровнях интенсификации проведена обработка посевов фунгицидом солигор, КЭ (0,7 л/га) в фазу флагового листа. Ретардант моддус, КЭ использовали в половинной дозе (0,2 л/га) в фазу конец кущения - начало выхода в трубку. В 2013-2014 гг. на интенсивной технологии возделывания на фоне повышения уровня азотного питания до 170 кг/га д.в., дополнительно проводилась обработка посевов ретардантом ЦеЦеЦе 750, ВК (0,6 л/га) в фазу флагового листа. В 2015 г. в условиях острого водного дефицита дополнительная обработка ретардантом во избежание потери урожайности не проводилась. На интенсивной технологии возделывания проводилась также дополнительная защита колоса фунгицидом фалькон, КЭ (0,6 л/га) в фазу начала цветения.

Содержание сырого протеина и клейковины в зерне пшеницы определяли методом ИК-спектроскопии на приборе NIRS-5000. Статистическую обработку

данных проводили методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с помощью пакета программ, входящих в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы АВ СТАТ.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались между собой по температурному режиму, количеству, характеру и периодичности выпадения осадков, что способствовало более объективной оценке изучаемых сортообразцов озимой пшеницы. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности сложились в 2013-2014 гг. Снижение урожайности 2012-2013 гг. обусловлено длительным залеганием снежного покрова и более поздним возобновлением весенней вегетации растений, что привело к изреживанию посевов. Условия возделывания 2014-2015 гг. характеризовались недостатком влаги в отдельные периоды роста и развития растений озимой пшеницы, обусловленные малоснежной зимой и незначительным количеством осадков, выпавших в период весенне-летней вегетации.

Результаты исследований и их обсуждение. Урожайность зерна изучаемых сортообразцов озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсивности и погодных условий вегетационного периода колебалась от 18,1 до 91,9 ц/га (таблица 1). В отдельные годы исследований ряд сортообразцов озимой пшеницы существенно превосходили стандарт по урожайности.

Таблица 1 – Урожайность зерна сортообразцов озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсивности технологии возделывания, ц/га

Селекционный номер образца	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	обычная технология	интенсивная технология	обычная технология	интенсивная технология	обычная технология	интенсивная технология
Элегия (стандарт)	31,1	43,7	75,7	83,1	66,6	72,7
0560	36,4	55,1	73,5	79,6	57,5	75,6
0311	23,9	36,3	69,2	83,1	81,3	80,5
018/1	22,1	31,4	55,2	84,5	56,1	64,3
0116	28,2	46,0	74,8	75,7	66,2	75,7
0318	32,1	47,8	76,2	84,7	70,7	67,8
05141	20,9	31,9	67,4	63,3	50,2	57,5
0311/1	35,8	47,0	78,0	77,9	75,1	76,1
0317	27,9	31,9	71,2	80,5	62,6	65,4
0311/2	35,8	39,4	74,9	91,9	75,1	76,1
0319/1	27,3	34,5	72,3	83,1	58,6	63,7
0319/2	26,2	35,1	73,3	80,3	57,6	55,2
0423	29,2	44,5	76,8	78,7	57,9	63,3
5122	18,1	37,8	74,0	74,0	60,0	67,0
Среднее	27,1	39,3	70,4	78,6	64,0	68,6
	<i>HCP₀₅ мех. - 3,89 ц/га HCP₀₅ созм - 10,31 ц/га HCP₀₅ част.сп. - 14,58 ц/га</i>		<i>HCP₀₅ мех. - 2,50 ц/га HCP₀₅ созм - 6,63 ц/га HCP₀₅ част.сп. - 9,38 ц/га</i>		<i>HCP₀₅ мех. - 2,52 ц/га HCP₀₅ созм - 6,67 ц/га HCP₀₅ част.сп. - 9,43 ц/га</i>	

В среднем за годы исследований самая высокая урожайность зерна была получена при интенсивной технологии возделывания у сортообразца под номером 0560 и составила 70,1 ц/га, что на 3,6 ц/га больше, чем у стандартного сорта Элегия. Данное превышение было достигнуто в основном за счет урожайности 2013 г. и 2015 г. При возделывании этого образца по обычной технологии урожайность составила 55,8 ц/га, что на 2,0 ц/га ниже стандарта (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность зерна сортообразцов озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсивности технологии возделывания, ц/га (среднее за 2013-2015 гг.)

Селекционный номер образца	Обычная технология		Интенсивная технология		Доля влияния года, R ²	Доля влияния технологии, R ²
	ц/га	ц/га ± к St	ц/га	ц/га ± к St		
Элегия (стандарт)	57,8	-	66,5	-	0,51	0,06
0560	55,8	- 2,0	70,1	3,6	0,32	0,23
0311	58,1	0,3	66,6	0,1	0,78	0,03
018/1	44,5	- 13,3	60,1	- 6,4	0,44	0,14
0116	56,4	- 1,4	65,8	- 0,7	0,59	0,07
0318	59,7	1,9	66,8	0,3	0,45	0,04
05141	46,2	- 11,6	50,9	- 15,6	0,44	0,02
0311/1	63,0	5,2	67,0	0,5	0,67	0,01
0317	53,9	- 3,9	59,3	- 7,2	0,50	0,02
0311/2	61,9	4,1	69,1	2,6	0,57	0,03
0319/1	52,7	- 5,1	60,4	- 6,1	0,39	0,04
0319/2	52,4	- 5,4	56,9	- 9,6	0,30	0,01
0423	54,6	- 3,2	62,2	- 4,3	0,31	0,05
05122	50,7	- 7,1	59,6	- 6,9	0,50	0,05
<i>Среднее</i>	<i>54,8</i>		<i>62,9</i>			

Заслуживают внимания также два изучаемых сортообразца под номерами 0311/1 и 0311/2. При возделывании по обычной технологии в среднем за период исследований у этих образцов урожайность составила 63,0 и 61,9 ц/га, что на 5,2 и 4,1 ц/га выше стандарта. Повышение уровня интенсивности технологии возделывания за счет дополнительного внесения минерального азота в дозе N₄₀ в сочетании с фунгицидной защитой колоса позволило повысить урожайность у данных сортообразцов до 67,0 и 69,1 ц/га, что на 0,5 и 2,6 ц/га выше стандарта. Сортообразцы под номерами 0311 и 0318 сформировали практически одинаковый уровень урожайности по сравнению со стандартом при возделывании как по обычной, так и по интенсивной технологии.

Расчитанный коэффициент детерминации (R²) по каждому изучаемому сортообразцу позволил определить влияние факторов (условия года и уровень интенсивности технологии возделывания) на полученную урожайность зерна.

Установлено, что урожайность селекционных образцов зависела на 30-78% от условий года и на 1-23% от уровня интенсивности технологии. Большое влияние условий года объясняется значительным снижением урожайности в

2013 г. Наименьшее влияние условия года оказали на образец 0319/2 (30%), однако он показал низкую урожайность зерна – 52,4 ц/га по обычной и 56,9 ц/га по интенсивной технологии возделывания.

Выделенный сортообразец под номером 0560 также имел один из самых низких процентов влияния условий года – 32%. В то же время данный сортообразец имел самую высокую отзывчивость на интенсификацию условий возделывания – 23%. Все это можно отнести к положительной стороне данного образца.

Содержание сырого протеина в зерне озимой пшеницы является косвенным показателем его хлебопекарных свойств. Для выпечки дрожжевого хлеба его содержание в зерне должно превышать 12% [3]. В среднем за 2014-2015 гг. содержание сырого протеина по всем образцам было достаточно высоким. У стандартного сорта Элегия оно составило 13,7% по обычной и 15,4% по интенсивной технологии возделывания (таблица 3). Выделенные нами сортообразцы под номерами 0560, 0311/1, 0311/2 сформировали зерно примерно с одинаковым содержанием сырого протеина – 13,2-13,6% по обычной и 14,4-14,6% по интенсивной технологии возделывания.

Таблица 3 – Содержание сырого протеина и сырой клейковины в зерне сортообразцов озимой пшеницы в зависимости от уровня интенсивности технологии возделывания (среднее за 2014-2015 гг.), %

Селекционный номер образца	Содержание сырого протеина, %		Содержание сырой клейковины, %	
	обычная технология	интенсивная технология	обычная технология	Интенсивная технология
Элегия (стандарт)	13,7	15,4	31,7	35,5
0560	13,6	14,4	29,8	33,4
0311	12,1	14,5	27,1	33,9
018/1	14,2	15,3	28,4	32,4
0116	12,9	16,7	29,8	40,7
0318	12,0	14,9	27,6	34,4
05141	15,7	17,1	36,6	39,1
0311/1	13,3	14,5	30,4	34,2
0317	14,0	16,0	31,6	36,3
0311/2	13,2	14,6	30,4	32,6
0319/1	13,6	15,8	30,1	35,7
0319/2	14,1	16,2	31,0	37,0
0423	14,6	17,1	33,7	41,3
05122	14,2	15,5	33,1	36,8

Содержание сырой клейковины является одним из важнейших показателей в оценке хлебопекарных свойств зерна, и в отличие от содержания сырого протеина, регламентируется ГОСТом 9353-90 при заготовках государственной заготовительной системой на продовольственные и непродовольственные цели.

При возделывании по обычной технологии содержание сырой клейковины в среднем за годы исследований почти у всех изучаемых образцов превышало 28%, что соответствовало второму классу качества. При повышении уровня интенсивности технологии возделывании содержание сырой клейковины варьировало от 32,4 до 40,7%, что соответствует первому и высшему классу качества по ее содержанию.

Выводы

1. При изучении в конкурсном сортоиспытании на двух уровнях интенсивности технологии возделывания по комплексу хозяйственно-биологических признаков выделились по урожайности образцы озимой пшеницы под номерами 0560, 0311/1, 0311/2, представляющие интерес для передачи в Государственное сортоиспытание.

2. Содержание сырого протеина и сырой клейковины в зерне изучаемых сортообразцов озимой пшеницы не ограничивало возможность его использования для хлебопечения.

Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований // Учебник для студентов высших с.-х. учебных заведений. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 346 с.

2. Дзюбенко, Н.И. Управление и использование адаптивного потенциала зерновых культур / Н.И. Дзюбенко // Науч.-техн. бюл. Мироновский институт пшеницы. – Мироновка, 2008. – Вып. 8. – С. 59-74.

3. Мухаметов, Э.М. Технология производства и качество продовольственного зерна / Э.М. Мухаметов [и др.]. – Минск: Дизайн ПРО. – 1996. – 256 с.

RESULTS OF WINTER WHEAT COMPETITIVE VARIETY TESTING

I.V. Satsyuk, V.Yu. Trushko, A.E. Ardashnikova, S.N. Kulinkovich

The results of three-year researches on winter soft wheat accessions in the competitive variety testing are presented and analyzed in the article. It has been established that by a complex of economic and biological characters, the accessions with numbers 0560, 0311/1, 0311/2 were isolated. They can be transferred to the State Variety Testing of the Republic of Belarus.

УДК 633.37:631.526.32

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ЛЮЦЕРНЫ НА КОРМ И СЕМЕНА

М.Н. Крицкий, Е.И. Чекель, А.А. Боровик, И.А. Черепок, кандидаты с.-х. наук,
В.В. Крицкая, научный сотрудник

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 18.02.2016 г.)

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований коллекционных образцов люцерны различного происхождения по количеству имеющихся

видов люцерны в мире, а также сведения о тех видах, которые используются в земледелии. Показана значимость проводимых исследований для селекционного процесса. Выявлены образцы, обладающие хозяйственно-полезными признаками и представляющие интерес для селекции люцерны на территории Республики Беларусь.

Введение Люцерна – одна из наиболее древних кормовых культур мира, имеющая самый высокий потенциал среди всех многолетних бобовых трав. В мире род *Medicago L.* включает в себя около 70 видов, из них ценных для культуры – до 46 видов. Некоторые исследователи увеличивают количество видов люцерны до 100 [6, 8].

Почти все созданные сорта относятся к культурным подвидам люцерны синей (*M. sativa L.*) и изменчивой (*M. varia T. Martin.*). Виды тетраплоидной люцерны желтой (*M. falcate L.*) и северной диплоидной (*M. borealis Grossh.*) включают небольшое число сортов. Центральные экотипы остальных видов изучают и используют как исходный материал для селекции. Также в последние годы повысился интерес к люцерне хмелевидной (*M. lupulina L.*) [6].

Стремительными темпами увеличивался и обновляется сортовой состав допущенных к использованию сортов люцерны в Республике Беларусь. Если в 2004 г. в Государственном реестре насчитывалось только 3 сорта люцерны, допущенных к использованию на территории республики, то к 2015 г. их количество увеличилось до 29 за счет четырех сортов белорусской селекции (*Превосходная, Будучыня, Мария и Вера*) и 24 сортов иностранной селекции.

Сходная ситуация по обновлению и увеличению сортового состава люцерны в сопоставлении с размерами страны наблюдалась в США в 1980-1985 гг., когда количество рекомендованных к производству сортов достигало 100 штук. При этом более половины сортов были зарегистрированы за 5 лет [9].

Новые сорта люцерны посевной и изменчивой, допущенные к использованию на территории Республики Беларусь, характеризуются достаточно высокой многолетностью, хорошей зимостойкостью и кормовыми качествами. Могут возделываться как при рациональном режиме подкашивания (3-х кратном), так и при интенсивном (4-5 кратном скашивании). Формируют до 600-700 и более ц/га зеленой массы. Сбор сухого вещества достигает 110-127 ц/га, содержание белка до 18%, а сбор белка до 23 ц/га. Максимальную продуктивность проявляют при возделывании в полевом травосеянии на окультуренных почвах с хорошей аэрацией, с чередованием двухразового и трехразового скашивания по годам использования.

Однако основной проблемой, сдерживающей расширение посевов люцерны в Беларуси, остается недостаток семян сортов белорусской селекции. Сорта инорайонного происхождения при возделывании в нашей республике зачастую реализуют свою потенциальную продуктивность только частично, а нередко уже после первой зимовки полностью выпадают, что делает их использование крайне неэффективным. Поэтому решение проблемы собственного производства семян высоких посевных кондиций – наиболее актуальная задача люцерносеяния Беларуси.

Несмотря на все предпринимаемые меры по решению проблемы собственного производства семян, вопрос остается нерешенным.

С целью выявления источников высокой семенной и кормовой продуктивности, высокого адаптационного потенциала была продолжена работа по изучению коллекционного материала различного эколого-географического происхождения.

Методика проведения исследований. Исследования проводили в 2003-2015 гг. в селекционном севообороте РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 0,5 м моренным суглинком, связно-супесчаная, характеризуется следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 6,2-6,4; содержание гумуса – 2,11-2,14%, P_2O_5 – 240-260 мг/кг, K_2O – 220-230 мг/кг почвы.

Закладка опытов проводилась по общепринятым методикам [3, 4, 5]. Анализ, статистическую и математическую обработку полученных результатов проводили с использованием дисперсионного и корреляционно-регрессивного методов по Б.А. Доспехову и П.Ф. Рокицкому [7].

В опытах изучали тетраплоидные сорта и образцы люцерны различного эколого-географического происхождения.

Агротехнические мероприятия проводили в сроки и согласно технологическому регламенту. Фосфорно-калийные удобрения вносили общим фоном под предпосевную культивацию и ежегодно в подкормку из расчета $P_{60}K_{90}$. Обработка почвы под люцерну включала вспашку и осеннюю культивацию. Весенняя обработка включала раннюю весеннюю культивацию и непосредственно перед посевом обработку поля АКШ-3,6. Изучение кормовой продуктивности люцерны проводили в рядовых посевах с междурядьем 10 см.

Результаты исследований. Исследовательские работы в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» с люцерной проводятся с 1950 г. В задачу исследований входит выведение собственных сортов, приспособленных для возделывания в условиях республики. При этом часть исследований была направлена на поиск ценных ген-источников в мировой коллекции люцерны, а также на создание и поддержание своей собственной.

За последний десятилетний период были проанализированы результаты предыдущего изучения мирового генофонда видов люцерны в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь в питомниках изучения биотипического состава (ПИБС) на различных почвенных разностях по семенной и кормовой продуктивности. Одновременно оценивались изучаемые виды и сорта по биологическим, морфологическим и хозяйственно-ценным признакам при рядовом и широкорядном посеве, рассадном способе закладки питомников, а также в условиях искусственного инфекционного фона. Всего анализ был проведен более чем по 300 сортам и селекционным образцам. При этом в последние годы более чем по 100 образцам.

С целью выявления источников повышенной семенной продуктивности нами проводилось изучение коллекционного материала люцерны, в котором

были представлены сорта и сортообразцы из России, Литвы, Казахстана, Германии, Франции, Нидерландов, Канады, США, Сербии, Молдовы, Беларуси и др. Изучались параметры морфологических структур, определяющих их семенную продуктивность. Было проведено исследование изменчивости признаков, характеризующих продуктивность семян люцерны.

Одним из изучаемых показателей семенной продуктивности растения являлась масса семян с растения, которая в зависимости от изучаемых образцов люцерны и года исследований находилась в пределах от 0,46 до 60,1 г/растение (таблица 1).

Таблица 1 – Семенная продуктивность коллекционных образцов люцерны в посадках рассадой, г/растение (среднее за 2003-2006 гг.)

Сорт, сортообразец	Средняя	V, %	Lim
Белорусская – St.	8,4	76,5	1,05...38,48
Белорусские сорта	3,5-12,1	41,2-80,6	1,0...25,41
Российские сорта	3,6-5,2	55,9-74,9	0,7...12,8
Литовский сорт	5,3	55,5	1,1...12,3
Канадские сорта	3,2 -4,1	74,9-77,4	0,46...10,47
Селекционные образцы	11,7-12,5	56,8-71,7	1,85...60,10

Для оценки семенной продуктивности коллекции мы пользовались шкалой, предложенной П.А. Лубенцом (1972), согласно которой хорошими считаются образцы, дающие более 11 г семян с растения, средними – 6-10 г. Если же масса семян, полученная с одного растения, находится в пределах 2-5 г, то образец считается слабым по семенной продуктивности. Исходя из этого, к образцам с хорошей семенной продуктивностью в нашей коллекции можно отнести сортообразцы №1, и №2 и сорт Будучыня, у которых семенная продуктивность превышала 11 граммов с растения и составляла 12,5; 11,7; 12,1 г/растение соответственно. Средней семенной продуктивностью характеризовался сорт Белорусская – 8,4 г/растение. Остальные исследуемые сорта коллекционного материала необходимо отнести к низкопродуктивным. В среднем за годы исследований наименьшую семенную продуктивность показали сорта Пионер, Браславская местная, Синегибридная, соответственно 3,2; 3,5; 3,6 г/растение.

В опытах по изучению семенной продуктивности образцов фенотипическую изменчивость определяли по всем основным элементам структуры семенной продуктивности (таблица 2). Из числа изученных наименее варьирующими признаками являлись масса 1000 семян ($V = 2,7-10,9\%$) и высота растения ($V = 7,1-10,6\%$). Самой высокой вариабельностью отличались показатели количества кистей и количества бобов на один стебель. По этим признакам коэффициенты вариации у отдельных сортов превышали 90%.

По показателям количества продуктивных стеблей на растение и высоте растения выделены сорта канадской селекции, растения которых состояли из 77,2-78,3 стеблей, что выше на 17,9-19,5% стандарта, а высота растения составляла 80,9-81,5 см.

Таблица 2 – Характеристика основных элементов структуры семенного травостоя люцерны возделываемой рассадным способом (среднее за 2003-2006 гг.)

Сорт, сортообразец	Количество продуктивных стеблей, шт.	Высота растений, см	Количество кистей на стебель, шт./стеб.	Количество бобов на стебель, шт./стебель	Количество бобов в кисти, шт./кисть	Общее количество семян в бобе, шт./боб	Количество шуплых семян в бобе, шт./боб	Масса 1000 семян, г
Белорусская – St.	65,5	74,0	7,9	28,0	3,5	2,9	1,2	1,98
Белорусские сорта	62,6-67,9	72,9-74,6	3,1-12,4	12,7-32,9	2,3-4,5	2,3-3,6	1,0-1,3	1,82-2,03
Российские сорта	61,2-67,4	69,4-71,8	2,9-7,5	10,8-23,4	2,4-4,2	2,4-2,9	1,0-1,5	1,73-1,85
Литовский сорт	65,6	76,2	8,1	19,0	2,8	2,6	0,9	1,99
Канадские сорта	77,2-78,3	80,9-81,5	6,5-6,8	10,5-12,9	2,4-2,8	2,5-2,8	1,2-1,4	1,93
Селекционные образцы	61,2-63,9	73,9-74,6	11,0	48,6-56,5	4,1-4,3	3,5-3,7	1,0-1,1	1,97-1,98
НСР ₀₅	3,8-13,5	4,8-6,3	1,2-3,3	3,8-17,8		0,3-0,4	0,2	0,13-0,21

Более высокий показатель общего количества семян в одном бобе наблюдался в популяции селекционных образцов и сорта Будучыня – 3,5-3,6 шт./ боб.

Анализ числа бобов на одном стебле позволил выявить образцы люцерны, у которых этот показатель превышал стандарт на 73,6-101,7%. Сорта Будучыня и Сарга в 2004-2006 гг. существенно превосходили по этому показателю стандарт.

Для определения степени влияния признаков на семенную продуктивность было проведено изучение взаимосвязи количественных признаков у оцениваемых сортов и сортообразцов. Сильная положительная сопряженность установлена между количеством продуктивных стеблей и количеством шуплых семян в бобе ($r = 0,78^{**}$), между количеством бобов на стебель и семенной продуктивностью ($r = 0,90^{**}$). Это позволяет сделать вывод о возможности использования признака числа бобов на стебель в селекции люцерны на повышение семенной продуктивности.

Немаловажной задачей является повышение устойчивости к болезням. В Беларуси по литературным данным люцерна является средой обитания 22 видов патогенных грибов [1, 2]. В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» исследования по определению видового состава патогенных грибов на многолетних бобовых травах проводилось с 2003 г. Среди изученных видов для селекционных целей на люцерне и других бобовых видах (клевере луговом и лядвенце рогомат) рекомендуется использовать *Fusarium sporotrichiella*, *F. culmorum*, *F. semitectum* как самые токсичные. Токсические фильтраты фузариев угнетали рост корешков люцерны от 50 до 95% по сравнению с контрольным вариантом. Поэтому первоочередная задача в создании новых сортов бобовых трав – повышение их болезнеустойчивости и толерантно-

сти, что обеспечит незначительный разрыв между реальной и потенциальной продуктивностью культур [1]. Поэтому одним из этапов в селекционной работе, после выделения образцов из коллекционных и селекционных питомников по комплексу хозяйственно-полезных признаков, является их дальнейшая проработка на инфекционных фонах.

Одновременно с созданием сортов с повышенной семенной продуктивностью следует учитывать их кормовые достоинства, поскольку большинство таких биотипов характеризуются низкой кормовой продуктивностью и наоборот.

Максимальную урожайность зеленой массы и наибольший сбор сухого вещества, выход кормовых единиц и сбор переваримого белка в среднем за три укоса обеспечили сорт Пионер и сортообразец MS-КД-03. Вследствие этого они могут быть использованы в дальнейшем селекционном процессе в качестве источников высокой кормовой продуктивности (таблица 3).

Таблица 3 – Кормовая продуктивность сортов люцерны (среднее за 2005-2006 гг.), ц/га

Сорт, сортообразец	Урожайность зеленой массы, ц/га	Сбор сухого вещества, ц/га	Выход к.е.д., ц/га	Сбор переваримого белка, ц/га
Белорусская-St.	551,0	127,7	99,0	17,0
Белорусские сорта	514,5-567	118,3-138,6	92,6-101,8	15,5-17,8
Российские сорта	440,5-571,5	101,9-133,4	75,4-103,5	12,9-17,9
Литовский сорт	567,0	136,9	100,3	17,4
Канадские сорта	631,0-638,5	144,6-148,7	113,2-114,9	19,8-20,4
Селекционные образцы	568,5-571,0	134,4-137,4	99,6-101,0	17,3-17,7

НСП₀₅ 40,3-60,7 14,3-22,0

Проведенный анализ параметров коллекционного материала люцерны показал, что в коллекции не найдено образца, обладающего одновременно высокой кормовой и семенной продуктивностью.

Заключение

В результате исследования коллекции люцерны различного происхождения выявлены образцы, обладающие хозяйственно-полезными признаками и представляющие интерес для селекции люцерны на территории Республики Беларусь. Выявлены образцы с хорошей семенной продуктивностью (сортообразцы №1, и №2 и сорт Будучыня), у которых семенная продуктивность превышала 11 граммов с растения, а также образцы с высокими кормовыми показателями: урожайностью зеленой массы, наибольшим сбором сухого вещества, выходом кормовых единиц и сбором переваримого белка (сорт Пионер и сортообразец MS-КД-03).

Проведенный анализ параметров коллекционного материала люцерны показал, что в коллекции не найдено образца, обладающего одновременно высокой кормовой и семенной продуктивностью. Поэтому, учитывая вышесказан-

ное, проблема сочетания кормового и семенного потенциала люцерны в условиях одной зоны требует большого внимания. Вся последующая селекционная работа по люцерне в Беларуси должна быть направлена на создание сортов с высокой и устойчивой семенной продуктивностью в почвенно-климатических условиях республики без ущерба кормовым достоинствам.

Литература

1. Ермоленко, Н.Л. Видовой состав и фитотоксические свойства грибов рода *Fusarium* в посевах многолетних бобовых трав / Н.Л. Ермоленко / Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: М.А. Кадыров (гл. ред.) [и др.]; НАН Беларуси, Научно-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2006. – Вып. 42. – С. 255-259.
2. Дорожкин, Н.А. Патогенные грибы на бобовых травах в Белоруссии / Н.А. Дорожкин, В.И. Нитиевская. – Минск: Наука и техника, 1990. – 112 с.
3. Методика учета и наблюдений на опытах по семеноводству люцерны / сост. З.Ф. Николаевой, А.Э. Лукашовой, В.В. Башуном [и др.]. – Жодино, 1978. – 28 с.
4. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИ кормов им В.П. Вильямса, 1983. – 197 с.
5. Методические указания по селекции многолетних трав. – М.: ВНИИ кормов им В.П. Вильямса, 1985. – 188 с.
6. Пикун, П.Т. Люцерна и ее возможности / П.Т. Пикун. – Минск: Беларус. навука, 2012 – 310 с.
7. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
8. Karagić, Đ. Semearstvo lucerke / Đ. Karagić, S. Katić, G. Malidza // Semearstvo / M. Maleševi [et al.]; urednici: M. Milošević, B. Kobiljski. – Novi sad: Institut za ratarstvo i povrtarstvo, 2011. – Vol. 2. – S. 585-665.
9. Henry, C. Alfalfa. Irrigat. Agē. 1986. 21, 1: 14-15 // Кормовые культуры. Сенокосы и пастбища. Реферативный журнал. –1987. – №3. – С. 3.

STUDY RESULTS OF ALFALFA COLLECTION FOR FORAGE AND SEEDS

M.N. Kritsky, E.I. Chekel, A.A. Borovik, I.A. Cherepok, V.V. Kritskaya

The research results of collection alfalfa accessions of different origin, data on the number of the existing alfalfa species in the world as well as the information on those species which are used in arable farming are presented in the paper. The meaning of the conducted researches for the breeding process is shown. The accessions with agronomic characters and interesting for alfalfa breeding on the territory of the Republic of Belarus have been isolated.

УДК 575:631.527:633.15

ОТБОР ХОЛОДОСТОЙКИХ ГЕНОТИПОВ КУКУРУЗЫ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ПРОРАЩИВАНИЯ (COLD TEST)

*С.А. Красновский, аспирант, В.Л. Жемойда, кандидат с.-х. наук
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

Аннотация. Проведен анализ холодостойкости линий кукурузы в лабораторных и полевых условиях. Выделены 7 линий, которые характеризуются высокой холодостойкостью. Выявлена средняя положительная корреляционная связь между всхожестью, длиной проростка и урожайностью (в среднем за 2

года $r=0,58$) и высокая положительная – между длиной главного корешка и урожайностью ($r=0,79$). Самоопыленные линии FV 243, UCH 37, HLG 1238, Co 255, Ак 135 и HLG 1203 рекомендуются для использования в качестве источников холодостойкости.

Выращивание кукурузы в регионах умеренного климата всегда связано с влиянием низких положительных температур до и после появления всходов, что может негативно влиять на дальнейшее развитие растений и на формирование урожайности [1]. Низкая энергия начального развития самоопыленных линий и гибридов кукурузы является лимитирующим фактором для их выращивания в северных регионах с прохладной, влажной весной. В связи с этим стало необходимым вести отбор селекционного материала, который мог бы произрастать и нормально развиваться в таких условиях без снижения урожая. В первую очередь, это должны быть генотипы с высокой энергией начального роста, семена которых способны прорасти при пониженных температурах, и формировать высокую полевую всхожесть.

Энергия прорастания характеризуется размером и массой семян. В начале вегетационного периода самоопыленные линии и гибриды отличаются по темпу развития, фотосинтетической активности, цвету и общему виду растений.

Ряд исследователей изучали связь между размером семян кукурузы и энергией начального развития [2, 3]. Hawkins и Cooper [4] наблюдали значительное влияние размера семян на раннее развитие проростка в течение гетеротрофного периода (до фазы 5-го листа). Также была установлена корреляция между массой семян и энергией начального развития на уровне $r = +0,67$ [5].

Развитие корневой системы, проростка, энергия начального роста – все эти признаки влияют на конечную урожайность. А.С. Устименко [6] отмечает, что существует прямая позитивная корреляционная зависимость между количеством зародышевых корешков и урожайностью яровой пшеницы и ячменя. В отдельные годы корреляция была на уровне $r = +0,75$. Таким образом, можно вести отбор высокоурожайных образцов начиная с первых этапов селекционного процесса.

Кукуруза имеет мочковатый тип корневой системы. В отличие от зерновых у нее вначале развивается главный корешок, который и определяет потенциал всего растения. Проводя исследования длины главного корешка в лабораторных условиях, можно спрогнозировать потенциальную урожайность генотипа и провести первичный отбор. Это сокращает селекционный процесс и уменьшает объем работ в поле. Кроме этого, используется меньшее количество семян. Это особенно важно при определении холодостойкости генотипов. Так, в лабораторных условиях одновременно можно определить холодостойкость и потенциальную урожайность изучаемого генотипа.

Материалы и методика исследований. Материалом для испытаний были 10 самоопыленных линий кукурузы, которые отобраны среди 108 линий различного генетического происхождения и характеризовались разной степенью холодостойкости.

В работе использовали лабораторные и полевые методы определения холодостойкости. Лабораторные исследования проводили в лаборатории кафедры генетики, селекции и семеноводства НУБиП Украины в 2009 г. путем проращивания семян в термостате при переменных температурах (+10 °С и +25 °С). Для определения холодостойкости была использована методика Н.И. Кияшко (1992). Лабораторный метод заключался в проращивании семян при температуре +10 °С на протяжении 20 дней, после чего проводилось их отращивание при температуре +25 °С на протяжении 3-х дней. Оптимальное проращивание проводилось при температуре +25 °С на протяжении 5-ти дней.

При определении холодостойкости показатели всхожести, длины проростка, длины главного корешка при холодном проращивании сравнивались с этими же показателями при оптимальных условиях проращивания. Расчет процента сохранения показателя производили по формуле:

$$ПС_n = \frac{П_x}{П_o} * 100, \text{ где}$$

$ПС_n$ – процент сохранения показателя;

$П_x$ – показатель при холодном проращивании;

$П_o$ – показатель при оптимальных условиях проращивания.

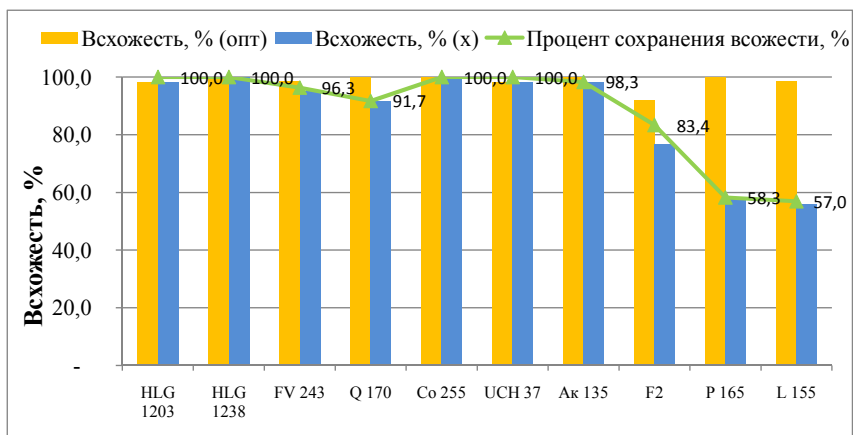
Полевые испытания проводили в 2010-2011 гг. на полях кафедры генетики, селекции и семеноводства НУБиП Украины в с. Пшеничное Васильковского района Киевской области. Почва опытного участка – типичный и малогумусный чернозем. Площадь учетной делянки 4,9 м² согласно методическим рекомендациям полевого и лабораторного изучения генетических ресурсов кукурузы [0]. Повторность 4-х кратная с рендомизированным размещением делянок.

В полевых условиях проводился посев при разной температуре почвы на глубине заделки семян. Первый срок посева при температуре +6-6,5 °С, второй – +8,0-8,5 °С и третий – +10,0-10,5 °С (контроль). Определяли всхожесть, дружность всходов и урожайность. В работе представлен анализ первого срока посева (+6-6,5 °С) в сравнении с третьим (+10,0-10,5 °С).

Результаты исследований. По результатам лабораторных исследований определено, что линии по-разному реагируют на холодное проращивание методом «cold test» (рисунок 1). Холодостойкие генотипы характеризуются самыми высокими показателями всхожести при холодном проращивании. Максимальный процент всхожести семян отмечен у самоопыленных линий HLG 1203, HLG 1238, FV 243, Co 255, UCH 37 и Ак 135 (варьирование в пределах 96,3-100,0%).

Важным показателем, который определяет холодостойкость генотипа, является способность проростка и главного корешка вегетировать в холодных условиях. По проценту сохранения показателей длины проростка и длины главного корешка при оптимальных и холодных условиях проращивания можно также характеризовать холодостойкость генотипа (рисунки 2, 3).

При холодном проращивании самые длинные проростки (1,7-2,9 см) сформировали линии Co 255, UCH 37, HLG 1203, HLG 1238, Ак 135. В то же время наивысший процент сохранения длины проростков был у линий HLG 1203, Ак135, HLG 1238, Co 255. Процент сохранения длины проростков этих линий



опт – оптимальные условия проращивания х – холодные условия проращивания

Рисунок 1- Всхожесть семян при оптимальных и холодных температурных условиях проращивания, 2009 г.

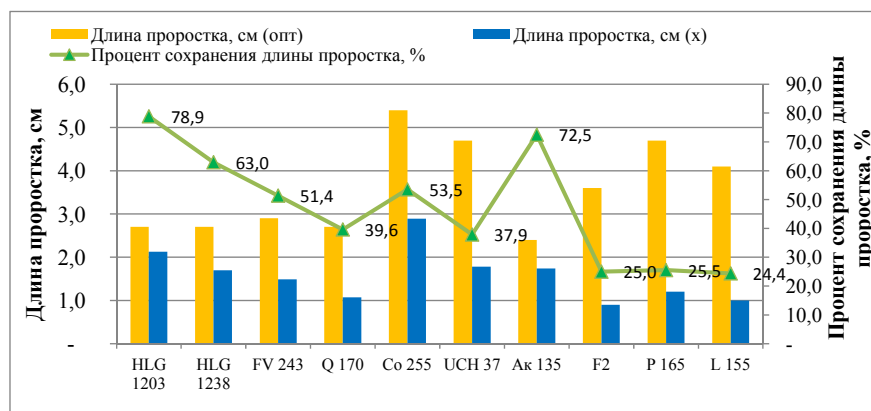


Рисунок 2 - Длина проростка при оптимальных и холодных условиях проращивания, 2009 г.

варьировал в пределах 53,5-78,9%, что показывает их повышенную холодостойкость в сравнении с другими линиями.

Тем не менее, более правильным подходом к оценке холодостойкости линий есть их характеристика по длине главного корешка, так как на начальных этапах развития корешок имеет более быстрые темпы развития в сравнении с проростком. Самый длинный главный корешок сформировали линии Co 255, FV 243, HLG 1203, HLG 1238 – 4,6-7,0 см, что свидетельствует о том, что они могут прорасти и вегетировать при пониженных температурах и, соответственно, закладывать более высокий потенциальный урожай. Наивысший про-

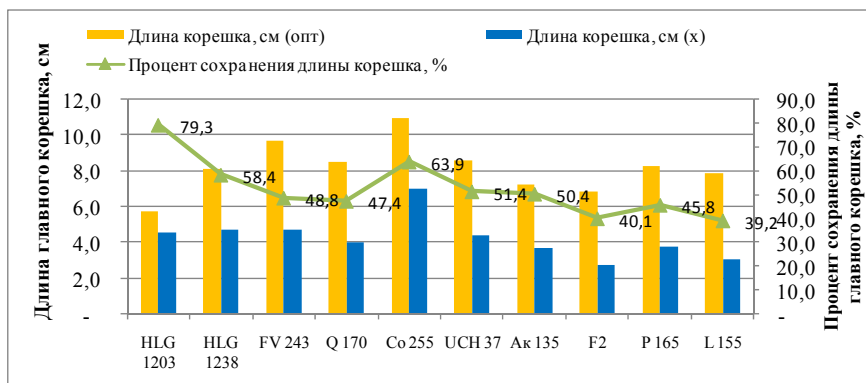


Рисунок 3 - Длина главного корешка при оптимальных и холодных условиях проращивания, 2009 г.

цент сохранения длины корешка отмечен у линий HLG 1203, Co 255 и HLG 1238 – 58,4-79,3%. Все эти признаки холодостойкости связаны с главным показателем – урожайностью, величина которой при раннем сроке посева при температуре почвы на глубине заделки семян +6 °С в сравнении с урожайностью при оптимальном сроке посева при температуре почвы +10 °С может также свидетельствовать о холодостойкости линий (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна самоопыленных линий кукурузы при раннем (+6-6,5 °С) и оптимальном (+10-10,5 °С) сроках посева

Линия	Урожайность, т/га (посев при +6-6,5 °С)		Среднее за 2 года, т/га	Урожайность, т/га (посев при +10-10,5 °С)		Среднее за 2 года, т/га
	2010 г.	2011 г.		2010 г.	2011 г.	
HLG 1203	2,1	3,0	2,6	2,9	2,8	2,9
HLG 1238	2,9	3,0	2,9	2,7	3,1	2,9
FV 243	3,5	3,9	3,7	2,6	3,6	3,1
Q 170	2,2	3,3	2,8	2,7	3,9	3,3
Co 255	3,0	3,9	3,4	3,5	4,1	3,8
UCH 37	1,2	2,8	2,0	1,5	2,2	1,9
Ak 135	1,9	1,9	1,9	2,7	2,4	2,5
F2	1,1	1,8	1,4	1,6	3,4	2,5
P 165	0,8	2,9	1,9	1,7	3,5	2,6
L 155	0,5	1,7	1,1	0,8	3,8	2,3
НСР ₀₅	0,24	0,35		0,30	0,37	

Урожайность самоопыленных линий при раннем и оптимальном сроках посева, а также процент сохранения урожайности представлены на рисунке 4. Данные рисунка свидетельствуют о том, что линии FV 243, HLG 1238 и UCH37, которые сформировали даже более высокую урожайность при раннем посеве, можно считать наиболее холодостойкими. Высокий процент сохранения урожайности отмечен также у линий HLG 1203 и Co 255 – 90-91%.

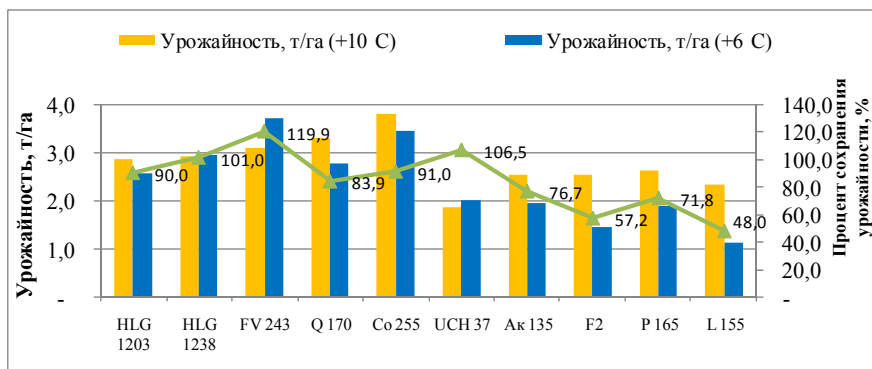


Рисунок 4 - Урожайность зерна при оптимальном и раннем сроках посева, т/га (среднее за 2010-2011 гг.)

Целью данных исследований было найти положительную корреляционную связь между признаками холодостойкости и урожайностью, на основании которых можно отбирать холодостойкие высокоурожайные генотипы в лабораторных условиях. Данные исследований свидетельствуют о том, что у линий существует высокий положительный коэффициент корреляционной зависимости между длиной главного корешка и урожайностью, который составил в среднем за два года $+0,79$ (таблица 2). По другим признакам (всхожесть семян, длина проростка) также установлена положительная средняя корреляционная связь с урожайностью зерна ($r = 0,58$).

Таблица 2 – Корреляционные связи между показателями при проращивании методом «cold test» и урожайностью самоопыленных линий при раннем сроке посева

Показатель	Коэффициент корреляции (r)		
	2010 г.	2011 г.	Среднее за 2 года
Всхожесть семян	$+0,75 \pm 0,05$	$+0,49 \pm 0,09$	$+0,58 \pm 0,07$
Длина проростка	$+0,53 \pm 0,09$	$+0,55 \pm 0,09$	$+0,58 \pm 0,08$
Длина корешка	$+0,69 \pm 0,07$	$+0,81 \pm 0,04$	$+0,79 \pm 0,05$

Это свидетельствует о том, что по показателю длины главного корешка при проращивании в лабораторных условиях методом «cold test» можно проводить отбор не только холодостойких генотипов, не снижающих урожайность при раннем посеве. Это, в свою очередь, ускорит и упростит отбор на первых этапах селекционного процесса при создании холодостойких гибридов.

Выводы

1. При селекции кукурузы на холодостойкость необходимо проводить отбор генотипов на основании определения длины главного корешка в лабораторных условиях. Коэффициент корреляции между длиной главного корешка и урожайностью зерна равен $0,79$.

2. Самоопыленные линии FV 243, UCH 37, HLG 1238, Co 255, Ak 135 и HLG 1203 рекомендуются для использования в селекционной работе как источники холодостойкости.

Литература

1. *Hope, H.J.* Low temperature emergence potential of short season corn hybrids grown under controlled environment and plot conditions / H.J. Hope, R.P. White and others // Canadian Journal of Plant Science, 1992. – №72. – P. 83-91.

2. *Derieux, M.* Early growth of maize seedling at low-temperatures / M. Derieux, R. Bourdu and others // Agronomie, 1989. – №9(2). – P. 207-212.

3. *Powell, B.* Effects of seed weight and sowing depth on growth and development of maize seedlings / B. Powell // Agronomie, 1990. – №10(9). – P. 699-708.

4. *Hawkins, R.C.* Effects of seed size on growth and yield of maize in the Kenya highlands / R.C. Hawkins, P.J. Cooper // EXP AGR, 1979. – №15(1). – P. 73-79.

5. *Revilla, P.* Relationship among kernels weight, early vigor, and growth in maize / P. Revilla, A. Butron // Crop Sci., 1999. – №39(3). – P. 654-658.

6. *Устименко, А.С.* Корневая система и продуктивность сельскохозяйственных растений / А.С. Устименко, П.В. Данильчук, А.Т. Гвоздиковская. – Киев: Урожай, 1975. – 367 с.

7. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи. – Харків, 2003. – 43 с.

SELECTION OF COLD TOLERANT HIGHLY PRODUCTIVE CORN GENOTYPES USING COLD TEST METHOD

S.A. Krasnovsky, V.L. Zhemoida

108 corn inbred lines were tested in laboratory and field conditions; 7 lines which had high level of cold tolerance were selected. Positive correlation on an average level was revealed between germination, seedling length and yield, average for 2 years – +0.58. Positive correlation on a high level was revealed between the radicle length and yield +0.79. Inbred lines FV 243, UCH 37, HLG 1238, Co 255, Ak 135 and HLG 1203 were recommended for using as sources of cold tolerance.

УДК 633.367.2:631.526.32

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО ЗЕРНОВОГО И УНИВЕРСАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В.Ч. Шор, М.В. Евсеенко, кандидаты с.-х. наук,

А.А. Козловский научный сотрудник

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Поступила 03.03.2016 г.)

Введение. Одной из важнейших проблем сельского хозяйства Республики Беларусь является дефицит растительного белка. Растительный белок (протеин) является одним из основных компонентов кормов, обеспечивающих жизнедеятельность всего разнообразия живых организмов. Недостаток его в кормопроизводстве в настоящее время по различным оценкам составляет от 25 до 30% от общей потребности. Его основными источниками в Беларуси являются завози-

мый соевый и подсолнечниковый шрот, рапсовый жмых, а также выращиваемые зернобобовые культуры. Возделывание последних позволяет решить проблему производства растительного белка в животноводстве, а также позволяет достичь высокой эффективности использования пашни в сельскохозяйственном производстве. Люпин известен в сельскохозяйственном производстве как ценная кормовая и сидеральная культура с ее огромным средообразующим, почвоулучшающим, ресурсоэнергосберегающим и природоохранным потенциалом. Расширение использования люпина узколистного в кормопроизводстве способствует не только получению более питательных и дешевых объемистых и концентрированных кормов, но и сокращению перерасхода зерна злаковых культур, используемых на фуражные цели в несбалансированном виде [2, 5, 6].

Селекционные исследования по данной культуре проводятся достаточно давно. Благодаря определенным усилиям селекционеров в последние годы создана серия сортов различного направления использования, отличающихся более высокой семенной продуктивностью, не растрескиваемостью бобов, с низким содержанием алкалоидов, способных давать урожайность зерна в пределах 40-50 ц/га и более. Так, начиная с 2005 г. и по настоящее время, сотрудниками отдела зернобобовых культур был создан ряд сортов люпина узколистного, десять из которых: Прывабны, Дзіуны, Ян, Добрыня, Жодинский, Ранний, Кармавы, Геркулес, Василек, Талант были внесены в Госреестр Беларуси [1, 3].

Однако в вопросах создания современных сортов люпина узколистного остается ряд нерешенных проблем, которые требуют пристального внимания ученых в ближайшем будущем. Некоторые сорта, созданные в начале селекционной работы, характеризуются многими ценными свойствами, но не обладают необходимым комплексом биологических и хозяйственно-полезных признаков, которые в большей степени удовлетворяли бы запросы производства по экологической стабильности; отзывчивости на проводимые технологические приемы возделывания; устойчивости к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам окружающей среды; количеству и качеству получаемой продукции; пригодности к механизированным технологиям выращивания.

В 2013-2015 гг. в рамках Государственной научно-технической программы «Агрокомплекс – устойчивое развитие» НАН Беларуси были выполнены работы по созданию сортов люпина узколистного с потенциальной урожайностью семян от 3,5 до 5,5 т/га, характеризующихся высоким качеством продукции, толерантностью к основным болезням. Целью работы явилась оценка созданного нового селекционного материала по основным хозяйственно-ценным признакам и выделение перспективных образцов люпина узколистного различного направления использования, обладающих высокой потенциальной продуктивностью и толерантностью к болезням.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (гумус: 2,32-2,46%, P₂O₅ 200-250 мг/кг, K₂O 230-270 мг/кг почвы, рН_{KCl} 6,2-6,4). Предшественник – озимые зерновые. Изучались селекционные образцы люпина узколистного зернового (11 шт.) и универсального направления (10

шт.). В качестве стандартов высевались сорта Першацвет и Миртан. Площадь делянки – 10 м². Повторность четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное. Статистическая обработка полученных данных проводилась методом дисперсионного анализа [4].

Погодные условия 2013-2015 гг. характеризовались разнообразием температурного режима и количеством выпавших осадков. Температурный фон в период вегетации 2013-2015 гг. в целом превышал средние многолетние значения, а осадки распределялись неравномерно на протяжении каждого из исследуемых периодов. Разнообразие погодных условий в период проведения исследований позволило дать достаточно объективную оценку изучаемым сортообразцам.

Результаты исследований и обсуждение. В настоящее время исследования по селекции люпина узколистного в отделе зернобобовых культур Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию проводятся с целью создания сортов трех различных направлений использования: зернового, универсального и зеленоукосного. В период 2013-2015 гг. в конкурсном сортоиспытании изучалось 11 образцов люпина узколистного зернового направления использования и 10 универсального, основные характеристики которых представлены в таблице 1.

Большинство изучаемых образцов КСИ обладали зеленой окраской листа, а темно-зеленая окраска была характерна только для 7 образцов КСИ. Эти данные свидетельствуют, вероятно, о большей приспособленности растений с зеленой окраской листа к условиям меняющегося в сторону потепления климата. По окраске цветков преобладающее количество изучаемых образцов имело белую и сиреневую окраску цветков. В селекционном питомнике на белоцветковые формы приходилась значительная часть (90%) образцов, синецветковые и фиолетовые составили 5% и 5% соответственно.

Чисто белая окраска является рекомбинантной и контролируется у разных генотипов различными блоками из 2 и более неаллельных рецессивных мутантных генов. Как известно, белая окраска цветков по сравнению с синей, характерной для диких форм, обеспечивает меньшую привлекательность растений для насекомых. Это соответственно, способствует снижению поражаемости вирусными и другими болезнями; экономии пластических веществ, в частности, L-фенилаланина, участвующих в синтезе пигментов цветка; экономии энергии, используемой в процессе синтеза пигментов цветка. Кроме того, белая окраска цветков, как гомогенный по нескольким рецессивным генам признак, существенно облегчает работу селекционеров на однородность сортов, а семеноводов – по поддержанию сортовой чистоты [6].

Не менее важным признаком, который подвергается отбору и существенному изменению в ходе селекции люпина, является темп роста растений. Поскольку медленный темп роста в начальных фазах развития растений, характерный для большинства диких форм, имеет отрицательные последствия: приводит к удлинению вегетационного периода, зарастанию сорняками и др. Для устранения этого недостатка наша селекционная программа ориентирована на создание сортов именно с быстрым темпом роста. По результатам наблюдений

Таблица 1 – Характеристика сортообразцов узколистного люпина в конкурсном сортоиспытании (среднее за 2013-2015 гг.)

Сортообразец	Тип ветвления	Темп начального роста	Окраска			Высота, см
			листа	цветка	семян	
Зернового направления						
Першцавет, st	d-1 колос	5	т/зеленая	сиреневая	белая	65
K-11	d-1 колос	5	т/зеленая	сиреневая	белая	70
K-16*	d-2 кол/мет	5-7	зеленая	белая	белая	73
K-24	d-2 метелка	3	зеленая	белая	белая	75
K-41	d-2 метелка	5	т/зеленая	фиолетовая	БСУР	75
K-42	d-2 метелка	3-5	св/зеленая	БРС	БЧУР	61,3
K-45	d-2 метелка	3	зеленая	БРС	БЧШР	85
K-48	d-2 кол/мет	3-5	св/зеленая	БРС	БЧУР	60,0
K-50	d-2 метелка	3-5	св/зеленая	БРС	БЧУР	57,0
K-56*	d-2 кол/мет	5	т/зеленая	синяя	БСУР	90
C-11	d-1 колос	3-5	зеленая	белая	белая	90
Универсального направления						
Мирган, st	об.тип	7	св/зеленая	сиреневая	белая	78
K-5	об.тип	3-5	т/зеленая	белая	белая	52,7
K-20	об.тип	3-5	т/зеленая	сиреневая	белая	46,6
K-37	об.тип	5	св/зеленая	белая	белая	50,3
K-55	об.тип	3-5	зеленая	белая	БЧУР	49,6
K-92	об.тип	5-7	зеленая	сиреневая	белая	80
C-7	об.тип	5	зеленая	белая	белая	80
C-12	об.тип	5-7	зеленая	сиреневая	белая	73
C-12 (K-42)	об.тип	5-7	зеленая	сиреневая	белая	70
C-14 (K-43)	об.тип	5	т/зеленая	белая	БКР	78

нами выделены сортообразцы (K-16, C-12, C-12(K-42), K-92), которые имеют быстрый темп начального роста, что будет обуславливать их лучшую конкурентоспособность на начальных этапах роста по сравнению с сорной растительностью и сокращению вегетационного периода. Все остальные изучаемые образцы характеризовались более низким темпом начального роста.

С целью дальнейшего повышения потенциала продуктивности проводился отбор селекционных образцов по семенной продуктивности. В среднем за два года исследований продуктивность лучших сортообразцов зернового направления составила 40,8-49,5 ц/га, что на 2,3-11,0 ц/га (6,0-28,6%) выше стандартного сорта Першцавет (таблица 2). Урожайность сортообразцов универсального направления оказалась 40,2-45,4 ц/га. Максимальную продуктивность показали сортообразцы K-5, C-7, C-12, которые превосходили стандартный сорт на 3,2-5,9 ц/га (8,1-14,9%).

Таблица 2 – Продуктивность сортообразцов узколистного люпина в конкурсном сортоиспытании (среднее за 2014-2015 гг.)

Происхождение	Вегетационный период, сутки	Урожайность, ц/га		Масса 1000 семян, г
		семян	+/- к st	
Зернового направления				
Першацвет, st	84	38,5	-	120,6
К-11	89	44,2	5,7	148,5
К-16*	91	41,6	3,1	146,4
К-24	90	45,4	6,9	140,6
К-41	96	45,9	7,4	149,9
К-42	87	41,8	3,3	166,1
К-45	90	41,0	2,5	175,8
К-48	89	40,8	2,3	156,6
К-50	98	33,3	-5,2	179,3
К-56*	99	49,5	11,0	156,2
С-11	96	45,5	7,0	150,2
Универсального направления				
Миртан, st	98	39,5	-	145,0
К-5	87	42,7	3,2	155,7
К-20	90	42,9	3,4	156,4
К-37	95	40,2	0,7	178,0
К-55	99	38,8	-0,7	195,8
К-92	97	38,2	-1,3	134,0
С-7	94	43,8	4,3	163,3
С-12	88	41,8	2,3	124,5
С-12 (К-42)	94	45,4	5,9	141,0
С-14 (К-43)	100	41,2	1,7	13,62

* урожайность сортообразцов за 2015 г.

Вегетационный период у 5 сортообразцов зернового направления оказался на 2-6 суток, а у остальных на 7-14 суток длиннее, чем стандартного сорта Першацвет.

По продуктивности сухого вещества зеленой массы следует выделить три сортообразца (С-5, С-12, С-7), превысившие стандарт на 10,7-22,9 ц/га (12,9-27,6%) (рисунок 1). Следует отметить, что сортообразец С-7 показал также и высокую урожайность семян, а вот сортообразец С-5 по урожайности незначительно уступил стандарту.

В результате комплексной оценки селекционного материала люпина узколистного, как зернового направления использования, так и универсального получены убедительные данные о перспективности новых сортообразцов по их продуктивности зерна и зеленой массы.

В группе сортообразцов зернового направления нами выделен сортообразец К-24, который показал урожайность в среднем за три года на уровне 43,5 ц/га и превысил по этому показателю сорт Першацвет на 6,0 ц/га (16,0%) (таблица 3).

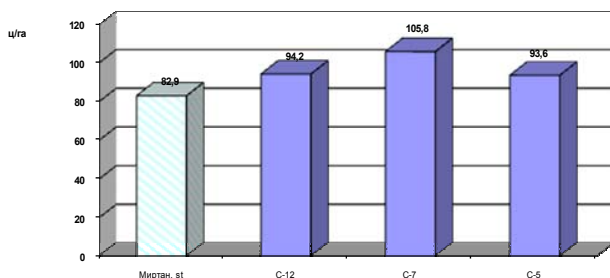


Рисунок 1 – Урожайность сухого вещества зеленой массы лучших сортообразцов в КСИ

Таблица 3 - Урожайность сортообразца люпина узколистного К-24 в КСИ

Сорт	Урожайность семян, ц/га				
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	± к st.
Першацвет, st	35,5	41,0	35,9	37,5	-
К-24	39,4	50,1	40,9	43,5	6,0
НСР ₀₅	2,6	3,9	3,4		

Что касается величины урожайности по годам исследований, то следует отметить, что максимальное значение ее было получено у сортообразца К-24 в 2014 г. – 50,1 ц/га, что превысило аналогичный показатель сорта-стандарта на 9,1 ц/га (22,2%). Минимальная урожайность семян К-24 была отмечена в 2013 г. и составила 39,4 ц/га, что было выше стандартного сорта Першацвет на 3,9 ц/га (11,0%).

Учеты высоты растений показали, что у сортообразца К-24 этот показатель превысил сорт-стандарт Першацвет на 7,1 см (12,3%) в среднем за 2013-2015 гг. и был отмечен на уровне 64,7 см (таблица 4).

Таблица 4 – Характеристика сортообразца узколистного люпина К-24 по хозяйственно-ценным признакам в КСИ (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Тип ветвления	Высота, см	Масса 1000 семян, г	Длина вегетационного периода, сут.	Устойчивость к антракнозу
Першацвет, st	колосовидный	57,6	114,4	86,0	толерантен (7 баллов)
К-24	метельчатый	64,7	132,0	91,3	толерантен (7 баллов)

Установлено, что масса 1000 семян сорта К-24 в среднем за годы исследований составила 132,0 г, что на 17,6 г (15,4%) выше, чем у стандарта. Аналогичная закономерность была выявлена и при определении длины вегетационно-

го периода. Величина этого показателя у сортообразца К-24 была отмечена на уровне 91,3 суток против 86,0 суток у сорта Першацвет.

Переданный в Государственное сортоиспытание сортообразец К-24 зернового направления использования с редуцированным симподиальным ветвлением метельчатого типа обладает средним темпом начального роста, раннеспелый. Отличительные апробационные признаки: листья и стебель зеленые, цветки и семена чисто белые. Бобы перед созреванием розовые, внутренний эпидермис созревшего боба оранжевый. Содержание белка в зерне 31,0-34,0%, алкалоидов 0,03-0,04%. Устойчив к загущению, полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, фомопсису, толерантен к вирусным болезням (ВЖМФ и ВОМ), толерантен к антракнозу. Сортообразец выведен методом индивидуального отбора растений из потомства гибридной комбинации. Относится к разновидности *var. candidus*.

В группе сортообразцов универсального направления использования выделен сортообразец С-7, показавший максимальную урожайность как семян, так и сухого вещества зеленой массы.

В среднем за 2013-2015 гг. урожайность семян сортообразца С-7 превысила сорт Миртан на 6,4 ц/га (16,1%) (таблица 5). Максимальное значение у С-7 было отмечено в 2013 г. и составило 51,7 ц/га. Наименьшим этот показатель был в 2015 г. – 38,3 ц/га. При этом разница по урожайности между сортообразцом и стандартом составила 11,6 ц/га (28,9%) и 2,1 ц/га (5,8%) соответственно.

По урожайности сухого вещества сортообразец С-7 превысил в среднем за 2013-2015 гг. сорт Миртан на 17,3 ц/га (20,0%). Наибольшая разница была установлена в 2013 г. – 24,0 ц/га (33,3%), а наименьшая – в 2015 г. – 4,8 ц/га (4,6%).

Таблица 5 – Урожайность нового сортообразца узколистного люпина С-7 в КСИ

Сорт	Урожайность семян, ц/га					Урожайность сухого вещества зеленой массы, ц/га				
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее ± к ст.		2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее ± к ст.	
Миртан, ст.	40,1	42,7	36,2	39,7	-	72	82,9	104,4	86,4	-
С-7	51,7	48,3	38,3	46,1	6,4	96	105,8	109,2	103,7	17,3
НСР ₀₅	4,0	3,5	2,7			5,0	4,9	3,5		

Анализ данных таблицы 6 показал, что высота растений люпина узколистного сортообразца С-7 в среднем за три года исследований составила 62,4 см, что было ниже аналогичного показателя у сорта-стандарта Миртан на 2,9 см (4,6%).

Что касается определения массы 1000 семян изучаемых образцов люпина узколистного, то необходимо отметить превышение данного показателя у сортообразца С-7 над стандартом на 23,8 г (18,7%) в среднем за 2013-2015 гг. Учет величины вегетационного периода у обоих образцов показал, что за три года исследований их значения находились на одном уровне.

Таблица 6 - Характеристика нового сортообразца узколистного люпина С-7 по хозяйственно ценным признакам в КСИ (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Тип ветвления	Высота, см	Масса 1000 семян, г	Длина вегетационного периода, сут.	Устойчивость к антракнозу
Миртан, st.	обычный	65,3	127,4	99,7	толерантен (7 баллов)
С-7	обычный	62,4	151,2	99,0	толерантен (7 баллов)

Сортообразец С-7 универсального (зернового и зеленоукосного) направления использования с нередуцированным обычным типом ветвления (дикий тип). Обладает быстрым темпом роста и развития, раннеспелый. Обладает высокой однородностью, стабильностью. Отличительные апробационные признаки: семена зеленые, лист и стебель зеленые, цветки белые, семена белые. Бобы перед созреванием розовые, внутренний эпидермис созревшего боба оранжевый. Содержание белка в семенах составляет 32-34%, алкалоидов 0,03-0,06%. Устойчив к полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, фомпсису, толерантен к вирусным болезням (ВЖМФ и ВОМ), высоко толерантен к антракнозу. Сортообразец выведен методом индивидуального отбора растений из потомства гибридной комбинации и на инфекционном антракнозном фоне. Относится к разновидности var. *candidus*.

Заключение

В результате конкурсного сортоиспытания сортообразцов люпина узколистного выделен и передан в Государственное сортоиспытание сортообразец К-24 зернового направления использования, который в среднем за 2013-2015 гг. превысил сорт Першавец по урожайности семян на 6,0 ц/га, т.е. 16,0%. Ему было присвоено название Визит. В группе сортообразцов универсального направления использования выделен сортообразец С-7, который в среднем за 2013-2015 гг. превысил сорт Миртан по урожайности семян на 6,4 ц/га, т.е. 16,1%, а урожайности сухого вещества зеленой массы – на 17,3 ц/га, т.е. 20,0%. Данному сортообразцу присвоено название Альянс.

Литература

1. Государственный реестр сортов 2015 / Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 275 с.
2. *Гринь, В.В.* Первый сорт узколистного люпина зеленоукосного направления / В.В. Гринь [и др.] // Научное обеспечение люпиносеяния в России: тезисы докладов Межд. науч.-практ. конф., ВНИИ люпина, 12-14 июля 2005 г. – Брянск, 2005 – С. 71-73.
3. *Гринь, В.В.* Результаты селекции люпина узколистного в Республике Беларусь / В.В. Гринь, [и др.] // Научное обеспечение люпиносеяния в России: тезисы докладов Межд. науч.-практ. конф., ВНИИ люпина, 12-14 июля 2005 г. – Брянск, 2005 – С. 73-76.
4. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. *Евсеевко, М.В.* Реакция люпина узколистного сортов различного морфотипа на применение гербицидов почвенного и послевсходового действия: автореф...дисс. канд. с.-х. наук: 06.01.09/ М.В. Евсеевко; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2008. – 22 с.

6. *Купцов, Н.С.* Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы / Н.С. Купцов, И.П. Такунов // Брянск, Клиницы: издательство ГУП «Клинцовская городская типография», 2006. – 576 с.

RESULTS OF BLUE LUPINE BREEDING FOR GRAIN AND ALL-PURPOSE USE

V.Ch. Shor, M.V. Evseyenko, A.A. Kozlovsky

Breeding research results on blue lupine used for grain and other purposes are presented. In competitive variety trials, the accessions with the highest productivity of seeds and dry matter, which exceeded the standard varieties, were isolated. Among the isolated accessions, two of them were selected for transferring to the State Variety Testing Commission for studying in 2016.

УДК 633.174:581.1

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ПРОСА ПО ОСНОВНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

*В.П. Бакай, научный сотрудник, В.Н. Куделко, кандидат с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию*

(Поступила 5.03.2016 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты изучения коллекционных образцов проса различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР по основным элементам продуктивности растений с целью выявления источников для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Введение. В постоянно изменяющихся условиях окружающей среды сохранение существующего ассортимента культурных растений остается актуальной задачей. Особое значение имеют эти мероприятия для культур с небольшим ареалом распространения, к которым относится просо посевное (*Panicum miliaceum L*) [1].

За последние годы в селекции проса посевного достигнут значительный прогресс. Селекционерами созданы разнообразные формы: по вегетационному периоду – от ультраранних до поздних, по форме метелки – от развесистых до комовых, по окраске зерна – от белой до темно-коричневой, по пленчатости – от 4 до 25%, по массе 1000 зерен – от 5 до 13 г. Это находит свое отражение в новых сортах, передаваемых на Государственное сортоиспытание [2].

Просо – ценная зернокрупа культура, которая имеет большое продовольственное, кормовое и агротехническое значение. По вкусовым качествам и пищевой ценности пшено занимает почетное место среди других круп. В сравнении с ними оно имеет повышенное содержание белка и жира, легко разваривается и хорошо усваивается. Просо богато зольными элементами, особенно фосфором и магнием, микроэлементами, наиважнейшими витаминами: кароти-

ноидами (провитамин А), тиамином (B_1), рибофлавином (B_2), никотиновой и фолиевой кислотами. Солома и зеленая масса проса является ценным кормом для животных. Просо имеет высокое агротехническое значение – возможность позднего срока сева (от первой декады мая до середины июня – на зерно и до конца июля – на зеленую массу), особенно в южных районах республики, небольшая норма высева позволяет использовать его как прекрасную страховую культуру. Это одна из наиболее засухоустойчивых и жаростойких культур, что особенно ценно в настоящее время, поскольку климат имеет тенденцию к потеплению [3, 4]. Сильные засухи являются явным тому подтверждением. Вследствие этого в Республике Беларусь нужно выращивать засухоустойчивые культуры, которые смогли бы обеспечить животноводство качественными кормами при всех видах засухи [5].

На урожайность зерна проса существенное влияние оказывают уровень плодородия почвы, условия увлажнения и температурный режим в период вегетации растений. В этой связи важная роль в производстве отводится сортам, которые обладают широким диапазоном реакций на изменяющиеся экологические условия и способны стабильно реализовывать свой генотипический потенциал продуктивности. Успешная и рациональная работа селекционеров по созданию новых конкурентоспособных сортов в значительной мере зависит от изученного и классифицированного исходного материала.

Исходя из вышесказанного, возникает необходимость изучить и оценить коллекционный материал проса, а также просовидных культур, полученный из ВИРа и стран СНГ. Образцы, выделенные по комплексу или отдельным хозяйственно-полезным признакам, могут быть использованы в дальнейшем для комбинации селекционных форм и создания ценных сортов.

Материал и методика проведения исследований. Изучение коллекционного материала проса, проводили в 2014-2015 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,29-2,72%, содержание P_2O_5 – 178-254 мг/кг, K_2O – 278-420 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 5,3-6,6.

Метеорологические условия в период исследований существенно отличались от среднесуточных показателей, как по температурному режиму, так и по количеству атмосферных осадков.

Начало вегетации проса в 2014 г. характеризовалось ограниченным количеством осадков на фоне неустойчивой среднесуточной температуры воздуха, что обусловило медленное развитие растений проса. Последующий рост и развитие растений происходил при высокой температуре и недостаточном количестве осадков, особенно в период формирования урожая.

Вегетационный период 2015 г. можно охарактеризовать как крайне засушливый, для него была характерна сильная почвенная засуха, которая сопровождалась воздушной, т.к. осадки выпадали неравномерно и очень редко на фоне поздних заморозков и повышенной температуры воздуха в мае. Засушливые условия не могли не сказаться на вегетации растений проса.

Первые месяцы вегетации проса проходили при отсутствии осадков и высокой среднесуточной температурой воздуха, что обусловило медленное появление всходов проса, которое было растянуто почти на месяц, и низкую полевую всхожесть. В течение всего лета жаркая погода сопровождалась значительным дефицитом осадков, что в дальнейшем отрицательно сказалось на урожайности и типичности признаков изучаемых образцов.

Высевали образцы на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Технология возделывания проса в опытах осуществлялась согласно отраслевому регламенту [6]. Предшественник – озимая рожь. Фосфорные (P₆₀) и калийные (K₉₀) удобрения вносили осенью под зяблевую вспашку, а азотные (N₆₀) – весной под предпосевную культивацию. По элементам продуктивности оценивались 57 образцов проса. Посев осуществляли вручную, площадь делянки – 1 м², норма высева – 300 зерен/м². В фазу кущения проводили обработку посевов гербицидами диален супер + лонтрел (0,5+0,3 л/га). Оценка признаков проводилась по унифицированному классификатору проса [7].

Результаты и их обсуждение. Изучавшиеся нами образцы проса имеют разное эколого-географическое происхождение. Так, основная доля (68%) коллекции представлена образцами из Украины, 28% – из России и по 2% – из Венгрии и Казахстана (рисунки).

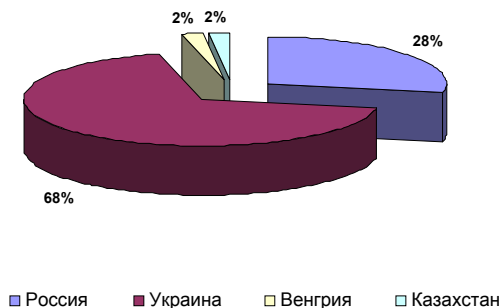


Рисунок – Разнообразие коллекции проса по географическому происхождению

Одним из важнейших направлений селекции является создание высокопродуктивных сортов. Высокая урожайность ценоза обеспечивается наилучшим развитием основных элементов структуры каждого растения. Наибольший селекционный интерес представляют высокопродуктивные сорта, которые меньше подвержены влиянию погодных условий. Условия 2014-2015 гг. были не совсем благоприятными для вегетации проса, особенно в периоды формирования урожая. Полученные результаты полевой оценки урожайных свойств коллекционных образцов проса показали, что диапазон изменения продуктивности растений в наших условиях был довольно широким (от 0,4 до 8,7 г). Так, наиболь-

шую массу зерна с метелки имели образцы Янтарное (8,7 г), Юбилейное (4,9 г), Веселоподолянское 311 (4,6 г), Мироновское 51, Вольное (4,1 г), а наименьшую (менее 1 г) – Мутант 83-7255 (0,9 г), ам 219 №112-912 (0,7 г), Харьковское 86 (0,4 г) (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика основных элементов продуктивности изучаемых образцов коллекции ВИР (среднее за 2014-2015 гг.)

Образец	Происхождение	Высота растения см	Продуктивная кустистость, шт.	Длина метёлки, см	Масса 1000 зёрен, г	Число зерен с метелки, шт.	Масса зерна с метелки, г
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Крупноскорое	Россия	75,8	1,3	19,6	8,9	222	2,0
2. Вольное	Россия	85,0	2,7	27,5	7,1	574	4,1
3. Мутант 83-8322	Украина	107,0	3,5	29,7	5,7	219	1,3
4. Мутант 81-6703	Украина	91,7	3,0	29,2	6,8	292	1,8
5. Мутант 83-7255	Украина	97,0	3,8	23,9	5,2	160	0,9
6. Мутант 82-7417	Украина	90,0	4,2	22,2	7,3	513	3,7
7. Мутант 82-7338	Украина	65,0	1,3	24,4	5,1	203	1,1
8. Воронежское 902	Россия	94,7	3,0	22,6	7,6	304	2,3
9. Воронежское 968	Россия	121,0	3,3	24	6,8	281	2,0
10. Воронежское 897	Россия	92,5	3,0	25,3	6,3	446	3,2
11. Ld 2596	Россия	120,0	2,5	29,1	6,7	331	2,4
12. Колоритное 7	Россия	81,3	3,4	26,5	6,8	217	1,5
13. Fertodi 6	Венгрия	121,7	3,0	28,5	5,4	219	1,1
14. Линия 2594	Россия	74,3	3,0	20,4	6,8	252	1,7
15. Линия 568	Россия	68,0	4,0	25,8	7,1	295	2,2
16. Линия 2489-33	Россия	91,0	3,5	28,5	5,4	330	2,0
17. ам 219 №112-912	Россия	92,6	3,0	23,3	6,5	115	0,7
18. ам 129 №2	Россия	69,7	5,3	19,6	5,7	496	3,0
19. Полиплоид ВНИИЗБК 1545	Россия	68,7	3,3	29,4	5,7	276	1,9
20. Полиплоид из №1190	Россия	72,3	3,8	28,4	7,6	342	2,2
21. Сяйво	Украина	97,5	1,5	28,5	6,9	448	3,0
22. Золотисте	Украина	93,7	2	33,4	6,2	457	2,7
23. Уральское 109	Россия	103,4	4,3	27,5	5,3	393	2,1
24. Киевское 96	Украина	101,2	4	22,6	5,3	187	1,1
25. Киевское 87	Украина	91,9	4,3	24,9	4,3	390	1,4
26. Киевское-95	Украина	97,9	4,0	29,2	5,6	344	2,0
27. Черноморское 86	Украина	115,3	4,3	25,7	5,4	296	1,5
28. Веселоподолянское 403	Украина	101,5	3,3	29,6	6,7	412	2,8
29. Веселоподолянское 16	Украина	99,9	4,3	30,3	5,1	542	2,8

Продолжение таблицы 2							
1	2	3	4	5	6	7	8
30. Веселоподолянское 176	Украина	102,9	5,4	30,9	4,0	387	1,7
31. Веселоподолянское 694	Украина	111,1	3,0	31,1	5,6	397	2,5
32. Веселоподолянское 311	Украина	99,2	3,3	24,8	7,7	591	4,6
33. Веселоподолянское 534	Украина	117	3,5	33,7	6,6	404	2,6
34. Веселоподолянское 632	Украина	89,7	4,8	22,8	5,8	300	1,6
35. Веселоподолянское 334	Украина	99,5	5,5	24,4	6,4	443	3,0
36. Харьковское 57	Украина	94,6	5,2	30,7	5,5	249	1,4
37. Харьковское 86	Украина	100,9	1,0	25,0	4,3	141	0,4
38. Харьковское 56	Украина	107,4	3,8	27,4	5,1	305	1,7
39. Харьковское 22	Украина	98,8	2,5	32,6	6,7	509	3,5
40. Харьковское 71	Украина	94,6	3,7	19,7	6,2	216	1,4
41. Харьковское 31	Украина	111	2,5	30,0	6,7	388	2,8
42. Юбилейное	Украина	117,6	3,3	29,4	5,9	797	4,9
43. Лилове	Украина	103,8	5,5	26,4	6,6	444	2,9
44. Витрило	Украина	109,1	3,5	28,8	5,3	683	3,6
45. Янтарное	Украина	111,8	4,3	26,9	6,7	622	8,7
46. Радуга	Россия	120,6	2,3	32,6	5,6	773	5,0
47. Олитан	Украина	98,3	3	32,7	6,6	370	2,5
48. Мироновское 51	Украина	111,4	3,0	30,7	6,7	306	4,1
49. Мироновское 94	Украина	111,7	3,4	30,5	4,3	388	1,5
50. Козацьке	Украина	114,5	3,5	31,8	6,2	473	3,0
51. Зоряне	Украина	107,8	4,2	31,7	6,9	427	3,0
52. Би́ла альтанка	Украина	83,4	3,7	20,6	7,3	180	1,3
53. Чаривне	Украина	87,5	3,8	19,3	5,9	305	1,9
54. Зеленовское	Казахстан	92,3	4,8	27,7	4,8	258	1,3
55. Аскольдо	Украина	110,2	3,5	32,4	6,4	366	2,2
56. Омрияне	Украина	88,5	1,5	25,3	5,9	593	3,5
57. Слобожанске	Украина	106,9	3,0	32,2	5,6	520	3,2

Одним из главных элементов структуры урожайности является масса 1000 зерен. Этот показатель изменяется в зависимости от сортовых особенностей и условий выращивания. Отсутствие осадков в период налива зерна не позволило растениям сформировать полноценный урожай. Анализ полученных результатов показал, что самая высокая масса 1000 семян отмечалась у образцов с коричневой и красной окраской зерен. Наиболее высокие показатели по этому признаку получены у образцов Крупноскорое (8,9 г), Веселоподолянское 311 (7,7 г), Мутант 82-7417, Воронежское 902, Полиплоид из №1190 (7,6 г), Би́ла Альтанка (7,3 г), Вольное и Линия 568 (7,1 г).

На формирование урожайности проса также немаловажное значение оказывает и продуктивная кустистость. Интенсивность кущения у разных сортов различная, но больше всего она зависит от условий выращивания, а именно от

обеспеченности растений питательными веществами и влагой при одинаковой норме высева, т.к. этот показатель зависит и от густоты стояния. В наших исследованиях наибольшая продуктивная кустистость отмечалась у образцов Веселоподолянское 334 (5,5), Лилове (5,5), ам 129 №2 (5,3), Харьковское 57 (5,2).

Просо – ценная кормовая культура, урожайность вегетативной массы которой во многом зависит от высоты растений. Однако при селекции проса на увеличение зерновой продуктивности интерес по устойчивости к полеганию представляют низкорослые и среднерослые формы. Высота растений изучаемых образцов варьировала от 65,0 до 121,7 см. Наиболее низкорослые сортообразцы: Мутант 82-7338 (65,0 см), Линия 568 (68,0 см), Полиплоид из ВНИИЗБК 1545 (68,7 см), ам 129 №2 (69,7 см), Полиплоид №1190 (72,3 см), Линия 2594 (74,3 см), высокорослые – Fertodi 6 (121,7 см), Воронежское 98 (121,0 см), Радуга (120,6 см), Ld 2596 (120,0 см). Основная масса образцов относилась к среднерослой группе.

Форма метелки изучаемых в коллекции образцов была представлена тремя типами: сжатая, раскидистая и развесистая. Основная масса изученных образцов имели метелку средней длины (22,1-29,0 см). Короткая метелка (15,1-22,0 см) была характерна образцам Крупноскорое, ам 129 №2, Харьковское 71, Чаривне. Образцы Мутант 83-8322, Ld 2596, Полиплоид из ВНИИЗБК 1545, Золотисте, Киевское 95, Веселоподолянское 403, Веселоподолянское 16, Веселоподолянское 176, Веселоподолянское 694, Веселоподолянское 534, Харьковское 57, Харьковское 22, Харьковское 31, Юбилейное, Радуга, Олитан, Мироновское 51, Козацьке, Зоряне, Аскольдо, Слобожанске имели длинную метелку (29,1-36,0 см). Однако, чем длиннее метелка, тем более растянут период ее созревания.

Самая большая озерненность метелки отмечалась у образцов Юбилейное (797 шт.), Радуга (773 шт.), Витрило (683 шт.), Янтарное (622 шт.), Омрияне (593 шт.), Веселоподолянское 311 (591 шт.), Вольное (574 шт.), Веселоподолянское 16 (542 шт.), Слобожанске (520 шт.), Мутант 82-7417 (513 шт.), Харьковское 22 (509 шт.).

Выводы

1. Наиболее высокую массу зерна с метелки (4,1-8,7 г) имеют образцы Янтарное, Юбилейное, Мироновское 51, Веселоподолянское 311, Вольное. Эти образцы могут использоваться в качестве источников высокой продуктивности.

2. По крупносемянности выделились образцы Крупноскорое, Вольное, Мутант 82-7417, Воронежское 902, Линия 568, Полиплоид из №1190, Веселоподолянское 311, Биля Альтанка, имеющие массу 1000 зерен 7,1-8,9 г.

3. В качестве источников высокой озерненности метелки (509-797 шт.) могут использоваться Вольное, Мутант 82-7417, Веселоподолянское 16, Веселоподолянское 311, Юбилейное, Харьковское 22, Витрило, Янтарное, Радуга, Омрияне, Слобожанске.

4. По комплексу хозяйственно-ценных признаков выделились сортообразцы Вольное, Веселоподолянское 311 (продуктивность и озерненность метелки,

крупносемянность), Юбилейное, Янтарное (продуктивность и озерненность метелки), Мутант 82-7417 (озерненность метелки и крупносемянность).

Литература

1. Корзун, О.С. Просо в Беларуси / О.С. Корзун, Т.А. Анохина, Р.М. Кадыров. – Гродно, 2013. – 198 с.
2. Чирко, Е.М. Отечественное пшено: быть или не быть? // Наше сельское хозяйство. – 2015. – №13. – С. 30-34.
3. Кравцов, С.В. Изучение и создание исходного материала проса для селекции на урожайность и крупность зерна: автореф. дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / С.В. Кравцов; РНИ-УП «Институт земледелия и селекции НАН Беларуси» – Жодино, 2003. – 20 с.
4. Кравцова, В.Н. Продолжительность периода вегетации и межфазных периодов разных разновидностей проса как критерий пригодности для возделывания в северной зоне Беларуси / В.Н. Кравцова // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. научн. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: М. А. Кадыров [и др.] – Мн., 2006 г. – Вып. 42. – С. 237–247.
5. Логинов, В.Ф. Основные принципы адаптации земледелия к изменяющемуся климату / В.Ф. Логинов, М.А. Кадыров, Г.А. Камышенко // Природопользование, 2010. – №17. – С. 28–39.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур. Сборник отраслевых регламентов. Возделывание проса. Типовые технологические процессы: – Введ. 01.11.2011. – Минск: «Белорусская наука», 2012. – С. 138–145.
7. Широкий уніфікований класифікатор проса (*Panicum miliaceum* L.) / Л.В. Григоращенко, С.Г. Холод, О.І. Рудник, В.К. Рябчун, Л.Н. Кобизева, С.М. Горбачова. – Харків, 2009. – 62 с.

STUDY RESULTS OF MILLET COLLECTION BY BASIC PRODUCTIVITY ELEMENTS

V.P. Bakai, V.N. Kudelko

Study results of millet collection accessions of different ecological and geographical origin from VIR world collection by basic plant productivity elements for the revealing of sources for further use in the breeding process are presented in the paper.

УДК 633.521:631.527

ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПО ПРИЗНАКАМ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЛЬНОПРОДУКЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

С.А. Иванов, соискатель
РУП «Институт льна», а. г. Устье

(Поступила 24.05.2016 г.)

Аннотация. *Приведены результаты оценки исходного материала, российского и украинского происхождения в сравнении с белорусскими стандартами. Установлено наличие существенных различий между образцами в зависимости от их происхождения. В целом иностранные сортообразцы уступают белорусским стандартам по продуктивности льнотресты и длинного во-*

локна, но превосходят их по урожайности льносемян, особенно образцы украинской селекции.

В настоящее время важное место отводится созданию высокоурожайных сортов льна-долгунца, отвечающих требованиям современных индустриальных технологий и сочетающих в себе высокую урожайность качественного волокна и семян, устойчивость к полеганию и болезням. В условиях интенсивного земледелия селекционерам нужен такой исходный материал, который позволил бы получить ожидаемые результаты с наименьшими затратами труда и времени.

Принимая во внимание то, что лен-долгунец достаточно широко возделывается в сопредельных с нами странах, таких как Россия и Украина, мы поставили перед собой задачу определить целесообразность включения в селекционный процесс сортов льна-долгунца, созданных в этих государствах.

Условия и методика исследований. Полевая коллекция по льну-долгунцу, как составная часть селекционных посевов, размещалась в одном из полей пятипольного севооборота РУП «Институт льна». Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, развивающаяся на среднем лесовидном суглинке, подстилаемая глубже 1 метра моренным суглинком, характеризовалась следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 5,2-5,9, содержание подвижных форм фосфора 193,8-428,8 мг/кг, обменного калия – 107,5-168,3 мг/кг почвы, гумуса – 1,7-1,8%.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались между собой по температурному режиму, по количеству, характеру и периодичности выпадения осадков, что способствовало достаточно объективной оценке изучаемого исходного материала. В частности, гидротермический коэффициент в 2012 г. составил 1,24 (относительно благоприятный для возделывания льна-долгунца), в 2013 г. – 0,92 и в 2014 г. – 0,7. Эти годы являлись засушливыми, но различной интенсивности.

Объектом исследования служила коллекция льна-долгунца, состоящая из 21 образца, для которых в качестве стандартов использовались сорта Ярок (раннеспелый), Алей (среднеспелый) и Могилевский (позднеспелый) [1]. Изучаемые образцы были объединены в две примерно равные группы – российские (9 образцов) и украинские (7 образцов), еще 2 зарубежных образца (Литва и Румыния) составили группу «прочие».

Изучение образцов проводилось в коллекционном питомнике, анализ и учет изучаемых параметров проводили согласно методических указаний по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) [2, 3]. Учетная площадь делянки – 1 м², повторность – 3-х кратная. Уборка посевов проводили вручную с одновременным очесом и расстилом льносолумы в ленты. Полученные результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа [4] при помощи пакета анализа, входящего в состав Microsoft office Excel. Переработка тресты в волокно осуществлялась на лабораторном станке СМТ. Качество длинного трепаного волокна определяли согласно действующим в республике СТБ [5].

Результаты и обсуждение. Анализ продуктивности основных показателей исходного материала представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры продуктивности образцов льна-долгунца различного происхождения

Происхождение	Количество образцов в группе	Величина признака, г/м ²	Отклонение от st		лимиты		Размах изменчивости, %
			единиц	%	min	max	
Льносолома							
РБ (st)	3	637,2	-	-	556,0	680,0	18,2
Россия	9	550,8	-86,4	13,6	377,0	757,0	50,2
Украина	7	665,5	+28,3	4,4	427,0	745,0	42,7
Прочие	2	493,0	-144,2	22,6	392,0	580,0	32,4
Треста							
РБ (st)	3	450,8	-	-	377,0	528,8	28,7
Россия	9	436,9	-13,9	3,9	256,0	621,0	58,8
Украина	7	437,6	-13,2	2,9	325,0	535,0	39,3
Прочие	2	396,1	-54,7	12,1	302,0	480,0	37,1
Общее волокно							
РБ (st)	3	160,0	-	-	113,3	175,0	25,0
Россия	9	110,1	-49,9	31,2	70,0	165,4	57,7
Украина	7	111,2	-48,8	30,5	44,4	168,1	73,6
Прочие	2	105,3	-54,7	34,2	40,0	142,2	71,9
Длинное волокно							
РБ (st)	3	94,6	-	-	35,0	130,0	73,1
Россия	9	68,7	-25,9	27,4	25,0	110,0	77,3
Украина	7	75,2	-19,4	20,5	20,0	110,4	81,9
Прочие	2	42,4	-52,2	55,2	10,0	57,0	82,5
Семена							
РБ (st)	3	86,9	-	-	77,3	107,3	24,0
Россия	9	86,5	-0,4	0,5	52,5	155,3	66,2
Украина	7	91,7	+4,8	5,5	69,4	133,1	47,9
Прочие	2	92,5	+5,6	6,6	65,9	136,8	42,4

Общим для изучаемых нами образцов льна-долгунца является следующее: белорусские сорта, используемые в качестве стандартов, отличаются более высокой стабильностью всех представленных признаков продуктивности. Образцы из России и Украины значительно превышают размах изменчивости по всем параметрам [6], включая и продуктивность семян, по которому большинство изученных образцов превышают суммарный стандарт. Исключение составил показатель продуктивности длинного волокна, который сильно варьирует как у белорусских, так и у иностранных сортообразцов.

В то же время именно сбор длинного волокна с единицы площади является основным показателем ради которого и возделывается лен-долгунец, следовательно, основное внимание следует уделить этому показателю. Анализ варьирования его величины у сортов Ярок, Алей и Могилевский показал, что меньшее варьирование величины продуктивности длинного волокна у сорта Моги-

левский (табл. 2). Поэтому сравнение иностранного материала проведено нами именно с этим стандартом, оно показало, что лишь сорт украинской селекции Персей оказался достаточно конкурентоспособным в засушливый 2014 год. Прибавка составила 9,4%, что указывает на наличие статистической значимости.

Таблица 2 – Продуктивность длинного волокна и его изменчивость по годам у сортов-стандартов

Сорт-стандарт	Продуктивность, г/м ²				Стандартное отклонение, S	Дисперсия, S ²	Коэффициент вариации, V %
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее			
Ярок	125	130	35	96,7	53,5	2858,3	55,3
Алей	110	108	44	87,3	37,7	1418,0	43,2
Могилевский	108	111	80	99,7	17,1	292,3	17,2
НСР ₀₅	5,8	5,1	6,1				

Таблица 3 – Продуктивность длинного волокна и его изменчивость у исходного материала в сравнении со стандартом Могилевский, г/м²

Сортообразец	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее	Отклонение от st		Коэффициент вариации, V %
					единиц	%	
Рушничок	83,0	86,0	20,0	63,0	-36,7	36,8	59,2
Зоря 87	70,0	76,0	28,0	57,8	-41,9	42,0	45,7
Синильга	95,0	97,0	73,0	88,2	-11,5	11,5	15,4
Персей	109,0	110,0	88,0	102,3	+2,6	0,3	12,5
Вручий	107,0	110,0	58,0	91,4	-8,3	83,3	32,2
Каменяр	83,0	85,0	45,0	70,9	-28,8	28,9	31,7
Юбилейный 2	63,0	68,0	28,0	52,6	-47,2	47,2	41,6
Мираж	78,0	83,0	60,0	73,7	-26,0	26,1	16,4
Лидер	110,0	106,0	45,0	87,0	-12,7	12,7	41,9
Сигнал	77,0	80,0	43,0	66,3	-33,4	33,5	31,2
Смена	52,0	55,0	60,0	55,7	-44,0	44,1	7,3
Снежинка	82,0	81,0	80,0	81,1	-18,6	18,7	1,2
Смоленский 1051	80,0	83,0	45,0	69,4	-30,3	30,4	30,5
Факел (Волна)	88,0	90,0	73,0	83,2	-16,5	16,5	11,2
Стодолищенский	28,0	28,0	25,0	26,8	-72,9	73,1	5,7
Тост 4	75,0	78,0	73,0	75,2	-24,5	24,6	3,7
В-164	50,0	47,0	10,0	35,7	-64,0	64,2	62,5
Mures	55,0	57,0	35,0	49,0	-50,7	50,9	24,8

Анализ лимитов показателей продуктивности позволил выявить, что у исследуемых нами образцов российской и украинской селекции адаптивность при их возделывании в Беларуси ниже, чем у отечественных сортов, кроме того, не-

благоприятные погодные условия не способствовали высокому уровню реализации их потенциальной урожайности. Особенно это проявилось в условиях засушливого 2014 г. (таблицы 2, 3) Кроме снижения количественных параметров продуктивности существенно ухудшились показатели, характеризующие качество льноволокна, а также его номер (таблица 4).

Не менее важное значение имеет прочность льноволокна, которое определяется показателем разрывной нагрузки (рисунок 1).

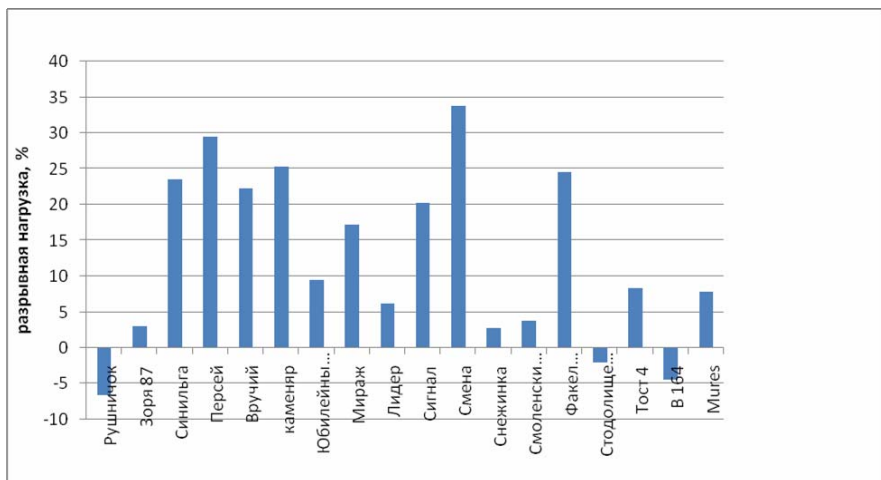


Рисунок 1 – Разрывная нагрузка у изучаемых образцов относительно стандарта Могилевский

Лишь в относительно благоприятный 2012 г. с достаточным выпадением осадков два образца оказались способны сформировать волокно с номером 13, который пользуется повышенном спросом при производстве льняных тканей.

Можно отметить, что среди украинских образцов лишь два образца имели показатель прочности на уровне белорусского стандарта, остальные проявили достаточно высокое преимущество по данному показателю, среди которых выделяются образцы Персей и Смена. Среди образцов российской селекции на уровне стандарта было 45% от числа изученных, у остальных преимущество составило 8,4-33,8%, т.е. было статистически значимым, что позволяет выбрать исходный материал для селекции на повышение прочности длинного льноволокна.

Выводы

1. При создании новых сортов льна-долгунца необходимо ориентироваться на образцы с номером длинного волокна 12-13, а так же учитывать их продуктивность с единицы площади. Наиболее стабильным комплексом показателей, характеризующим качество длинного волокна, среди образцов украинской селекции обладает сортообразец Персей, среди российских образцов – Смена, Факел (Волна).

Таблица 4 – Инструментальная оценка длинного чесанного волокна сортов образцов льна-долгунца

Сортообразец	Гортевая длина, см				Гибкость, мм				№ волокна			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее
Могилевский, st	67	63	59	63	58	51	42	50	13	12	11	12,0
Рушничок	57	55	50	54	39	40	33	37	11	9	9	8,7
Зоря 87	62	61	48	57	39	42	44	42	12	11	10	11,0
Синьга	59	61	55	58	44	32	41	39	12	11	10	11,0
Персей	64	64	57	62	49	41	35	42	13	12	11	12,0
Вручий	61	63	53	59	48	42	41	44	12	12	10	11,3
Каменяр	61	60	60	60	44	43	39	42	12	12	11	11,7
Юбилейный 2	62	61	52	58	50	37	47	45	12	11	10	11,0
Мираж	63	58	53	58	47	51	36	45	12	12	10	11,3
Лидер	59	60	52	57	43	38	43	41	12	11	10	11,0
Сигнал	59	62	57	59	48	39	42	43	12	12	11	11,7
Смена	60	60	55	58	48	39	44	44	12	11	11	11,3
Снежинка	67	62	50	60	43	39	42	41	12	12	10	11,3
Смоленский 1051	62	68	54	61	34	44	41	40	12	12	10	11,3
Факел (Волна)	64	60	59	61	38	42	48	43	12	12	11	11,7
Стодолненский	50	46	48	48	40	32	36	36	10	9	10	9,7
Тост 4	65	63	56	61	48	40	40	43	12	12	10	11,3
В 164	55	53	41	50	44	40	47	44	10	10	8	9,3
Mures	53	60	54	56	50	39	38	42	11	11	10	10,7

2. В целом российские и украинские сортообразцы имеют недостаточную адаптивность в условиях Республики Беларусь, особенно в засушливые годы. Обращает на себя внимание высокая стабильность по сбору длинного волокна у сортообразца Снежинка, не смотря на недостаточную конкурентоспособность по урожайности длинного волокна с единицы площади в сравнении с белорусским стандартом.

3. Использование образцов украинской и российской селекции целесообразно для включения в селекционный процесс льна-долгунца в целях повышения прочности волокна.

Литература

1. Результаты испытания сортов картофеля, овощных, плодовых и ягодных культур, рапса озимого и ярового, сои, подсолнечника, льна-долгунца и масличного льна на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2010-2012 гг. – Минск, 2013. – С. 139-157.

2. Методические указания по селекции льна-долгунца / Л.Н. Павлова [и др.] – М., 2004. – 43 с.

3. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) / В.З. Богдан [и др.]. – Устье, 2011. – 13 с.

4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований) / Б.А. Доспехов; 4-е изд. – М., Колос. 1979 – 416 с.

5. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия: СТБ // 95-99. – Введ. 30.12.99. – Минск Госстандарт РБ, 1999. – 16 с.

6. Зыкин, В.А. Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы / В.А. Зыкин [и др.] // Доклады РАСХН. – 2000 – №2. – С. 5-7.

CHARACTERISTICS OF FIBRE FLAX INITIAL MATERIAL BY PRODUCTIVITY AND QUALITY OF FLAX PRODUCTS DEPENDING ON ITS ORIGIN

S.A. Ivanov

Evaluation results of the initial material of Russian and Ukrainian origin in comparison with the Belarusian standards are presented. Significant differences between the samples depending on their origin were found. In whole, the foreign variety samples were inferior to the Belarusian standards in the productivity of flax stock and long fibre but exceeded them in the seed yield, particularly the samples of Ukrainian breeding.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абарова Е.Э.....	73
Абраскова С.В.....	192, 199
Ардашникова А.Э.....	61, 263
Бакай В.П.....	288
Бандарчук В.А.....	245
Барчевская Е.Ф.....	239
Безлюдный В.Н.....	28, 83, 108
Беляй О.М.....	213
Берестов И.И.....	28, 108
Бех Н.С.....	144
Биловус Г.Я.....	42
Болошенко Л.В.....	225
Боровик А.А.....	268
Бородько А.А.....	138
Будевич Г.В.....	257
Булойчик А.А.....	225
Буштович В.Н.....	225, 245, 257
Васько П.П.....	207, 213, 218
Власов А.Г.....	53
Володькин Д.Н.....	184
Гвоздов А.П.....	101
Гера А.Н.....	17
Гордей С.И.....	232
Гриб С.И.....	28, 225, 245, 257
Грибанов Л.Н.....	4
Гуменюк А.В.....	95
Дашкевич И.Н.....	4
Дергачев А.Л.....	95
Долгова Е.Л.....	112
Долматович Т.В.....	225
Дубовик Н.С.....	95
Евсеев М.В.....	280
Ермоленко Н.Л.....	239
Жемойда В.Л.....	274
Зборовская О.В.....	88
Зубкович А.А.....	101
Иванов С.А.....	294
Кадырова М.В.....	257
Каленская С.М.....	22
Кириленко В.В.....	95
Клыга Е.Р.....	207, 218
Козловский А.А.....	280

Копылов В.Л.	171, 178
Корзун О.С.	124
Коцар М.А.	144
Кочурко В.И.	66
Красовский С.А.	274
Крицкая В.В.	268
Крицкий М.Н.	268
Куделко В.Н.	158, 288
Куликович Е.Н.	239
Куликович С.Н.	239, 263
Лапутько Е.В.	112
Лужинская Н.А.	149
Лукашевич Т.Н.	138, 165
Мелешкевич М.А.	192, 199
Мельников Р.В.	28
Мельничук К.Г.	232
Надточаев Н.Ф.	192, 199
Наумова Г.В.	124
Наумович И.М.	47, 132
Никитина Т.М.	213
Новичек А.А.	83
Оксем В.П.	88
Пилипенко Ж.С.	225
Пилюк Я.Э.	47, 132, 138
Подорский М.В.	119
Позняк Е.И.	36, 245
Привалов Ф.И.	83, 207
Прядкина Г.А.	88
Ритвинская Е.М.	66, 73
Роик Н.В.	144
Романович А.Н.	192
Савостеева Т.П.	101
Сацюк И.В.	61, 263
Скируха А.Ч.	4
Степаненко Н.С.	192, 199
Степанова Н.В.	11
Столепченко В.А.	213
Судденко В.Ю.	22
Трушко В.Ю.	61, 263
Тупик С.И.	4
Урбан Э.П.	232, 251
Усенья А.А.	4
Халецкий С.П.	53
Холодинская Н.Л.	192, 199

Холодинский В.В.....	83
Чекель Е.И.....	268
Черепок И.А.....	268
Шашко К.Г.....	83
Шашко М.Н.....	119, 257
Шашко Ю.К.....	119, 257
Шемпель Т.П.....	112
Шестак Н.М.....	171, 178
Шишлова Н.П.....	112
Шлапунов В.Н.....	165, 178
Шор В.Ч.....	280
Якута О.Н.....	101

СОДЕРЖАНИЕ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

<i>Скируха А.Ч., Усеня А.А., Грибанов Л.Н., Тупик С.И., Дашкевич И.Н.</i> Эффективность возделывания основных сельскохозяйственных культур в различных севооборотах в условиях интенсификации земледелия.....	4
<i>Степанова Н.В.</i> Продуктивность и технологическое качество льна-долгунца при возделывании в повторных посевах.....	11
<i>Гера А.Н.</i> Влияние систем удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур в условиях осушенных дерново-подзолистых глеевых почв Украины.....	17
<i>Судденко В.Ю., Каленская С.М.</i> Урожайность, качество зерна и семян пшеницы мягкой яровой в зависимости от минерального питания и систем защиты в правобережной лесостепи Украины.....	22
<i>Гриб С.И., Берестов И.И., Мельников Р.В., Безлюдный В.Н.</i> Урожайность и вынос азота яровой мягкой пшеницей в зависимости от сорта и уровня применения азотного удобрения.....	28
<i>Позняк Е.И.</i> Зависимость урожайности различных сортов пивоваренного ячменя от сроков сева.....	36
<i>Биловус Г.Я.</i> Влияние сроков сева на экономическую эффективность и пораженность болезнями колоса пшеницы озимой в условиях Западной лесостепи Украины.....	42
<i>Наумович И.М., Пилюк Я.Э.</i> Урожайность и качество маслосемян гибридов ярового рапса в зависимости от нормы высева.....	47
<i>Власов А.Г., Халецкий С.П.</i> Оценка реакции яровых зерновых культур овса и тритикале на применение ретардантов.....	53
<i>Сацюк И.В., Ардашникова А.Э., Трушко В.Ю.</i> Особенности внесения ретарданта моддус на короткостебельных сортах озимой пшеницы.....	61
<i>Кочурко В.И., Ритвинская Е.М.</i> Регуляторы роста в системе защиты различных сортов тритикале от полегания.....	66
<i>Ритвинская Е.М., Абарова Е.Э.</i> Влияние способов применения регуляторов роста на устойчивость к полеганию тритикале.....	73

Привалов Ф.И., Шашко К.Г., Холодинский В.В., Безлюдный В.Н., Новичек А.А. Влияние уровня интенсификации технологии возделывания на урожайность и содержание белка в зерне ярового тритикале.....	83
Зборовская О.В., Прядкина Г.А., Оксем В.П. Зависимость Хлорофилльного индекса посевов высокопродуктивных сортов озимой пшеницы от условий выращивания и его связь с продуктивностью....	88
Кириленко В.В., Дергачев А.Л., Гуменюк А.В., Дубовик Н.С. Продуктивность перспективных генотипов пшеницы мягкой озимой в зависимости от условий выращивания.....	95
Зубкович А.А., Гвоздов А.П., Якута О.Н., Савостеева Т.П. Влияние отдельных элементов технологии возделывания на урожайность новых сортов ярового кормового ячменя.....	101
Безлюдный В.Н., Берестов И.И. Определение содержания общего азота и сухого вещества в соломе яровой мягкой пшеницы с использованием ближней инфракрасной спектроскопии.....	108
Шишлова Н.П., Долгова Е.Л., Лапутько Е.В., Шемпель Т.П. Характеристика хлебопекарного потенциала озимого тритикале по результатам миксографического анализа.....	112
Подорский М.В., Шашко Ю.К., Шашко М.Н. Желтая пятнистость пшеницы <i>ruepophora tritici-repentis</i> в Беларуси: идентификация, выделение, культивирование на искусственных питательных средах.....	119
Корзун О.С., Наумова Г.В. Агроэнергетическое обоснование применения препарата из рапсового шрота при возделывании пайзы и гречихи.....	124
Наумович И.М., Пилюк Я.Э. Биологическая и хозяйственная эффективность фунгицидов в посевах ярового рапса в зависимости от генотипа.....	132
Пилюк Я.Э., Бородько А.А., Лукашевич Т.Н. Эффективность фунгицидов в посевах различных генотипов озимого рапса.....	138
Роик Н.В., Коцар М.А., Бех Н.С. Влияние солевого стресса <i>in vivo</i> на развитие мискантуса.....	144
Лужинская Н.А. Реакция различных морфотипов диплоидной гречихи на применение гербицидов.....	149

Куделко В.Н. Влияние сроков сева проса на видовой состав сорной растительности.....	158
Шлапунов В.Н., Лукашевич Т.Н. Кормовое поле Беларуси: состояние и резервы.....	165
Шестак Н.М., Копылович В.Л. Сравнительная продуктивность и экономическая эффективность возделывания сорго сахарного в зависимости от количества укосов.....	171
Шестак Н.М., Копылович В.Л., Шлапунов В.Н. Зависимость урожайности сорго сахарного от норм высева, способов и сроков сева.....	178
Володькин Д.Н. Питательная ценность зернофуража из ячменя и кукурузы и экономическая эффективность при различных способах их заготовки.....	184
Надточаев Н.Ф., Холодинская Н.Л., Романович А.Н., Абраскова С.В., Мелешкевич М.А., Степаненко Н.С. Корреляционные связи между урожайностью и показателями питательной ценности гибридов кукурузы....	192
Надточаев Н.Ф., Абраскова С.В., Холодинская Н.Л., Мелешкевич М.А., Степаненко Н.С. Отзывчивость кукурузы на элементы интенсификации при повторном ее выращивании на силос.....	199
Привалов Ф.И., Васько П.П., Клыга Е.Р. Оптимизация структуры многолетних трав как фактор стабилизации производства кормов и растительного белка.....	207
Васько П.П., Столепченко В.А., Беляй О.М., Никитина Т.М. Сорт фестулолиума райграсового морфотипа Метеор.....	213
Клыга Е.Р., Васько П.П. Биологическая эффективность бактериального препарата клеверин на травостоях клевера ползучего.....	218

СЕЛЕКЦИЯ И СМЕНОВОДСТВО

Долматович Т.В., Булойчик А.А., Гриб С.И., Бушневич В.Н., Болошенко Л.В., Пилипенко Ж.С. Скрининг сортообразцов конкурсного испытания озимого и ярового тритикале на присутствие генов устойчивости к бурой, стеблевой и желтой ржавчине пшеницы.....	225
Гордей С.И., Урбан Э.П., Мельничук К.Г. Создание самоопыленных линий для селекции гибридных сортов озимой ржи (<i>Secale cereale L.</i>).....	232

Куликович Е.Н., Куликович С.Н., Ермоленко Н.Л., Барчевская Е.Ф. Каллусогенез в культуре <i>in vitro</i> незрелых соцветий озимой пшеницы.....	239
Гриб С.И., Бушневич В.Н., Позняк Е.И., Бандарчук В.А. Результаты изучения коллекции озимого тритикале в условиях Беларуси.....	245
Урбан Э.П. Актуальные вопросы повышения хлебопекарных и кормовых качеств озимой ржи методами селекции.....	251
Шашко Ю.К., Гриб С.И., Бушневич В.Н., Будевич Г.В., Кадырова М.В., Шашко М.Н. Результаты оценки коллекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к фузариозу колоса и зерна.....	257
Сацюк И.В., Трушко В.Ю., Ардашникова А.Э., Куликович С.Н. Результаты конкурсного сортоиспытания озимой пшеницы.....	263
Крицкий М.Н., Чекель Е.И., Боровик А.А., Черепок И.А., Крицкая В.В. Результаты изучения коллекции люцерны на корм и семена.....	268
Красновский С.А., Жемойда В.Л. Отбор холодостойких генотипов кукурузы методом холодного проращивания (<i>cold test</i>).....	274
Шор В.Ч., Евсеенко М.В., Козловский А.А. Результаты селекции люпина узколистного зернового и универсального направления использования.....	280
Бакай В.П., Куделко В.Н. Результаты изучения коллекции проса по основным элементам продуктивности растений.....	288
Иванов С.А. Характеристика исходного материала льна-долгунца по признакам продуктивности и качества льнопродукции в зависимости от его происхождения.....	294
ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	301

Научное издание

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И СЕЛЕКЦИЯ В БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Основан в 1951 году

ВЫПУСК 52

*Дизайн обложки Н. П. Засулевич
Корректор Т. М. Булавина*

Подписано в печать 00.00.2016 г. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 17,84. Уч.-изд. л. 20,43.

Тираж 100 экз. Заказ 000.

Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр
Министерства финансов Республики Беларусь».
Свидетельства о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.