

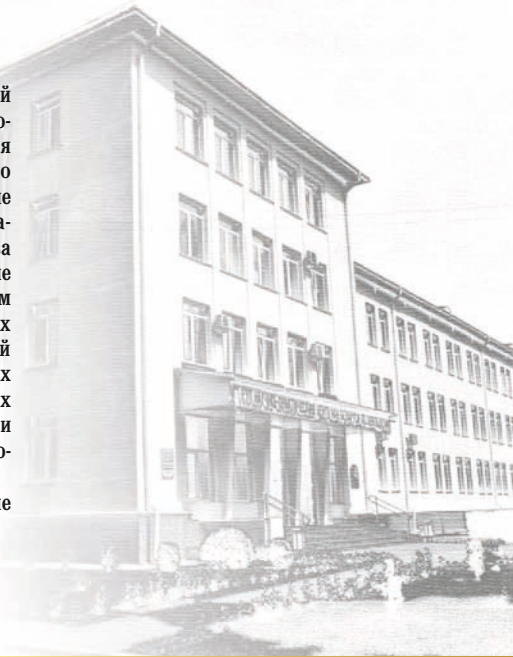
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
НАУК БЕЛАРУСИ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
БЕЛАРУСИ ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ



В сборнике материалов Международной научно-практической конференции проанализированы результаты НИР, опыт функционирования Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию и изложены новые перспективные направления научных исследований инновационного развития отрасли растениеводства в Беларуси и зарубежных странах, приоритетные научные подходы в области разработки систем и приемов «точного» земледелия, наукоемких систем повышения эффективности удобрений и средств защиты растений, прогрессивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, современных методов биотехнологии и генетической инженерии в селекции и семеноводстве растений.

В работе конференции приняли участие ученые Беларуси, России, Армении.



СТРАТЕГИЯ, ПРИОРИТЕТЫ И ДОСТИЖЕНИЯ В РАЗВИТИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И СЕЛЕКЦИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ



## СТРАТЕГИЯ, ПРИОРИТЕТЫ И ДОСТИЖЕНИЯ В РАЗВИТИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И СЕЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ

ISBN 978-985-880-246-2



9 789858 802462

материалы  
Международной научно-практической конференции,  
посвященной 95-летию  
Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию  
(7-8 июля 2022 г.)

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ**  
**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ**  
**АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ**

**СТРАТЕГИЯ, ПРИОРИТЕТЫ И ДОСТИЖЕНИЯ**  
**В РАЗВИТИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И СЕЛЕКЦИИ**  
**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**  
**В БЕЛАРУСИ**

материалы  
Международной научно-практической конференции,  
посвященной 95-летию  
Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию  
(7-8 июля 2022 г.)

г. Жодино, 2022

УДК [631.5/.8+633](476)(082)  
ББК 41.4(4Бел)я43  
С83

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Привалов Ф.И.**, д-р с.-х. наук, акад. НАН Беларуси, **Урбан Э.П.**, д-р с.-х. наук, чл.-кор. НАН Беларуси, **Лужинский Д.В.**, канд. с.-х. наук, **Гриб С.И.**, д-р с.-х. наук, акад. НАН Беларуси, **Скируха А.Ч.**, канд. с.-х. наук, **Буштевич В.Н.**, канд. с.-х. наук, **Бруй И.Г.**, канд. с.-х. наук, **Пилюк Я.Э.**, д-р с.-х. наук, **Булавина Т.М.**, д-р с.-х. наук, **Песковская И.О.**, **Лавникович А.С.**, переводчик

Материалы приведены в авторской редакции. Ответственность за достоверность данных и оформление материалов несут авторы статей.

**Стратегия**, приоритеты и достижения в развитии земледелия и селекции сельскохозяйственных растений в Беларуси : сборник материалов Международной научно-практической конференции; 7–8 июля 2022 г., г. Жодино / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – 274 с.

ISBN 978-985-880-246-2.

В сборнике материалов Международной научно-практической конференции проанализированы результаты НИР, опыт функционирования Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию и изложены новые перспективные направления научных исследований инновационного развития отрасли растениеводства в Беларуси и зарубежных странах, приоритетные научные подходы в области разработки систем и приемов «точного» земледелия, наукоемких систем повышения эффективности удобрений и средств защиты растений, прогрессивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, современных методов биотехнологии и генетической инженерии в селекции и семеноводстве растений.

В работе конференции приняли участие ученые Беларуси, России, Армении.

УДК [631.5/.8+633](476)(082)  
ББК 41.4(4Бел)я43

ISBN 978-985-880-246-2

© РУП «Научно-практический центр  
НАН Беларуси  
по земледелию», 2022  
© Оформление.  
УП «ИВЦ Минфина», 2022

# **ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО**

## **ОСНОВНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ НА ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ БЕЛАРУСИ**

*А.Ч. Скируха, А.А. Усеня, Л.Н. Грибанов*

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
sevooborot@izis.by*

Важнейшей задачей земледелия является проблема сохранения и повышения плодородия почв. В современном земледелии особую актуальность приобретает поддержание на оптимальном уровне баланса органического вещества. Ранее, во второй половине XX века, на протяжении более четырех десятилетий на пахотных почвах его достигали за счет широкого использования торфа на удобрение. В среднем по республике на 1 га вносилось по 12-14 тонн навоза, в основном на торфяной подстилке. В последние годы его вносилось на 1 га пахотных земель по 7,5-10,2 т. В результате обозначился отрицательный баланс гумуса в почве. Средневзвешенное его содержание в пахотном слое снизилось с 2,28 до 2,26% [1, 2].

К основным мероприятиям, проводимым в настоящее время на пахотных землях Беларуси, по увеличению поступления органического вещества в почву можно отнести следующие:

1. Внесение навоза, торфо-навозных компостов, птичьего помета и других органических удобрений, которые обеспечивают положительный баланс гумуса, питательных элементов в почве, а также значительно улучшают ее физические, биологические и физико-химические свойства. Все виды органических удобрений занимают порядка 30-40 % от общей массы питательных веществ, вносимых в Беларусь. Примерно 75 % от этой массы минерализуется и участвует в питании растений, остальные 25 % гумифицируются, восполняя потерю гумуса при выращивании культур. В последние годы объем внесения органических удобрений составлял 51,1 млн тонн или 10,2 т на 1 га пашни (2021 г.). До начала 1990 годов вносилось ежегодно 77-83 млн тонн или 14,0-14,5 т на 1 га пашни. Для обеспечения бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить 12-13 т/га пашни (67 млн т по республике).

2. Поступление органического вещества в почву за счет корневых и пожнивных остатков сельскохозяйственных культур. На долю растительных остатков в настоящее время приходится до 70 % в общем количестве поставляемого в почву органического вещества. Полевые культуры по количеству оставляемой в почве органической массы

можно расположить в следующий убывающий ряд: многолетние травы (клевер, клевер + злаки 1-2 лет пользования, люцерна) – 50-78 ц, зерновые колосовые – 25-32 ц, однолетние бобовые и бобово-злаковые культуры на зеленую массу (люпин, вика, пелюшка, сераделла) – 13-28 ц, кукуруза – 25 ц, клубнеплоды (картофель) – 6-11 ц.

Результаты проведенных исследований показали, что наибольшее количество органической массы за счет корневых и пожнивных остатков поступают в почву в севооборотах с многолетними бобовыми и бобово-злаковыми травами, в составе которых возделываются также промежуточные культуры. Максимальное их количество накапливалось в 8-польном зернотравянопропашном севообороте с двумя полями клевера одногодичного пользования и возделыванием в двух полях (25 % в структуре севооборота) промежуточных культур – 41,8 ц/га. Близким к этому севообороту был зернотравяной севооборот с сочетанием клевера одногодичного пользования и клеверо-тимофеечной смеси двухлетнего пользования – 40,6 ц/га, а также специализированный зерновой севооборот без пропашных культур с двумя полями (25 % в структуре посевов) клевера одногодичного пользования – 41,4 ц/га. В зернотравянопропашном и зерновом севооборотах за счет основных культур поступало в почву 35,3-35,4 ц/га растительных остатков, за счет промежуточных – 6,0-6,5 ц/га. В общем количестве поступившей органической массы удельный вес промежуточных посевов составил 14,5-15,5 %.

Значение многолетних трав в севооборотах в обогащении почвы органическим веществом определяется не только размерами их площадей и удельным весом в структуре посевов, но и режимом использования в севообороте. Наиболее существенным здесь является срок пользования. Больше всего растительных остатков запахивается в почву в севооборотах с одногодичным использованием клевера и при использовании клеверо-злаковой смеси не более двух лет. Причем, при одном и том же удельном весе трав в севообороте преимущество имеют севообороты с одногодичным использованием клевера. В нашем опыте при одногодичном использовании в почву поступало 35,3 ц/га органической массы, при двухгодичном 28,5 ц/га, а в таких же севооборотах с промежуточными культурами соответственно 41,8 и 35,1 ц/га. Удлинение срока пользования многолетними травами (клевер + злаки) до четырех лет приводило к уменьшению запахиваемых растительных остатков до 25,9 ц/га, несмотря на то, что в этом севообороте удельный вес многолетних трав был вдвое больше (50 % вместо 25 %), чем в севооборотах с одногодичным и двухгодичным использованием клевера.

Значительно меньше, чем в севооборотах с многолетними бобовыми травами поступало в почву пожнивных и корневых остатков в зернопропашных севооборотах – 23,0-24,9 ц/га и еще меньше в пропашных севооборотах со 100 % пропашных культур – 14,6-15,1 ц/га [3, 4].

В целом, как показали наши исследования, корневым и пожнивным остаткам принадлежит большая роль в пополнении органического вещества в почве. В проводимом стационарном опыте по основному фону удобрений вносилось по 11,2 тонн навоза на 1 га севооборотной площади. Это соответствовало 22,4 ц/га сухого вещества, что намного меньше, чем поступало в почву с корневыми и пожнивными остатками. За исключением пропашного севооборота во всех изучаемых севооборотах доля растительных остатков составляла от 50,7 до 68,4 %, и даже в пропашном севообороте она была равна 39,5 %. Во всех севооборотах с многолетними травами количество органической массы корневых и пожнивных остатков на 1 га пашни было эквивалентно 13,0-20,9 т подстильного навоза. В зернопропашном севообороте оно соответствовало 11,5 и в пропашном севообороте 7,3 тоннам навоза.

3. Совершенствование структуры посевных площадей и системы севооборотов. Улучшение в структуре посевов соотношения площадей пропашных культур и многолетних трав. В республике в 2021 г. посеяно 1168 тыс. га (22,0 %) кукурузы, 19,5 тыс. га (0,4 %) картофеля, 85,1 тыс. га (1,6 %) сахарной свеклы, всего пропашных 1272,6 тыс. га, т.е. 23,9 % пашни занято культурами, возделывание которых способствует усиленной минерализации гумуса. В то же время многолетних трав на пашне имелось 943,4 тыс. га. Данное соотношение многолетних трав к пропашным (0,6:1) не является благоприятным, а скорее критическим для расширенного воспроизводства плодородия почвы и должно быть более широким (1,5-2:1). Ситуация усугублена в этом плане тем, что в республике в последние годы на пахотных землях сильно увеличены площади под кукурузой. К тому же в структуре многолетних трав только 43,9 % (413,6 тыс. га) представлено бобовыми видами трав в чистом виде. Поэтому, наряду со снижением площадей посева под кукурузой и увеличением объемов внесения органических удобрений, необходимо улучшать структуру многолетних трав в направлении увеличения доли бобовых и бобово-злаковых видов (до 90 %). Как показывают результаты научных исследований, баланс гумуса складывался бездефицитно в зерно-травяно-пропашном севообороте с 25 % клевера (2 поля в восьмипольном севообороте) и 12,5 % пропашных даже на одном минеральном фоне удобрений [3]. В другом длительном опыте доказано, что на дерново-подзолистых почвах в севообороте с клевером при 7,5 т на 1 га пашни обеспечивался поло-

жительный баланс гумуса в почве [5]. Это свидетельство большой роли клеверосеяния в севооборотах на пахотных землях сельскохозяйственных предприятий АПК республики.

4. Запашка измельченной соломы. Внесение соломы оказывает положительное влияние на структурное состояние и водопроницаемость почвы, улучшает режим ее влажности и фитосанитарное состояние посевов. В первую очередь должна быть использована солома рапса и других крестоцветных культур, гречихи, кукурузы, люпина, которые в чистом виде практически не используются на корм и подстилку. С одной тонной соломы в почву возвращается 4,2 кг азота, 1,7 кг фосфора, 8,3 кг калия, 4,2 кг кальция, 0,7 кг магния и ряд микроэлементов. Запашка 1 т соломы в сочетании с жидким навозом или минеральным азотом по своему действию равноценна 3,5-4,0 т/га соломистого навоза. По измельченной и разбросанной при уборке зерновых и других культур соломе вносят бесподстилочный жидкий навоз из расчета 6-8 т на 1 т соломы или 8-10 кг азота на 1 т соломы зерновых и 7-8 кг азота на 1 т соломы крестоцветных и заделывают на глубину 7-10 см. Через две-три недели, когда солома заметно разложится, проводят зяблевую вспашку на нужную глубину.

5. Использование промежуточных пожнивных культур на корм и зеленое удобрение (сидерат). Пожнивные культуры являются неисчерпаемым и возобновляемым источником органического вещества, получаемого из зеленой массы возделываемых растений и их корневых и пожнивных остатков. Значительна их роль в улучшении физико-химических свойств почв, их биологической активности, фитосанитарного состояния, окультуривании и защите от всех видов эрозии. В сочетании с другими органическими и минеральными удобрениями, возделывание пожнивных может стать дополнительным средством повышения урожая и увеличения плодородия пахотных земель. В качестве пожнивных в условиях республики можно возделывать крестоцветные культуры (редька масличная, горчица, озимый и яровой рапс, озимая и яровая сурепица), а в южных и юго-западных районах также и кормовой люпин, кормовой горох, смеси этих культур с крестоцветными культурами и подсолнечником. Пожнивные культуры оставляют 20-30 ц/га абсолютно сухой органической массы в виде корневых и пожнивных остатков с содержанием в ней 25-40 кг азота, 10-15 кг фосфора и 20-40 кг калия. При расширении в республике площадей посева пожнивных культур в перспективе до 500 тыс. га можно обеспечить поступление в почву 1,2 млн тонн органической массы в сухом веществе, что эквивалентно 5 млн тонн подстилочного навоза.

### Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет РБ, 2016. – 230 с.
2. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. акад. В.В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 260 с.
3. Никончик, П.И. Оптимизация структуры посевных площадей, организация и ведение контурных почвенно-экологических севооборотов в условиях специализации сельского хозяйства: методические рекомендации / П.И. Никончик [и др.]. – Минск, 2011. – 68 с.
4. Скируха, А.Ч. Корневые и пожнивные остатки полевых культур в севообороте как резерв повышения содержания основных элементов минерального питания в почве / А.Ч. Скируха, Л.Н. Грибанов, А.А. Усеня // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф.И. Привалов (гл ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – Вып. 53. – С.13-19.
5. Прудников, В.А. Влияние систем удобрений на плодородие дерново-подзолистой суглинистой почвы и продуктивность севооборота / В.А. Прудников // Земледелие и защита растений. – 2009. – №6. – С. 20-24.

#### **MAIN WAYS OF INCREASING THE CONTENT OF ORGANIC MATTER IN SOIL ON ARABLE LANDS OF BELARUS**

*A.Ch. Skirukha, A.A. Usenya, L.N. Gribanov*

УДК 631.559:633.1:631.582

#### **ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТАХ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ИХ КОНЦЕНТРАЦИИ**

*Л.Н. Грибанов, А.Ч. Скируха, В.Н. Куцева, С.А. Лысенкова*  
*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,*  
*e-mail: sevooborot@tut.by*

На современном этапе специализация земледелия требует сокращения набора культур и уменьшения длительности ротации. Однако в севооборотах с более короткой ротацией, насыщенных полевыми культурами, остро стоит вопрос о подборе и правильном чередовании культур, учитывая их специфические видовые требования к условиям произрастания. И если плодосмен требует разнообразия культур, то специализация – возможно максимального насыщения севооборотов одной или несколькими, чаще зерновыми культурами. В таких специализированных севооборотах, где насыщение зерновыми культурами составляет более 50 %, неизбежны посевы зерновых культур по зерновым, что ведёт к снижению урожайности и валового сбора зерна в целом [4]. Поэтому вопрос о подборе, оценке и правильном чередовании культур в севооборотах с разной концентраций зерновых для сохране-

ния и повышения урожайности сельскохозяйственных культур остаётся актуальным [3].

Результаты наших и других научных исследований [1, 2, 5, 6] свидетельствуют о том, что по биологическим причинам не все зерновые злаковые культуры совместимы одна с другой. Озимая рожь совместима с ячменем и овсом. Ячмень не совместим с озимой рожью, пшеницей, ячменем, тритикале и совместим с овсом. Пшеница совместима только с овсом и не совместима со всеми другими зерновыми злаками. Овёс совместим со всеми зерновыми культурами. Поэтому в условиях специализации севооборотов чередование совместимых зерновых культур в пределах одной группы также следует рассматривать как возможный плодосмен.

Установлено, что наибольшая урожайность зерновых колосовых была в плодосменном севообороте (50 % зерновых) при размещении по оптимальному предшественнику. Так, урожайность ячменя, размещённого после клевера и картофеля, в среднем составила 42,5 ц/га, озимой ржи 52,2 ц/га, такая же урожайность была и у озимой пшеницы – 52,1 ц/га. При насыщении зерновыми до 75 % урожайность ячменя снизилась до 35,6 ц/га, озимой ржи до 48,6 ц/га.

Среди яровых зерновых выделялся ячмень, который предъявляет высокие требования к предшественнику. Лучшими из них являются пропашные культуры (картофель, кукуруза, кормовые корнеплоды, сахарная свекла), клевер одногодичного пользования, клеверозлаковая смесь двухлетнего пользования с долей бобового компонента не менее 50 %, однолетние бобовые на зерно и зеленую массу (горох, люпин, вика), крестоцветные. Размещение ячменя после пшеницы, озимой ржи и повторно приводит к сильному поражению растений корневыми гнилями и значительному недобору зерна [5, 6].

В наших исследованиях наибольшая урожайность ячменя (40,4-42,5 ц/га) была получена в восьмипольном севообороте при концентрации 50,0-62,5 % зерновых, размещённого после картофеля и клевера. При насыщении зерновыми до 75 % и размещении после озимой ржи урожайность ячменя снизилась на 11,8-16,2 %. При доведении концентрации зерновых до 100 % в четырехпольном севообороте (50 % из них не колосовые – рапс яровой и люпин) и размещении по яровому рапсу урожайность ячменя снизилась на 14,6-18,8 % и составила 34,5 ц/га. Однако в шестипольном севообороте при 83,3 % зерновых после кукурузы, под которую вносился навоз, его урожайность была выше на 7,0 %, чем после озимой ржи. В этом случае было получено 38,1 ц/га зерна. В трёхпольном севообороте при 100 % зерновых и размещении

после кукурузы урожайность ячменя была минимальной и составила всего 33,2 ц/га.

Озимая рожь относится к неприхотливым, наиболее пригодным культурам для выращивания на лёгких почвах. При достаточном уровне минерального питания размещение озимой ржи в различных севооборотах по хорошим и допустимым предшественникам не сопровождалось снижением её урожайности. Если в плодосменном севообороте (50 % зерновых) после поукосной горохо-овсяной смеси её урожайность составляла 52,2 ц/га, то в зернотравяном (62,5 % зерновых) и зерновом (83,3 % зерновых) севооборотах после овса, который для многих сельскохозяйственных культур из-за меньшей подверженности корневым гнилям, является допустимым предшественником, была на уровне 51,0-51,9 ц/га. Только в зерновом севообороте (75 % зерновых) при размещении после озимого тритикале урожайность была ниже на 4,7-6,9 %, (48,6 ц/га).

Озимое тритикале по своей реакции на предшественник значительно ближе к пшенице, чем ко ржи [5, 6, 7]. Эта культура предъявляет более высокие требования как к плодосмену, так и к предшественникам. Наши исследования показывали, что её урожайность зависела не только от самих предшественников, но и от концентрации зерновых в севообороте. Самая высокая урожайность (53,0 ц/га) получена в зернотравяном севообороте при размещении по однолетним бобовозлаковым травам, высеванным поукосно – 53,0 ц/га. При размещении её после клевера 1 г.п. в севообороте (75 % зерновых) её урожайность была ниже на 2,4 ц/га или 4,5 % (50,6 ц/га). Значительное снижение урожайности зерна тритикале было отмечено в севообороте после люпина узколистного при насыщении зерновыми 100 %. Недобор урожая в данном севообороте составил 5,0-7,4 ц/га или 9,9-14,0 %.

Овёс для многих сельскохозяйственных культур, в т.ч. зерновых колосовых, из-за того, что меньше подвержен поражению корневыми гнилями, является допустимым предшественником. И после зерновых предшественников при достаточном удобрении урожайность овса часто не уступает урожайности при размещении его после пропашных и зернобобовых культур, однолетних и многолетних бобовых трав.

Зернобобовые культуры (люпин, горох) представляют большую ценность в качестве предшественника из-за их способности накапливать азот в почве. По количеству накапливаемого азота они уступают многолетним травам, таким как клевер и люцерна, однако и этого количества бывает достаточно для многих культур на малопродуктивных подзолистых почвах. И если в целом они могут размещаться по любым предшественникам, за исключением повторных и бессменных посевов,

при которых их урожайность резко снижается, а поражение специализированными болезнями и вредителями возрастает, то продуктивность зернобобовых в значительной степени зависела от их концентрации и периода возврата на прежнее место в севообороте [8, 9, 10]. Так, в 4-польном севообороте, например, при чередовании люпина с ячменем урожайность люпина составила 21,4 ц/га, однако в 3-польном севообороте после того же ячменя урожайность была 14,7 ц/га, то есть на 6,7 ц/га ниже.

Таким образом, наиболее высокая урожайность зерновых культур (яровой ячмень, озимая пшеница, озимое тритикале) получена в классическом полевом севообороте с 50 % насыщением зерновыми культурами. С ростом удельного веса зерновых от 50 до 67-75 % урожайность их снижалась на 4,5-16,2 %, до 100 % концентрации – на 9,9-28,0 % в зависимости от видового состава.

Озимая рожь и овес являются неприхотливыми к предшественнику культурами. При достаточном уровне минерального питания размещение их по другим зерновым предшественникам не приводит к существенному снижению урожая.

Зернобобовые культуры (люпин, горох) в целом могут размещаться по любым зерновым предшественникам за исключением повторных и бессменных посевов. Продуктивность зернобобовых культур в большей степени зависит не от предшественника, а от степени концентрации и периода возврата их на прежнее место в севообороте.

### Литература

1. Воробьев, С.А. Разработка научных основ севооборотов в интенсивном земледелии / С.А. Воробьев // Освоение севооборотов в колхозах и совхозах. – Москва: Издательство «Колос», 1971. – С. 27-40.
2. Лошаков, В.Г. Севооборот и плодородие почвы / В.Г. Лошаков. – М.: 2012. – 511 с.
3. Никончик, П.И. Агроэкономические основы систем использования земли / П.И. Никончик. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 532 с.
4. Скируха, А.Ч. Озимому клину – оптимальные предшественники / А.Ч. Скируха // Наше сельское хозяйство. – 2009. – №7. – С. 6-10.
5. Никончик, П.И. Предшественники зерновых культур при разных уровнях плодородия почвы и удобрений // Земледелие и растениеводство в БССР: сб. науч. тр. – Мн., 1989. – Т. 33. – С. 3-7.
6. Никончик, П.И. Севооборот. Рычаги управления урожаем / П.И. Никончик, А.А. Усеня, А.Ч. Скируха, Л.Н. Грибанов // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – №10. – С. 52- 56.
7. Грибанов Л.Н. Роль предшественника в формировании урожайности колосовых в севооборотах с высокой концентрацией зерновых культур/ Л.Н.Грибанов, А.Ч. Скируха, Е.С. Бык, В.Ф. Лихтарович // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. – Минск, 2015. – Вып.51. – с.13-17.

8. Скируха А.Ч., Влияние концентрации зернобобовых в севообороте на их урожайность и развитие фузариозных корневых гнилей в условиях Беларуси / А.Ч., Скируха Л.Н. Грибанов, Е.С., Бык Ю.Н. Плескачев // Поиск инновационных путей развития земледелия в современных условиях (материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Волгоградского государственного аграрного университета, 14 мая 2014 г.), Волгоград, 2014.- С. 157-160.

9. Скируха А.Ч. Влияние концентрации и периода возврата зернобобовых в севообороте на их урожайность и развитие фузариозных корневых гнилей / А.Ч. Скируха, Л.Н. Грибанов // Земледелие и селекция в Беларуси: сб.науч. тр. – Жодино: ИВЦ Минфина, 2010. – Вып. 46. – С. 16-20.

10. Скируха А.Ч., Концентрация зернобобовых в севообороте и её влияние на урожайность и развитие фузариозных корневых гнилей /А.Ч. Скируха, Л.Н., Грибанов В.Н. Куцева.// Земледелие и защита растений. – 2018. – Приложение к журналу №5. – С. 12-14.

***YIELD FORMATION OF CEREAL CROPS IN CROP ROTATIONS WITH  
DIFFERENT LEVELS OF THEIR CONCENTRATION  
L.N. Gribanov, A.Ch. Skirukha, V.N. Kutseva, S.A. Lysenkova***

УДК 631.582:631.147

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ  
СЕВООБОРОТОВ В СИСТЕМЕ ОРГАНИЧЕСКОГО  
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

***В.С. Плаксина, А.Н. Асташов***  
*ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Россия, Саратов,*  
*e-mail: [v.plaksina88@yandex.ru](mailto:v.plaksina88@yandex.ru)*

В агроэкосистемах в результате чрезмерно потребительского отношения к использованию земельных ресурсов произошли глубокие экологические изменения, влекущие за собой повышение затратности производства, ухудшение состояния окружающей природной среды, а также негативные последствия для здоровья населения вследствие резкого снижения качества сельскохозяйственной продукции [1]. Следовательно, необходимы поиск и внедрение альтернативных систем земледелия, позволяющих максимально сохранять и использовать природные комплексы и одновременно получать экологически чистую продукцию в достаточных количествах и с высоким качеством [2, 3]. К таким системам можно отнести органическое земледелие. В повышении эффективности и устойчивости земледелия решающее значение имеют научно-обоснованное применение структуры посевных площадей. Для производства продукции растениеводства, получаемой без использования химических удобрений и пестицидов, необходимы спе-

циализированные севообороты. Учитывая современную экономическую ситуацию и сформировавшийся запрос от сельхозтоваропроизводителей, особый интерес представляет изучение севооборотов с короткой ротацией. Научно-обоснованный подход к этому вопросу может существенно повысить эффективность производства продукции растениеводства [4].

Изучали 8 схем трехпольных экспериментальных севооборотов: 1 – пар чистый, озимая пшеница, яровая пшеница; 2 – пар чистый, озимая пшеница, яровой ячмень; 3 – пар чистый, озимая пшеница, кукуруза; 4 – пар чистый, озимая пшеница, подсолнечник; 5 – пар занятый, озимая пшеница, яровая пшеница; 6 – пар занятый, озимая пшеница, яровой ячмень; 7 – пар занятый, озимая пшеница, кукуруза; 8 – пар занятый, озимая пшеница, подсолнечник.

Наибольшая продуктивность по выходу зерна с 1 гектара севооборотной площади была получена при сочетании культур пар, озимая пшеница, кукуруза и составила 2,28 тонн с включением занятого пара и 1,86 тонны с включением чистого пара. Во всех вариантах с занятым паром продуктивность севооборотов была выше. Продуктивность севооборотов с подсолнечником составила 1,18–1,60 тонны. В вариантах с включением яровой пшеницы и ярового ячменя различия в продуктивности незначительны.

Результаты энергетической оценки показали, что в трехпольных севооборотах максимальная сумма накопленной энергии с урожаем была получена при чередовании культур пар занятый, озимая пшеница, кукуруза и составила 136,40 ГДж/га. Самый высокий показатель чистого энергетического дохода выявлен при включении в структуру посевных площадей кукурузы – 76,22 ГДж/га в варианте с занятым паром и 80,60 ГДж/га – с чистым паром. При включении подсолнечника и занятого пара также высокий чистый энергетический доход – 56,82 ГДж/га. Применение всех четырех схем севооборотов можно считать эффективными, так как коэффициенты энергетической эффективности находятся на достаточно высоком уровне, однако, максимальный коэффициент энергетической эффективности получен при сочетании культур пар чистый, озимая пшеница, кукуруза (2,79).

Основным показателем экономической оценки севооборотов является выход продукции с единицы площади пашни, выраженный в сопоставимых величинах. В трехпольных севооборотах себестоимость продукции варьировала в пределах 6605-16102 руб./т. Самые низкие показатели были в вариантах с включением кукурузы. Максимальный условный чистый доход с 1 га пашни получен в севообороте: пар занятый, озимая пшеница, кукуруза (40771 рублей). Несколько ниже пока-

затель в севообороте пар занятый, озимая пшеница, подсолнечник (32391 рублей). Рентабельность производства – основной показатель экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. Высокий уровень рентабельности отмечен в вариантах с включением занятого пара. Наибольшую эффективность показали следующие варианты севооборотов: пар занятый, озимая пшеница, подсолнечник (201,16%); пар занятый, озимая пшеница, кукуруза (162,43%). Самая низкая рентабельность отмечена в зернопаровых севооборотах: пар чистый, озимая пшеница, яровой ячмень (7,95%) и пар чистый, озимая пшеница, яровая пшеница (15,46%).

Таким образом, возделывание в севооборотах широкого спектра сельскохозяйственных культур обеспечивает повышение продуктивности севооборотов за счет наиболее полного использования природно-климатических ресурсов вегетационного периода. Исходя из данных, полученных в ходе анализа продуктивности и энергетической эффективности, наиболее эффективно применение следующих схем севооборотов: занятый пар, озимая пшеница, кукуруза. В ходе оценки экономической эффективности изучаемых схем севооборотов выявлено, что наиболее рентабельными являются трехпольные севообороты с включением занятого пара, подсолнечника и кукурузы.

#### **Литература**

1. Сергеев, В.Р. На пути к органическому земледелию / В.Р. Сергеев, Ю.В. Бухонова // Защита и карантин растений. – 2007. – № 7. – С. 22-23.
2. Wieme, R.A. Agronomic and economic performance of organic forage, quinoa, and grain crop rotations in the Palouse region of the pacific northwest, USA / R.A. Wieme, L.A. Carpenter-Boggs, K.M. Murphy et al. //Agricultural Systems. – 2020. – № 177. – P. 1-13.
3. Gomiero, T. Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture / T. Gomiero, D. Pimente, M.G. Paoletti // Critical Reviews In Plant Sciences. – 2011. – № 30(1/2). – P. 95-124.
4. Плескачев, Ю.Н. О севооборотах в Нижнем Поволжье / Ю.Н. Плескачев, А.Н. Сухов // Земледелие. – 2013. – № 2. – С. 3-5.

#### ***EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF SHORT CROP ROTATIONS IN THE SYSTEM OF ORGANIC CROP PRODUCTION***

***Plaksina V.S., Astashov A.N.***

*The paper deals with the results of evaluating the efficiency of crop rotations with a short rotation in terms of the output from 1 ha of arable land, bioenergy and economic assessment. These crop rotations are created to enhance the natural biological advantages of agricultural crops in order to use them in the system of biological crop production.*

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ  
ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТРАВЯНЫХ КОРМОВ –  
ОСНОВА ИХ СОХРАНЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

*А.С. Анженков, В.Н. Филиппов*

*РУП «Институт мелиорации», [niimel@mail.ru](mailto:niimel@mail.ru)*

В Республике Беларусь важным резервом для увеличения производства качественных, полноценных травяных кормов являются мелиорированные торфяные и минеральные земли. По данным статистических органов таких земель в настоящее время 2,9 млн га.

Многие сельскохозяйственные организации нерационально используют антропогенно-преобразованные торфяные почвы в производственной деятельности, выращивая на них, в том числе пропашные, кукурузу, овощи и другие культуры. В результате сельскохозяйственной деятельности без научного обоснования ускоренными темпами происходит минерализация этих почв, эрозионные процессы, потеря органического вещества, гумуса осушенных почв и резкое снижение продуктивности.

Природные условия республики являются благоприятными для производства высококачественных и относительно дешевых травяных кормов. Травы занимают более 30 % площадей сельскохозяйственных угодий страны, на нужды скотоводства используется более 90 % кормов из них. Поэтому сегодня и в перспективе в хозяйствах должно оставаться собственное кормопроизводство на основе трав и зерновых культур.

Эталонном эффективным использовании и сохранности осушенных мелиорированных торфяных почв в Белорусском Полесье на протяжении многих десятилетий являлась Полесская опытная мелиоративная станция Луинецкого района Брестской области, в настоящее время – хозяйство коммунальной собственности. Ежегодные высокие показатели в производственной деятельности были достигнуты благодаря научно обоснованному подходу к использованию осушенных земель, структуре посевных площадей, щадящему режиму использования природного живого комплекса.

На станции приоритетное значение придавалось организационным, агротехническим, агролесомелиоративным мероприятиям по борьбе с эрозией и разрушением торфяных почв, снижению последствий пыльных (черных бурь), которые приводят к утрате почвенного плодородия. Эти мероприятия выполнялись без больших затрат. Продуктив-

ность мелиорированных земель составляла 90 и более ц.к.ед/га. Капиталовложения в мелиорацию болотного массива станции окупались за 7 лет благодаря рациональному использованию торфяных почв.

В структуре посевных площадей на торфянистых почвах зерновые культуры занимали 25-30 %, их урожайность составляла от 40 до 64 ц/га. Пропашные культуры занимали 5-6 %. Травяное поле занимало 65-70 % в структуре сельскохозяйственных угодий. В основном это злаковые и злаково-бобовые травы, из которых готовился качественный сенаж, силос, сено, травяная мука и гранулы. Органические и минеральные удобрения, известковые материалы, микроэлементы, вносимые в рекомендуемых пределах, многократно окупались. Ежегодное производство собственных семян злаковых и бобовых видов трав составляло более 100 тонн. Рентабельность животноводства достигала 50-60 % при годовых надоях 4-5 тыс. кг от одной фуражной коровы, сравнительно невысоких в сравнении с современными надоями. Основную прибыль получали от животноводства и семеноводства сельскохозяйственных культур, многолетних трав.

Травы подбирались по скороспелости, хозяйственному назначению с учетом биологической особенности. Белок решался за счет зернобобовых культур: пелюшки, вики, клеверов, галеги восточной, совместного посева амаранта с кукурузой и др. бобовых культур, трав, крестоцветных культур. Долголетние пастбища и сенокосы использовались без коренного перезалужения 8-20 лет. На более 50 % пастбищных угодий производилось орошение в засушливые годы.

По результатам проведенных нами и многими другими исследователями научно-исследовательских работ установлено, что травяные корма обеспечивают крупный рогатый скот в полном объеме всеми микро- и макроэлементами и витаминами, особенно в летнее время, что важно для здоровья животных, их приплода и производства качественной продукции.

В условиях растущей плотности скота обеспечение зелеными травяными кормами приобретает по важности первостепенное значение. Эта задача должна быть в одном ряду с производством зерна в целях обеспечения продовольственной безопасности.

Таким образом, оптимальная структура посевных площадей на мелиорированных почвах и расширение посевных площадей под многолетними травами является важнейшим условием управления воспроизводством плодородия и экологического, безопасного их состояния. Необходимо создавать культурные лугопастбищные угодья на основе своих традиционных злаковых и бобовых трав, чтобы получать качественные травяные корма, конкурентоспособную продукцию в летнее

время и в период стойлового содержания скота. Для этого все условия в республике есть – значительная часть мелиорированных сельскохозяйственных угодий, осушенных торфяных почв позволяет стабильно получать экономически обоснованные объемы травяных кормов.

Основные преимущества и значение многолетних бобово-злаковых трав лугопастбищных угодий на мелиорированных землях:

- потенциал урожайности зеленой массы многолетних бобово-злаковых трав – 500-600 ц/га и выше;

- позволяют произвести с учетом кормов из кукурузы на условную голову КРС в год 45-50 ц к.ед., корову с удоем 6-8 тыс. кг молока – 60-70 ц. к.ед.;

- своевременное трехукосное скашивание многолетних трав за вегетацию позволяет обеспечить полноценными зелеными и грубыми кормами животных и не снизить содержание переваримых веществ в сухом веществе;

- при использовании современных технологий и материалов дают возможность заготовки травяных кормов с весны до осени, независимо от погодных условий;

- при возделывании кукурузы потери гумуса составляют до 2 тонн на гектаре, на уровне пропашных культур сахарной свеклы и картофеля, а среднегодовое накопление его не превышает 0,3-0,4 т/га.

Анализируя важность, но не преимущество перед кукурузой, многолетних трав для производства травяных кормов специалистам и руководителям сельского хозяйства необходимо всесторонне, похозяйски отнестись к дальнейшей практической деятельности в области лугового и полевого кормопроизводства. При этом и в связи с вводом нового предприятия по производству в республике собственной электроэнергии, в сельскохозяйственных организациях появилась возможность производить из кормовых трав гранулы, брикеты, травяную муку, сечку и т.д. для нужд комбикормовой промышленности и животноводческой отрасли. Кукуруза будет актуальна не только в зимний период, но и для дополнительного обогащения рационов крупного рогатого скота в летне-осенний период зеленым кормом, богатым энергией и крахмалом.

Таким образом, рассматриваемые и анализируемые важные кормовые культуры кукуруза и многолетние травы не должны сопоставляться по механизму текущей затратности, поскольку хозяйственная стратегия не может считаться рентабельной, если она ведет к деградации природных комплексов. Особенно, это касается размещения кукурузы на мелиорированных землях, где уровень ее продуктивности невысокий из-за постоянного повреждения посевов на торфяных почвах за

морозками и ветровыми пыльными бурями, приводящими к ускоренной эрозии плодородного слоя, минерализации органического вещества и другим негативным экологическим процессам.

### Литература

1. Смирнова, А.В. Влияние возделывания сельскохозяйственных культур на сработку торфяного слоя в производственных условиях: сборник научных трудов. – Москва, 2018. – С. 48-53.
2. Лученок, Л.Н. Проблематика сохранения и использования антропогенно-преобразованных торфяных почв Беларуси: сборник научных трудов. – Москва, 2018. – С, 53-61.
3. Тарасов, А.С. Регулирование рационального использования сельскохозяйственных угодий: Экономика и экология территориальных образований. – Ростов-на-Дону, 2018. – Том 2, № 1(4).
4. Цытрон, Т.Н. К вопросу деградации осушенных торфяно-болотных почв Беларуси / Т.Н. Цытрон, Т.Н. Азаренок: матер. науч.-практ. конф. – Минск, 2015. – С. 288-292

### ***RATIONAL USE OF RECLAIMED LANDS FOR THE PRODUCTION OF GRASS FODDER IS THE BASIS FOR THEIR CONSERVATION AND INCREASING ECONOMIC EFFICIENCY***

***A.S. Anzhenkov, V.N. Filippov***

*The article deals with modern problems of using the reclaimed land fund of Belarus and their long-term negative consequences for the fertility and economic potential of land users. Rational directions for maintaining fertility and efficient use of drained soils, including peat ones, are given, allowing not only to maintain the productivity of agricultural land, but also to significantly improve the quality of fodder and livestock products. The importance of the use of anthropogenically transformed peat soils for grasslands with planting forest belts and the removal of tilled crops from the structure of sown areas is noted.*

УДК 631.45

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЕРЕУНАВОЖЕННЫХ ПОЧВ МЕТОДОМ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ**

***С.И. Тарасов, М.Е. Кравченко, Т.А. Бужина***

*Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа – филиал ФГБНУ «Верхневолжский Федеральный аграрный научный центр», e-mail: [tarasov.s.i@mail.ru](mailto:tarasov.s.i@mail.ru)*

В Российской Федерации эксплуатируется более 3000 крупных комплексов, птицефабрик, мега-ферм, которые в настоящее время производят основной объем продукции животноводства, птицеводства.

Удельный вес малых предприятий в общем объеме производства скота и птицы на убой не превышает 1,8; молока – 4,7; яиц – 3,1 % [1]. Наиболее проблемным для крупных предприятий остается вопрос экологически безопасного использования в качестве органических удобрений бесподстильного навоза, помета, ежегодный объем производства которых приближается к 200 млн м<sup>3</sup>. Как свидетельствуют результаты мониторинговых исследований, систематическое гиперинтенсивное применение бесподстильного навоза, помета на одних и тех же полях, особенно с бессменным возделыванием монокультуры, нарушает процессы саморегулирования и самовозобновления плодородия почвы, усиливает ее эрозию, химическое и биологическое загрязнение. По разным оценкам в Российской Федерации площадь земель, загрязненных органическими отходами, составляет 2,4 млн га [2]. Ежегодный ущерб от ненормированного использования бесподстильного навоза, помета в хозяйствах страны превышает 5 млрд рублей [3]. В настоящее время разработаны многочисленные технологии очистки почвы от различного рода поллютантов: экскавация, промывание, экстракция, биоремедиация. Для восстановления земель, загрязненных бесподстильным навозом, пометом, когда содержание в почве сверхтоксичных веществ незначительно, чтобы применять экскавацию, механические или физико-химические методы, но слишком велико, чтобы использовать загрязненные почвы в хозяйственных целях, наиболее эффективной, низкочастотной является фиторемедиация – комплекс мероприятий по восстановлению плодородия, экологической безопасности загрязненных почв посредством введения в севооборот сельскохозяйственных культур интенсивного типа. Фиторемедиация считается наиболее перспективной технологией, так как малозатратна, высокопроизводительна, эффективна, основана на природных закономерностях очистки ценозов. В США, Канаде каждый седьмой гектар почвы, загрязненной тяжелыми металлами, нефтепродуктами, пестицидами, восстанавливается методом фиторемедиации [4]. Высокая востребованность технологии обусловила с 1997 г. необходимость проведения ежегодных международных конференций по фиторемедиации (ISEB – The International Society for Environmental Biotechnology). В настоящее время в промышленных масштабах технологией «фитомайнинга», в основу которой положена способность отдельных видов растений избирательно экстрагировать из почвы металлы, производится добыча никеля, меди, цинка. В Российской Федерации исследования по определению эффективности введения в севооборот различных видов растений с целью восстановления плодородия почв, загрязненных ненормированным применением бесподстильного навоза, впервые получи-

ли развитие во ВНИИОУ. На первоначальном этапе были проведены работы по определению видов растений, наиболее устойчивых к произрастанию на переунавощенных почвах. В качестве культур-ремедиантов использовали: козлятник восточный Гале, клевер розовый Йыгова, тимофеевку Приекульская 2, овсяницу луговую ВИК 5, райграс Моршанский 23, ежу сборную ВИК-61, рапс яровой Салют, канареечник Первенец, овес Писаревский, горох Тарбаевский, редьку масличную, люпин узколистный Немчиновский 846, люпин желтый Академический 1, амарант Багряный, донник белый Сретенский 1, горчицу белую Заря, кукурузу ЗП 677 (Сербия), подсолнечник Воронежский 436, фацелию Рязанскую, пырей бескорневищный Марусинский 996.

По результатам исследований было установлено, что в условиях вынужденного применения сверхвысоких доз бесподстилочного навоза в целях детоксикации загрязненных почв наиболее целесообразным признано введение в севооборот амаранта, подсолнечника, кукурузы, редьки – сельскохозяйственных культур, характеризующихся высокой устойчивостью произрастания на переунавощенных почвах, большим выносом биогенных элементов (NPK), который на 40-80 % превышал их поступления с бесподстилочным навозом. Для санации биологически загрязненных почв рекомендовано выращивание амаранта, редьки, ризосфера которых выделяет большое количество различных соединений, в основном фенольных, обладающих сильным биоцидным действием по отношению к болезнетворным микроорганизмам, жизнеспособным яйцам и личинкам гельминтов. Возделывание данных культур позволяет в течение лишь одного вегетационного периода «сильно загрязненные» почвы трансформировать в «слабо загрязненные, относительно безопасные». По результатам токсикологических исследований амарант, редька масличная, подсолнечник, кукуруза отличались избирательным накоплением меди, цинка, кадмия, свинца. Однако уровень их выноса оказался крайне низким (для меди – 0,1 %, Zn – 0,7 %, Cd – 1,1 %, Pb – 0,04 %, Ni – 0,14 %) в сравнении с их содержанием в загрязненной почве. Использование данных культур в целях детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами, признано нецелесообразным.

### Литература

1. Сельское хозяйство в России. 2019. Статистический сборник под ред. К.Э. Лайкам. – М.: Росстат, 2019. – 91 с.
2. Свинцов, И.П. Научно-техническое совещание по применению органических удобрений / И.П. Свинцов // Вестник Российской академии с.-х. наук. – 2000. – № 7. – С. 82.

3. Овцов, Л.П. Технология обезвреживания и утилизации жидкого навоза и навозных стоков животноводческих предприятий и агрокомплекса // Л.П. Овцов / Технологические и технические решения утилизации отходов птицефабрик и животноводческих комплексов. – М.: Минсельхозпрод РФ, 1997. – С. 117-128.

4. LeDuc, D.L. Phytoremediation of toxic trace in soil and water / D.L. LeDu, N. Terry // Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. – 2005. – № 32 (11-12). – P.514-520.

**EFFICIENCY OF THE RECOVERY OF OVERMANURED SOILS  
APPLYING PHYTOREMEDIATION METHOD**

*S.I. Tarasov, M.E. Kravchenko, T.A. Buzhina*

*In order to restore soils with an extremely high content of nutrients, which are dangerous for the quality of plant products, it is recommended to grow amaranth, radish, sunflower and corn; for disinfection of biologically contaminated soils - amaranth, radish. Detoxification of soils with a high content of heavy metals by growing these crops is ineffective.*

УДК 631.51.01:631.8:631.417.1:631.445.2

**ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И  
СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА  
ПОДВИЖНЫХ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ДЕРНОВО-  
ПОДЗОЛИСТОЙ СУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

*Е.Н. Богатырева, Т.М. Серая, Т.В. Мачок*  
РУП «Институт почвоведения и агрохимии»  
*elena\_trokai68@mail.ru*

Обработка почвы относится к основным приемам, оказывающим влияние на ее свойства и протекающие в ней процессы. Несмотря на большое количество исследований в этом направлении ряд вопросов, касающихся накопления и минерализации органического вещества почвы, до сих пор является дискуссионным [1-3]. С агрономической точки зрения очень важна его легкоминерализуемая часть (ЛОВ), которая довольно чувствительна к агротехническим приемам, что дает возможность регулировать ее содержание и корректировать способы управления плодородием. К числу основных фракций ЛОВ относятся подвижные гуминовые вещества. В Республике Беларусь влияние разных систем удобрения, способов заделки пожнивно-корневых остатков и органических удобрений на содержание этой фракции в дерново-подзолистых почвах изучено недостаточно.

Исследования выполнены в полевом опыте с озимой пшеницей, заложеном на опытном поле Института почвоведения и агрохимии на

высококультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве. В опыте изучали два фактора: фактор А – приемы основной обработки почвы (вспашка на глубину 20-22 см и дискование на глубину 10-12 см); фактор В – системы удобрения. Почвенные образцы отбирали в период возобновления ранневесенней вегетации озимой пшеницы (1-й отбор), в фазу выхода флагового листа перед подкормкой азотными удобрениями посевов (2-й отбор) и перед ее уборкой (3-й отбор).

В период наблюдений по вспашке достаточно равномерное распределение углерода подвижных гуминовых веществ ( $C_{\text{под}}$ ) в слоях 0-10 см и 10-20 см суглинистой почвы по вариантам опыта отмечено в начале активной вегетации озимой пшеницы и к ее уборке, в то время как к фазе выхода флагового листа в нижнем слое его накапливалось на 12-30 % больше, чем в верхнем (таблица).

Таблица – Содержание углерода подвижных гуминовых веществ в дерново-подзолистой суглинистой почве

| Вариант  | Глубина отбора, см | Вспашка |      |      | Дискование |      |      |
|--|--------------------|---------|------|------|------------|------|------|
|  |                    | 1-й     | 2-й  | 3-й  | 1-й        | 2-й  | 3-й  |
| Без удобрений (контроль)   | 0-10               | 2203    | 2701 | 2628 | 2206       | 2935 | 2874 |
|  | 10-20              | 2296    | 3079 | 2652 | 1899       | 3275 | 2963 |
| N <sub>90+40+50</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> – фон  | 0-10               | 2243    | 2787 | 2847 | 2122       | 3363 | 2967 |
|  | 10-20              | 2231    | 3342 | 2743 | 1902       | 3135 | 3061 |
| ПН КРС, 40 т/га + N <sub>60+40+50</sub>  | 0-10               | 2253    | 3086 | 2885 | 2316       | 4049 | 3000 |
|  | 10-20              | 2243    | 4001 | 2708 | 1994       | 3880 | 3400 |
| Фон + солома, 2,5 т/га   | 0-10               | 2148    | 2952 | 2782 | 2146       | 3574 | 3207 |
|  | 10-20              | 2162    | 3459 | 2656 | 1915       | 3369 | 2858 |
| Фон + солома + Жыцень, 3 л/га  | 0-10               | 2169    | 2875 | 2788 | 2176       | 3612 | 3456 |
|  | 10-20              | 2082    | 3208 | 2965 | 1771       | 3452 | 2902 |
| Фон + солома + N <sub>25</sub> (КАС)   | 0-10               | 2221    | 3267 | 2995 | 2277       | 3759 | 3664 |
|  | 10-20              | 2177    | 3674 | 3259 | 1929       | 3479 | 3008 |
| 1 отб.: НСР <sub>05</sub> ф. А – 136 мг/кг, ф. В – 231 мг/кг; 2 отб.: НСР <sub>05</sub> ф. А – 259 мг/кг, ф. В – 349 мг/кг; 3 отб.: НСР <sub>05</sub> ф. А – 284 мг/кг, ф. В – 248 мг/кг |                    |         |      |      |            |      |      |

В блоке с дискованием установлено более низкое содержание  $C_{\text{под}}$  в нижнем слое (на 10-19 %) в начале вегетации озимой пшеницы и примерно равное количество к фазе выхода флагового листа. Перед уборкой урожая четкая дифференциация почвенных слоев по его содержанию отсутствовала.

Независимо от способов обработки суглинистой почвы в начале активной вегетации озимой пшеницы вносимые удобрения не влияли на содержание  $C_{\text{под}}$  в изучаемых слоях. К фазе выхода флагового листа и

уборке урожая по вспашке достоверное увеличение его содержания в верхнем слое относительно контроля отмечено только в вариантах с внесением навоза (+10-14 %) и запашкой соломы с компенсирующей дозой азота в виде КАС (+14-21 %). В слое 10-20 см ко 2-у отбору помимо этих вариантов положительное влияние на накопление  $C_{\text{под}}$  оказала также запашка необработанной соломы. Относительно контроля прирост на фоне внесения навоза составил 30 %, при запашке соломы как без обработки, так и с ней в виде КАС – 12-19 %. К моменту уборки наиболее высокое содержание  $C_{\text{под}}$  (2965-3259 мг/кг) в нижнем слое обеспечила запашка соломы с обработкой удобрением Жыцень и КАС на минеральном фоне; за их счет его рост достиг 12-23 %, что существенно выше, чем в варианте, где запахивали необработанную солому.

В блоке с дискованием в слое 0-10 см суглинистой почвы к фазе выхода флагового листа все системы удобрения приводили к повышению содержания  $C_{\text{под}}$  по сравнению с контролем на 15-38 % при наименьшем накоплении на минеральном фоне и максимуме на фоне внесения навоза. При 3-м отборе наиболее заметные изменения в накоплении  $C_{\text{под}}$  в этом слое отмечены в вариантах с заделкой соломы. По сравнению с минеральным фоном в период от фазы выхода флагового листа до уборки озимой пшеницы при заделке соломы без обработки в верхний слой наблюдалась лишь тенденция роста  $C_{\text{под}}$ ; при ее обработке КАС – увеличение на 12-23 %; при внесении по ней удобрения Жыцень достоверно больше его содержание (на 16 %) было к моменту уборки, в фазу выхода флагового листа – в пределах НСР<sub>05</sub>.

В целом, по опыту наиболее высокое содержание  $C_{\text{под}}$  (4049 мг/кг) отмечено в фазу выхода флагового листа озимой пшеницы в блоке с дискованием при органоминеральной системе удобрения с внесением подстилочного навоза в дозе 40 т/га.

### Литература

1. Бугачук, М.А. Влияние длительности использования различных приемов основной обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в севообороте на её плодородие и урожайность овса, люпина и озимой пшеницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / М.А. Бугачук. – М., 2001. – 21 с.
2. Куликова, А.Х. Системы основной обработки почвы / А.Х. Куликова, А.В. Карпов, Н.В. Семенова // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 27.
3. Борин, А.А. Обработка почвы в севообороте / А.А. Борин, О.А. Коровина, А.Э. Лощина // Земледелие. – 2013. – № 2. – С.20-26.

**INFLUENCE OF BASIC SOIL TREATMENT AND FERTILIZER SYSTEMS  
ON CARBON CONTENT OF MOBILE HUMIC SUBSTANCES IN SODDY-  
PODZOL LOAMY SOIL**

*E.N. Bahatyrova, T.M. Seraya, T.M. Machok*

*In the field experiment, it was found that the highest carbon content of mobile humic substances was noted in the phase of flag leaf appearance of winter wheat using disking and organomineral fertilizer system with the application of litter manure at a rate of 40 t/ha.*

УДК 632.954

**К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
ГЕРБИЦИДОВ**

*А.П. Гвоздов, Л.А. Булавин, С.В. Сорока<sup>1</sup>*

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,*

*<sup>1</sup>РУП «Институт защиты растений»*

Рыночная экономика требует производства высококачественной конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции, поэтому ресурсосберегающие технологии приобретают особое значение. Многие страны уже перешли на технологии, которые позволяют сокращать производственные затраты на 30-80 %, получать высокие стабильные урожаи и сохранять окружающую среду [4].

Современные интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур являются достаточно энергоемкими, что зачастую вызывает ухудшение качества выращиваемой продукции и усиление экологической напряженности. Поэтому в сельском хозяйстве Беларуси в настоящее время должны интегрироваться два комплекса мероприятий: повышение или стабилизация урожайности и качества продукции, а также исключение негативного влияния интенсификации производства на окружающую среду [1].

В связи с вышеизложенным, на современном этапе развития агропромышленного комплекса Беларуси главной целью должна стать не максимальная урожайность любой ценой, а минимальные затраты на единицу произведенной в требуемом объеме продукции с наибольшим экономическим эффектом при сохранении и повышении почвенного плодородия, а также улучшении экологической ситуации в республике. Решить эту проблему можно за счет проведения комплекса мероприятий, которые обеспечат максимальное использование естественных природных ресурсов, устранение факторов, снижающих урожайность сельскохозяйственных культур, научно обоснованное уменьшение потребления средств интенсификации земледелия без снижения

продуктивности пашни, создание сортов, отвечающих требованиям ресурсосберегающего земледелия для конкретных условий произрастания [5]. Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учетом указанных выше требований применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям позволит сократить затраты ресурсов в земледелии в 1,4-2,0 раза [2, 3], что имеет важнейшее значение для производства высококачественной конкурентоспособной продукции.

Важным элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Беларуси является защита посевов от вредных организмов. Это связано с тем, что влажный и умеренно-теплый климат республики благоприятствует распространению и развитию более 65 опасных видов вредителей, 100 видов болезней и около 300 видов сорняков [10]. В таких условиях при отказе от применения средств защиты растений урожайность зерновых культур может снижаться на 30–40 %, технических культур – на 60-70 %, а овощных и сада может быть потеряна полностью. По этой причине в Беларуси ежегодно применяется около 14 тыс. тонн пестицидов в физическом весе, стоимость которых составляет 200-215 млн долларов [8]. При этом необходимо отметить, что из всех применяемых в Беларуси пестицидов гербициды в последние годы по стоимости составляют 66,4 % [6]. Это свидетельствует о том, что для снижения пестицидной нагрузки на окружающую среду в республике важнейшее значение имеет научно-обоснованное применение гербицидов.

Известно, что рациональное применение пестицидов должно основываться на принципе регулирования численности вредных организмов, т.е. поддержании их популяций на таком уровне, при котором они не наносят экономически значимого ущерба. Пестициды при данном подходе используются лишь в том случае, если численность вредных объектов превышает порог вредоносности. По мнению специалистов, если применять пестициды с учетом ситуации, складывающейся на каждом конкретном поле, то их экономия может составить от 12 до 30 % [6].

При проведении полевых опытов очень часто изучаемые гербициды существенно не различаются по эффективности в уничтожении сорняков и влиянию на урожайность возделываемой культуры. В этом случае предпочтение следует отдавать тем препаратам, которые дешевле и обеспечивают более высокий чистый доход и рентабельность. При примерно одинаковом уровне этих показателей следует принимать во внимание норму расхода изучаемых гербицидов, т.е. гербицидную нагрузку на окружающую среду и др. Например, при внесении

на посевах озимых зерновых культур гербицидов Марафон, ВК (3,5-4,0 л/га) или Марафон Плюс, КС (2,0-2,5 л/га) норма расхода действующего вещества составляет соответственно 1,31-1,50 и 0,67-0,84 кг/га, а гербицида Комлит Форте, КС (0,4-0,6 л/га) – 0,21-0,31 кг/га, т.е. в 4,8-6,2 и 2,7-3,2 раза меньше.

Важное значение имеет дальнейшее совершенствование ассортимента гербицидов не только в направлении повышения биологической эффективности, снижения норм расхода, токсичности для человека и теплокровных животных, но и персистентности в объектах окружающей среды [6]. Это касается, прежде всего, получивших широкое распространение в мире гербицидов на основе сульфонилмочевины, которые обеспечивают высокий эффект, но обладают персистентностью и при определенных условиях могут оказывать негативное последствие на чувствительные сельскохозяйственные культуры, к которым относятся свекла, люпин, горох, рапс, гречиха, подсолнечник. В настоящее время в мире зарегистрировано более 30 действующих веществ, производных сульфонилмочевины и наиболее персистентными из них являются хлорсульфурон, метсульфуронметил, триасульфурон, тритосульфурон, сульфометурон-метил, просульфурон и римсульфурон [9, 11, 12].

Отрицательное последствие персистентных гербицидов на чувствительные культуры севооборота отмечается не только при нарушении технологии их применения, т.е. превышение нормы расхода препаратов, неравномерное распределение по площади, большие перекрытия при работе опрыскивателя, но и при использовании этих препаратов без учета особенностей почвы и погодных условий. Например, применение их с максимальной нормой расхода на почве с низким содержанием гумуса при экстремальных погодных условиях, т.е. засуха, низкая температура воздуха, которые снижают интенсивность микробиологических процессов в почве и замедляют деградацию гербицидов, повышает вероятность проявления последствия [9]. Вероятность этого неблагоприятного явления существенно увеличивается на почвах, произвесткованных в год применения сульфонилмочевинных гербицидов [7]. Поэтому при оценке гербицидов, обеспечивающих примерно одинаковую биологическую, хозяйственную эффективность и гербицидную нагрузку на окружающую среду предпочтение следует отдавать тем препаратам, в состав которых входит меньшее количество персистентных действующих веществ.

Принимая во внимание указанные выше факторы, можно избежать ошибок при выборе наиболее эффективных гербицидов для конкретных условий произрастания.

## Литература

1. Булавин, Л.А. Агрэоэкономічныя асновы рэсурсаабаронага і прыродаахоўнага зямельдзя ў Беларусі / Л.А. Булавін, А.П. Гвоздов, А.Ч. Скіруха. – Мінск: ІВЦ Мінфіна, 2021. – 220 с.
2. Гриб, С.И. Стратегия интенсификации адаптивного растениеводства / С.И. Гриб, М.М. Севернев, И.М. Богдевич // Сельскохозяйственный вестник. – 2002. – № 5. – С.4-6.
3. Гусаков, В. Основные предпосылки адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства / В. Гусаков, М. Севернев, С. Гриб // Агроэкономика. – 2002. – № 6. – С. 3-6.
4. Данкверт, С.А. Внедрение ресурсосберегающих технологий – стратегия развития зернового хозяйства / С.А. Данкверт, Л.В. Орлова // Земледелие. – 2003. – № 1. – С.4-5.
5. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): Монография / А.А. Жученко. В двух томах. – Москва: Изд-во РУДН. – 2001. – Т. 1. – 780 с.
6. Привалов, Ф.И. О совершенствовании применения пестицидов при возделывании сельскохозяйственных культур / Ф.И. Привалов, С.В. Сорока, Л.А. Булавин // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК: матер. 3-й Межд. науч.-практ. конф. Минск, 9-10 июня 2016 г. / редкол.: Н.Н. Романюк и [др.]. – Минск, БГАТУ, 2016. – С. 373-379.
7. Протасов, Н.И. Применение гербицидов из группы производных сульфонилмочевин в условиях Республики Беларусь / Н.И. Протасов; лекция. – Горки: БГСХА, 1998. – 24 с.
8. Сорока, С.В. Анализ применения средств защиты растений в Республике Беларусь / С.В. Сорока, Е.А. Якимович // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 6. – С. 46–51.
9. Сорока, С.В. Последствие гербицидов на сельскохозяйственные культуры / С.В. Сорока, Т.Н. Лапковская, Л.И. Сорока // Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2007 году и прогноз их появления в 2008 году в республике Беларусь. – Минск, 2008. – С. 192-199.
10. Сорока, С.В. Фитосанитарное состояние почв и посевов в Республике Беларусь: Анализ и некоторые пути решения проблемы / С.В. Сорока, Е.А. Якимович // Земледелие и защита растений. – 2012. – № 3. – С. 3-5.
11. Спиридонов, Ю.Я. К вопросу об остаточном действии сульфонилмочевинных гербицидов в России / Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков, Г.Е. Ларина / Научно-обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: матер. третьего межд. науч.-произв. совещ.; Голицино, ВНИИФ, 20-22 июля 2005 г. – Голицино: РАСХН-ВНИИФ, 2005. – С. 521-541.
12. Стецов, Г.Я. Практическое значение последствие гербицидов в севообороте / Г.Я. Стецов // Современные проблемы возделывания сельскохозяйственных культур и пути повышения величины и качества урожая: матер. науч.-практ. конф. – Барнаул, 2006. – С. 29-34.

## **REVISITING THE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF HERBICIDES**

*A.P. Gvozдов, L.A. Bulavin, S.V. Soroka*

*When evaluating the effectiveness of herbicides which provide approximately equal yields of cultivated crops, preference should be given to the preparations that are used at lower rates of consumption and contain less persistent active substances.*

УДК 631.559:633.11«324»:632[51+954]

### **ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ И ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ**

*А.П. Гвоздов, Л.А. Булавин, Л.И. Гвоздова, М.А. Белановская, В.Д.  
Кранцевич, С.А. Пытников*

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

Важнейшей зерновой культурой в Беларуси является озимая пшеница, площадь которой в сельскохозяйственных предприятиях республики в 2021 г. составила 575,3 тыс. га или 29,1 % всех зерновых и 10,9 % пашни. Получение в требуемом объеме высококачественного зерна этой культуры имеет важное значение, т.к. устраняет необходимость приобретения его за рубежом.

Озимая пшеница отличается от других зерновых культур более низкой конкурентоспособностью по отношению к сорным растениям. Биологический порог вредоносности однолетних двудольных сорняков для этой культуры составляет 12-18 шт./м<sup>2</sup>, в то время как для озимого тритикале – 24-28 шт./м<sup>2</sup>, озимой ржи – 38-46 шт./м<sup>2</sup>, ярового ячменя – 30-50 шт./м<sup>2</sup> [1]. Поэтому для получения высокой урожайности зерна озимой пшеницы требуется эффективное уничтожение сорных растений в ее посевах [2].

В 2019-2021 гг. в Смолевичском районе Минской области изучали эффективность применения гербицидов на посевах озимой пшеницы. Исследования проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,45-2,67%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 303-314 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 289-301 мг/кг почвы, рН<sub>KCl</sub> 5,9-6,3). В 2019 г. озимую пшеницу сорта Элегия высевали по вспашке после гороха, а в 2020 г. – после озимого рапса. Норма высева озимой пшеницы 4,0 млн/га всхожих семян. Фосфорные и калийные удобрения (P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>) вносили под основную обработку почвы. Азотные удобрения применяли в начале активной вегетации растений (N<sub>70</sub>) и в фазу выхода в трубку (N<sub>50</sub>). Изучаемые гербициды вносили в соответствии со схемой опыта в фазу осеннего и весеннего кущения озимой пшеницы. Норма расхода рабочего раствора 200 л/га.

Метеорологические условия в годы исследований существенно различались как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. За осеннюю часть периода вегетации озимой пшеницы в 2019 г. сумма активных температур превышала норму на 36,2 %, а в 2020 г. – на 41,5 % при количестве атмосферных осадков ниже среднемноголетнего уровня соответственно на 14,0 и 35,7 %. За весенне-летнюю часть периода вегетации этой культуры сумма активных температур в 2020 г. была выше нормы на 3,6 %, а в 2021 г. – на 11,3 %. Сумма атмосферных осадков в 2020 г. превышала среднемноголетний уровень на 48,2 %, а в 2021 г. этот показатель был ниже нормы на 13,3 %. Гидротермический коэффициент (ГТК) за основную часть весенне-летней вегетации озимой пшеницы в 2020 г. составил 2,43, а в 2021 г. – 1,32 при среднемноголетнем значении этого показателя для региона, где проводили исследования, 1,70. Это оказало определенное влияние на развитие сорного ценоза в посевах озимой пшеницы, а также на уровень ее урожайности.

В период проведения исследований на опытном участке в сорном ценозе посевов озимой пшеницы преобладали фиалка трехцветная (33,8 %), метлица обыкновенная (18,4 %), звездчатка средняя (9,4 %), пастушья сумка (7,1 %). Прочие однолетние двудольные сорняки и падалица рапса составляли 31,3 % численности сорных растений.

Установлено, что в 2020 г. численность сорняков в посевах озимой пшеницы в контрольных вариантах через 30 дней после внесения гербицидов составила 56 и 60 шт./м<sup>2</sup>, а их сырая масса 349,3 и 366,0 г/м<sup>2</sup>. Под влиянием изучаемых гербицидов гибель сорняков составляла 93,3-100 %, а снижение сырой массы 97,7-100 % в зависимости от используемого препарата и срока его внесения. Урожайность зерна озимой пшеницы в контрольных вариантах в 2020 г. была равна 62,1 и 62,4 ц/га.

При использовании гербицидов урожайность зерна озимой пшеницы находилась в пределах 65,2-69,2 ц/га, т.е. увеличивалась по сравнению с контролем на 3,1-6,8 ц/га (5,0-10,9 %) и была наибольшей при внесении в фазу осеннего кущения культуры гербицида Комплит Форте, КС (0,6 л/га).

В 2021 г. засоренность посевов озимой пшеницы была значительно выше, чем в 2020 г. и численность сорняков в контроле составила 210 шт./м<sup>2</sup>, а их сырая масса 2168,7 г/м<sup>2</sup>. В таких условиях при использовании гербицидов гибель сорняков была равна 98,1-99,5 %, снижение сырой массы 99,5-99,9 % в зависимости от используемого препарата и срока его внесения. При таком высоком уровне засоренности посевов озимой пшеницы урожайность зерна в контроле составила 20,1 ц/га, а

при использовании изучаемых гербицидов – 37,1-39,3 ц/га. Следовательно, под влиянием повышения уровня засоренности посевов и условий выращивания урожайность зерна озимой пшеницы, возделываемой без применения гербицидов, уменьшилась в 3,1, а при их использовании в 1,7 раза. Прибавка урожайности зерна от химической прополки посевов при высоком уровне их засоренности составила 17,0-19,2 ц/га (84,6-95,5 %). Наибольшей она была при внесении в фазу осеннего кушения гербицида Алистер Гранд, МД (0,75 л/га).

В среднем за период исследований при возделывании озимой пшеницы без применения гербицидов численность сорняков находилась в пределах 133-135 шт./м<sup>2</sup>, а их сырая масса – 1259,0-1267,4 г/м<sup>2</sup>. При использовании изучаемых гербицидов гибель сорняков составила 96,4-99,8 %, а снижение их сырой массы 98,8-99,9 %. Наибольший эффект в уничтожении сорняков отмечен при внесении гербицида Алистер Гранд, МД (0,75 л/га) в фазу осеннего кушения озимой пшеницы, а наименьший при его применении в фазу весеннего кушения культуры.

Установлено, что максимальная урожайность зерна озимой пшеницы в среднем за 2020-2021 гг. получена в варианте, где в фазу осеннего кушения применяли гербицид Комплит Форте, КС (0,6 л/га) – 54,1 ц/га. Прибавка к контролю составила 12,8 ц/га (31,0 %). Примерно на таком же уровне указанные выше показатели находились при внесении в эту фазу гербицида Алистер Гранд, МД (0,75 л/га) и Комплит Форте, КС (0,5 л/га) – 54,0 и 53,5 ц/га, что выше по сравнению с контролем соответственно на 12,7 и 12,2 ц/га (30,8 и 29,5 %). При внесении в фазу осеннего кушения гербицидов Комплит Форте, КС (0,5 л/га) + Балерина, СЭ (0,1 л/га) урожайность зерна составила 51,9 ц/га, т.е. была выше по сравнению с контролем на 10,6 ц/га (25,7 %).

При проведении химической прополки в фазу весеннего кушения озимой пшеницы с использованием гербицидов Алистер Гранд, МД (0,75 л/га) или Комплит Форте, КС (0,5 л/га) + Балерина, СЭ (0,2 л/га) урожайность зерна была равна соответственно 51,4 и 51,2 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 10,3 и 10,1 ц/га (25,1 и 24,6 %). Необходимо отметить, что при этом сроке применения указанных выше гербицидов урожайность зерна озимой пшеницы в сравнении с их внесением в фазу осеннего кушения снижалась соответственно на 2,6 ц/га (4,8 %) и 0,7 ц/га (1,3 %). Это связано не только с незначительным снижением их эффективности в уничтожении сорняков при внесении весной, но и с более поздним прерыванием отрицательного влияния сорных растений на озимую пшеницу.

Таким образом, в сложившихся в период исследований погодных условиях при повышении уровня засоренности посевов урожайность

зерна озимой пшеницы, возделываемой в Центральной зоне Беларуси без применения гербицидов, снижалась в 3,1, а при их использовании в 1,7 раза. При отсутствии в сорном ценозе многолетних двудольных сорняков гербициды Алистер Гранд, МД (0,75 л/га) и Комплит Форте, КС (0,5-0,6 л/га), применяемые на посевах озимой пшеницы, существенно не различались по влиянию на урожайность зерна этой культуры. Наибольшую продуктивность озимой пшеницы обеспечила химическая прополка в фазу осеннего кущения.

#### **Литература**

1. Биологические (экономические) пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / под ред. Сорока С.В. – Прилуки, 2019. – С. 29-30.

2. Шпаар, Д. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование) Д. Шпаар [и др.] / Под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: ИД ООО DLV Агрodelo, 2008. – 656 с.

***CHANGES IN WINTER WHEAT GRAIN YIELDS DEPENDING ON THE LEVEL OF WEED INFESTATION AND HERBICIDE APPLICATION***  
***A.P. Gvozдов, L.A. Bulavin, L.I. Gvozдова, M.A. Belanovskaya, V.D. Krantsevich, S.A. Pyntikov***

*Under the soil and climatic conditions of the Central zone of Belarus, weed infestation of crops led to the decrease of winter wheat grain yield by 3.1 times when herbicides were not used, and by 1.7 times with herbicide application. Chemical weeding in the phase of autumn tillering provided the highest productivity of winter wheat.*

УДК 632.954:633.521

#### **ПРИМЕНЕНИЕ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА**

***Н.В. Степанова, Д.П. Чирик***

*РУП «Институт льна», e-mail: Natali1673@mail.ru*

Для более эффективного уничтожения сорной растительности, расширения спектра действия компонентов, снижения общего расхода действующего вещества на единицу площади, повышения селективности гербицидов к растениям целесообразно использовать баковые смеси гербицидов в зависимости от видового состава сорной растительности. Целью работы являлось установление биологической, хозяйственной и экономической эффективности применения баковых смесей гербицидов в посевах льна-долгунца для получения тресты с засоренно-

стью на уровне государственного стандарта. В качестве объектов исследования использовали баковые смеси послевсходовых гербицидов против однолетних и некоторых многолетних двудольных сорных растений, включающие гербициды с действующим веществом МЦПА-кислоты (Кортик, ВР), производных сульфонилмочевины (Секатор турбо, МД, Метурон, ВДГ), клопиралида (Хакер, ВРГ) со сниженными нормами расхода. Исследования проводили в 2019 г. и 2020 г., которые отличались повышенным увлажнением в период вегетации растений, гидротермическим коэффициент (ГТК) при этом составил соответственно 1,70 и 1,84, на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с  $pH_{KCl}$  5,2-5,4, содержанием органического вещества 1,8 %, повышенным содержанием подвижных фосфора, средним – калия, бора, низким содержанием цинка.

В среднем за годы исследований применение двухкомпонентных баковых смесей гербицидов Кортик, ВР (0,9 л/га) + Метурон, ВДГ (8 г/га); Кортик, ВР (0,9 л/га) + Секатор турбо, МД (0,05 л/га) при высоте льна-долгунца 3-4 см через 30 суток после обработки посева с преобладанием в исходной засоренности 19-27 % падалицы рапса обеспечило гибель сорняков по количеству на 95-96 %, по сырой массе – на 97-98 % (таблица). Трехкомпонентная баковая смесь гербицидов с добавлением препарата Хакер, ВРГ (0,12 кг/га) обеспечила гибель сорняков в посевах льна по 97-98 %, их сырая масса уменьшилась на 98 %. Более позднее применение двухкомпонентных баковых смесей при высоте льна 7-10 см снижало гибель сорных растений на 13 % и их сырой массы на 15-16 %.

В условиях 2019-2020 гг. без применения гербицидов лен-долгунец сформировал 3,5 ц/га семян и 28,5 ц/га тресты при ручном удалении сорной растительности во время уборки льна. Применение двухкомпонентных смесей Кортик, 0,9 л/га + Метурон, 8 г/га; Кортик, 0,9 л/га + Секатор турбо, 0,05 л/га при высоте льна 3-4 см обеспечило по отношению к контролю сохранение урожайности семян 3,5-3,6 ц/га, тресты 24,8-25,6 ц/га. Добавление в баковые смеси гербицида Хакер, 0,12 кг/га по отношению к двухкомпонентным смесям имело тенденцию к снижению урожайности семян на 0,4-0,5 ц/га (на 6-7 %), тресты на 1,5-1,6 ц/га (на 3 %), что связано с повышением пестицидной нагрузки на растения льна-долгунца. Более поздняя обработка льна-долгунца гербицидами при высоте льна 7-10 см достоверно снижала эффективность двухкомпонентных смесей по отношению к обработке в 3-4 см льна по урожайности семян на 0,7-0,9 ц/га (на 10-13 %), а также обеспечивала тенденцию к снижению урожайности тресты на 2,4-3,2 ц/га (на 5-6 %).

Таблица – Эффективность применения баковых смесей гербицидов в посевах льна-долгунца (среднее за 2019-2020 гг.)

| Вариант   | Снижение численности сорняков, % | Снижение сырой массы, % | Урожайность, ц/га |         | Прибыль / убытки, руб./га | Рентабельность, % |
|---|----------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|---------------------------|-------------------|
|   |                                  |                         | семена            | треста  |                           |                   |
| Контроль (без обработки)  | -                                | -                       | 3,5               | 28,5    | -1149,9                   | -89,8             |
| Обработка посева при высоте льна 3-4 см                         |                                  |                         |                   |         |                           |                   |
| Кортик, 0,9 л/га + Метурон, 8 г/га                              | 95,3                             | 96,9                    | 7,0               | 53,3    | 900,9                     | 59,2              |
| Кортик, 0,9 л/га + Секатор турбо, 0,05 л/га                     | 95,8                             | 97,8                    | 7,1               | 54,1    | 921,7                     | 60,1              |
| Кортик, 0,9 л/га + Метурон, 8 г/га + Хакер, 0,12 кг/га          | 97,5                             | 98,3                    | 6,5               | 51,7    | 840,7                     | 56,4              |
| Кортик, 0,9 л/га + Секатор турбо, 0,05 л/га + Хакер, 0,12 кг/га | 97,9                             | 98,2                    | 6,7               | 52,6    | 867,3                     | 57,3              |
| Обработка посева при высоте льна 7-10 см                        |                                  |                         |                   |         |                           |                   |
| Кортик, 0,9 л/га + Метурон, 8 г/га                              | 82,2                             | 81,0                    | 6,3               | 50,9    | 816,4                     | 55,3              |
| Кортик, 0,9 л/га + Секатор турбо, 0,05 л/га                     | 83,0                             | 82,4                    | 6,2               | 50,9    | 792,8                     | 53,0              |
| <i>НСР<sub>05</sub></i>   |                                  |                         | 0,56-0,62         | 2,8-3,5 |                           |                   |

В среднем за годы исследований применение баковых смесей гербицидов обеспечило получение стланцевой тресты номером 1,50 с нормативной засоренностью до 5 %. Треста, полученная в контрольном варианте, содержала 40-45 % сорной примеси от общей массы, не соответствовала требованиям СТБ 1194-200 и была непригодной для переработки на технологических линиях. Фактическая засоренность полученной в контроле льнотресты превышала нормативную засоренность по СТБ 1194-2007 в 8-9 раз, предельно допустимую – в 4-5 раз и не обеспечивала возможность реализации её на заготовительные пункты, а уборка ценоза только с выделением семян на технические цели не рентабельна.

Применение двухкомпонентных смесей гербицидов при высоте льна 3-4 см обеспечило прибыль 900,9-921,7 руб./га при рентабельности выращивания 59-60 %; трехкомпонентных смесей – 840,7-867,3 руб./га и 56-57 % соответственно. При более поздней химической про-

полке при высоте льна 7-10 см расчетная прибыль снижалась на 84,5-128,9 руб./га (на 9-14 %), рентабельность выращивания на 4-7 %.

Таким образом, наиболее эффективной была обработка льна-долгунца с преобладанием в посеве до 27 % падалицы рапса баковыми смесями гербицидов Кортик, 0,9 л/га + Метурон, 8 г/га; Кортик, 0,9 л/га + Секатор турбо, 0,05 л/га при высоте льна 3-4 см, обеспечившая биологическую защиту посевов по численности сорняков до 96 % и их массе до 98 %, повышение урожайности льнопродукции практически в 2 раза, рентабельность выращивания 59-60 %. Обработка посевов при высоте льна 7-10 см снижала эффективность смесей по численности сорняков на 13 %, их массе на 15-16 %, по урожайности семян на 10-13 %, прибыли на 9-14 %, рентабельности на 4-7 %. Добавление в баковую смесь препарата на основе клопиралида обеспечивало высокую гибель сорняков (97-98 %), но по отношению к двухкомпонентным смесям снижало получение прибыли на 6-7 %, рентабельности на 3 %.

#### **USE OF TANK MIXTURES OF HERBICIDES IN FIBER FLAX CROPS**

*N.V. Stepanova, D.P. Chirik*

*The most effective tank mixtures of herbicides are identified, which provide protection of fibre flax in terms of the number of weeds up to 95-98 % and their biomass up to 97-98 %, almost twice the yield increase of flax products, obtaining retted stalks with a standard weediness of 1,50, profitability of growing flax 56-60 %.*

УДК 633.494

### **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ДИМЕТЕНАМИДА В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА**

***В.А. Радовня***

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
[wladrad@tut.by](mailto:wladrad@tut.by)*

До последнего времени в условиях Республики Беларусь в посевах озимого и ярового рапса применялись преимущественно гербициды на основе действующего вещества (д.в.) метазахлор из класса хлорацетанилидов, в котором оптимально сочетается относительно широкий спектр гербицидной активности, длительный эффект, а также низкая фитотоксичность.

С расширением посевных площадей озимого рапса получили распространение «проблемные» сорняки, устойчивые к метазахлору (подмаренник, аистник, виды крестоцветных сорняков и др.). Для борьбы с ними получило распространение совместное внесение мета-

захлора с другими д.в. (в составе комплексных препаратов или смешивания простых гербицидов в полевых условиях), применение новых гербицидов с иными д.в. из класса хлорацетанилидов, изоксазолидинонов, сульфонилмочевин, гормональных препаратов, а также разработка различных схем защиты посевов от сорняков.

Актуальность разработки новых схем защиты посевов рапса от сорной растительности возросла с появлением данных о загрязнении грунтовых вод метазахлором. В странах Европейского Союза введено ограничение норм его применения до 500-750 г/га.

Спецификой применения гербицидов в посевах ярового рапса является необходимость контроля не только озимых и «проблемных» сорняков, но и ранних яровых: в первую очередь мари белой, пикульника, горцев, а также звездчатки средней (на связных почвах).

Проблема фитотоксичности гербицидов в посевах ярового рапса не стоит так остро, как в посевах озимого. Поэтому имеется возможность применения в его посевах более жестких гербицидов с высокой биологической эффективностью.

Ещё одним немаловажным критерием выбора гербицидов для применения в посевах ярового рапса как менее урожайного является стоимость препарата.

В начале 2000-х в республике в посевах ярового рапса успешно применяли гербицид Трофи (ацетохлор) и Клоцет (ацетохлор + кломазон), сочетающие высокую биологическую эффективность и наименьшую стоимость обработки. Однако с 2012 г. государственная регистрация средств защиты растений на основе действующего вещества ацетохлор прекращена.

Вместе с тем, в республике разрешено применение других гербицидов на основе хлорацетанилидов, в том числе гербицид Фронтьер Оптима (диметенамид-П, 720 г/л). В 2005 г. нами в условиях суглинистых почв (опытные поля РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию») проводились поисковые исследования с данным гербицидом в нормах 0,8 и 1,0 л/га, а также в комбинации с гербицидом Бутизан 400 (0,6 + 1,25 л/га). По хозяйственной эффективности наилучшим вариантом оказалась комбинация двух д.в. (урожайность маслосемян – 21,7 ц/га). Гербицид Фронтьер Оптима в максимальной норме 1,0 л/га обладал высокой биологической эффективностью (количество сорняков в фазе начала цветения 24,5 шт./м<sup>2</sup>), но оказывал выраженный фитотоксический эффект в начальные фазы развития, в связи с чем урожайность составила 21,7 ц/га. В варианте с нормой 0,8 л/га посева также находились в угнетенном состоянии, но, кроме того, численность сорняков была большей (40 шт./м<sup>2</sup>).

В настоящее время в республике зарегистрированы для применения в посевах озимого и ярового рапса двухкомпонентные гербициды Бутизан Дуо (метазахлор, 200 г/л + диметенамид-П, 200 г/л) и Нимбус (метазахлор, 250 г/л + кломазон, 33,3 г/л). В опытах РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» их применение в норме 2,0 л/га в среднем за 2010-2012 гг. обеспечило урожайность маслосемян ярового рапса 31,2-31,3 ц/га (+2,4...2,5 ц/га к варианту с применением однокомпонентного гербицида Бутизан 400).

В исследованиях по эффективности различных технологий возделывания ярового рапса, начатых в 2021 г., нами изучаются гербициды почвенного действия Фронтьер Оптима в норме 0,5 л/га, Алгоритм (кломазон, 480 г/л) в норме 0,2 л/га, комбинация данных гербицидов, а также повсходовый гербицид Галера супер (аминопиралид, 17 г/л + клопиралид, 267 г/л + пиклорам, 80 г/л) в норме 0,3 л/га.

Данные схемы внесения гербицидов относятся к среднему ценовому диапазону (гектарная стоимость обработки колеблется от 15 до 29 \$/га) и предназначены для полей с высокой засоренностью проблемными сорняками (виды крестоцветных сорняков, подмаренник).

В условиях влажной весны 2021 г. на супесчаных почвах в вариантах с применением гербицидов почвенного действия Фронтьер Оптима и Алгоритм отмечался фитотоксический эффект, заключающийся в торможении роста листьев либо побелении края листьев рапса. На суглинистых почвах фитотоксический эффект был минимальным. Следует отметить, что до фазы 4 листьев (обработка посевов гербицидом Галера супер) растения ярового рапса также находились в угнетенном состоянии (особенно на суглинистых почвах) и отличались светло-зелёной окраской листьев.

Опыты показали, что гербициды Фронтьер Оптима и Алгоритм в изучаемых нормах расхода эффективно контролируют крестоцветные сорняки, однако недостаточны против горца вьюнкового и шероховатого, пикульника, фиалки, а на суглинистых почвах также против мари белой и звездчатки. Засоренность посевов рапса ярового в начале цветения при оптимальном сроке сева в этих вариантах составила 28-96 шт./м<sup>2</sup>.

Комбинация д.в. диметенамид-П с кломазоном позволила полностью контролировать сорную растительность на супесчаных почвах и при поздних сроках сева на суглинистых почвах. При оптимальном сроке сева на суглинистых почвах в варианте с совместным внесением диметенамида-П с кломазоном засоренность составила 12 шт./м<sup>2</sup> (марь, горец вьюнковый), в то время как при внесении Галеры супер – 48 шт./м<sup>2</sup> (горец шероховатый, звездчатка).

Таким образом, применение диметенамида-П в посевах ярового рапса позволяет контролировать проблемные сорняки (виды крестоцветных, подмаренник). В целях удешевления схем защиты и ограничения внесения метазахлора является перспективной разработка параметров совместного применения гербицидов на основе д.в. диметенамид-П с кломазоном.

**APPLICATION OF DIMETHENAMID IN SPRING RAPESEED CROPS**  
**U.A. Radaunia**

*The problem of weeds control in spring rapeseed crops is discussed. The results of a.i. dimethenamid-P application as a part of complex preparations as well as in pure form as Frontier Optima preparation are presented. A new scheme of dimethenamid-P application together with a.i. clomazone is offered.*

УДК 633.853.52

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ПОЧВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ НА ПОСЕВАХ СОИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**В.А. Радовня<sup>1</sup>, В.Н. Халецкий<sup>2</sup>, М.В. Евсеенко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
[wladrad@tut.by](mailto:wladrad@tut.by)

<sup>2</sup>РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси»

<sup>3</sup>РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Несмотря на то, что в посевах сои возможно применение гербицидов практически из всех существующих классов, проблема защиты посевов этой культуры от сорной растительности является одной из ведущих во всех исследованиях, проводимых с соей как в нашей республике, так и за рубежом.

По данным РУП «Институт защиты растений» соя высокочувствительна к сорнякам в период от всходов до ветвления (40-50 дней), при этом потери урожая от сорняков могут достигать 30-50 % (Р.В. Корпанов, С.В. Сорока, 2006).

Для Республики Беларусь свойственен смешанный тип засорения посевов сои, состав которого несколько различается в зависимости от типа почвы и складывающихся погодных условий. Из двудольных сорняков преобладает марь белая, во влажные годы получают распространение горцы, ромашка, в жаркие – щирица. Однодольные сорняки (просо куриное, щетинник) получают распространение в засушливые годы, особенно на легких почвах.

В связи с этим, для стабильного контроля сорной растительности схема защиты сои должна:

– быть высокоэффективной против двудольных и однодольных сорняков, в первую очередь, против мари белой, щирицы и проса куриного;

– обеспечивать продолжительный гербицидный эффект на протяжении 40-50 дней.

В наших опытах, проведенных в 2010 г. в условиях супесчаных почв Мозырского района Гомельской области, наибольшая биологическая эффективность наблюдалась при внесении гербицида Пивот (имазетапир, 10 %) в норме 0,9 л/га в фазу семядольных листьев сорняков (98,2 %), обеспечившего прибавку урожайности зерна 68 % (+6,0 ц/га). Растения сои по показателям полевой всхожести и длины стебля к уборке существенно не отличалась от эталонного варианта (ручная прополка), что говорит о низкой фитотоксичности гербицида в указанной норме расхода.

При послевсходовом применении гербицида Пивот в фазу 3-4 листьев биологическая эффективность также была высокой (90,7 %), однако прибавка урожайности снизилась в 1,3 раза (+ 4,7 ц/га). Это свидетельствует о том, что для получения высокого хозяйственного эффекта в посевах сои важно не только уничтожить сорную растительность, но и ограничить развитие сорняков в начальные фазы роста культурных растений.

При внесении Пивота в фазу 6-8 листьев биологическая эффективность составила 68,8 %, прибавка урожайности зерна снизилась до 38,6 % (+3,7 ц/га). С опозданием внесения гербицида увеличивалась засоренность посевов щирицей и марью белой (последнюю также трудно контролировать повсходовыми гербицидами из группы бентазона).

Схожая биологическая (70,6 %) и хозяйственная эффективность (42 %) была получена и при внесении гербицида Зенкор, ВДГ (1,0 кг/га) до всходов культуры. Однако в посевах с его применением значительное развитие получило просо куриное.

В настоящее время благодаря высокой биологической и хозяйственной эффективности гербициды из группы имидазолинонов (имазетапир и имазамокс) являются основными для применения на посевах сои при внесении их в ранние фазы развития сорняков. Вместе с тем, ограничения в севообороте, связанные с применением данных гербицидов, делают актуальным поиски новых схем защиты посевов.

В наших опытах в 2021 г. мы изучали эффективность применения комбинированных гербицидов на основе действующих веществ из групп сим-триазины и хлорацетанилиды, эффективных в отношении

как двудольных, так и однодольных сорняков, на почвах разного granulometric composition.

Так, в условиях суглинистых почв (Дзержинский район) почвенное внесение гербицидов Гардо Голд (С-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л) в норме 4 л/га и Акрис (диметенамид-П, 280 г/л + тербутилазин, 250 г/л) в норме 2,5 л/га при преобладающем двудольном типе засорения обеспечило высокую биологическую эффективность. В фазу начала бутонизации (60-й день после внесения) в посевах насчитывалось в среднем 25 шт./м<sup>2</sup> сорняков массой 240-260 г/м<sup>2</sup>, в то время как при внесении однокомпонентных гербицидов Алгоритм (кломазон, 480 г/л) в норме 0,4 л/га и Фронтьер Оптима (диметенамид-П, 720 г/л) в норме 1,2 л/га засоренность составила 40-49 шт./м<sup>2</sup> и 520-840 г/м<sup>2</sup>.

Аналогичные исследования проводили в условиях супесчаных почв (Червенский район). В варианте с внесением гербицида Акрис (2,0 л/га) насчитывалось всего 6 стеблей пырея массой 18 г, а малолетние сорняки отсутствовали полностью. При внесении в фазу 2 листьев сои гербицида Пульсар (имазамокс, 40 г/л) в норме 0,75 л/га засоренность составила 32 шт./м<sup>2</sup> (пикульник, марь, виды горцев) массой 290 г/м<sup>2</sup>, а при внесении гербицида Алгоритм (0,4 л/га) засоренность составила 70 шт./м<sup>2</sup> с массой 258 г/м<sup>2</sup> (фиалка, просо, пырей, крестоцветные).

В сравнении с гербицидом Фронтьер Оптима внесение гербицидов Акрис и Гардо Голд оказывало некоторый ингибирующий эффект на сою: снижало высоту прикрепления нижних бобов (на 2 см) и высоту растений к уборке (на 8 см).

Следует отметить, что гербициды Акрис и Гардо Голд являются достаточно дорогостоящими (гектарная стоимость препаратов составляет около 50 \$), но их внесение может быть целесообразно в случае невозможности внесения имазатапира и имазамокса (например, при планируемом размещении после сои озимого тритикале и ячменя) или организационных трудностях по их внесению в ранние фазы сорняков.

В целях удешевления схем защиты посевов сои является перспективной разработка параметров совместного применения гербицидов на основе действующих веществ хлорацетанилид + метрибузин или кломазон.

### **SOIL ACTIVE HERBICIDES IN SOYBEAN CROPS UNDER THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

***U. Radaunia, V. Khaletsky, M. Euseenka***

*The results of the researches on the application of soil active herbicides on soybean crops are presented. The necessity of their application in early phases of weeds is proved. For economic and organizational reasons, it is advisable to work*

*out parameters of application of combined herbicides or tank mixtures on the basis of such active substances as chloracetanilide + terbuthylazine, metribuzin and clomazone on soybean crops.*

УДК 632.954:633.491

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛОМАЗОНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

**А.С. Голубев<sup>1</sup>, А.С. Ткач<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «Всероссийский НИИ защиты растений»,

<sup>2</sup>ООО «ИЦЗР», *golubev100@mail.ru*

Кломазон является действующим веществом, составляющим основу препаратов, применяемых до всходов таких культурных растений, как соя, свекла, морковь, рапс и др. [1]. При этом перечень защищаемых с помощью этого гербицида сельскохозяйственных культур расширяется. Так, в условиях мелкоделяночных опытов была изучена возможность использования кломазона для защиты капусты от сорных растений [2]. Известен опыт эффективного использования кломазона для защиты от сорняков посадок табака [3]. Картофель, растения которого, как и растения табака, относятся к семейству Пасленовые (*Solanaceae* Juss.), очевидно тоже представляет интерес как потенциальный объект для развития этого направления.

В связи с вышеизложенным, в условиях Ленинградской области РФ в течение двух вегетационных периодов были проведены исследования для оценки биологической эффективности и безопасности использования кломазона на посадках картофеля сортов Удача (2020 г.) и Аврора (2021 г.).

Препарат Трейсер, КЭ (480 г/л кломазона) вносили до всходов культурных и сорных растений в нормах применения 0,25 и 0,5 л/га. Почва опытного участка дерново-подзолистая с содержанием гумуса в пахотном слое 3-4 %, рН=6,3. Предшествующей культурой был картофель. Обработка почвы включала дискование, вспашку, культивацию, нарезку борозд. В качестве удобрения использовали азофос из расчета 200 кг/га. В течение вегетационного периода проводили 2 окуливания. В 2020 г. проводили фоновую обработку посадок картофеля фунгицидом Ридомил Голд МЦ, ВДГ (2,5 кг/га) против фитофтороза.

Опыты закладывали в четырехкратной повторности на делянках небольшой площади (12,5 м<sup>2</sup>). Расположение делянок по территории опытного участка было рендомизированным. Норма расхода рабочего раствора составляла 250-300 л/га. Внесение гербицидов осуществляли ручным ранцевым опрыскивателем «Резистент 3610».

Учеты сорных растений проводили в соответствии с Методическими рекомендациями по проведению регистрационных испытаний гербицидов (ФГБНУ ВИЗР, 2020) [4]. Биологическую эффективность препарата (%) рассчитывали, соотнося полученные при проведении учетов данные о засоренности к данным необработанного гербицидами контроля. Урожай убирали вручную, а полученные результаты подвергали статистической обработке с помощью дисперсионного анализа.

В 2020 г. засоренность контроля через месяц после закладки опыта составила 155 шт./м<sup>2</sup>. Из однолетних двудольных сорняков в посадках картофеля присутствовали горец щавелелистный (*Persicaria lapathifolia* (L.) Delarbre), марь белая (*Chenopodium album* L.), фалопия вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), торица полевая (*Spergula arvensis* L.) и галинзога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora* Cav.). Однолетние злаковые сорняки были представлены ежовником обыкновенным (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.).

Эффективность препарата в норме 0,25 л/га по действию на количество однолетних двудольных сорняков через месяц после обработки составила 85,0 %, а на их массу – 84,0 %. По прошествии еще двух недель данные показатели составили соответственно 68,8 и 83,1 %. К уборке урожая снижение количества однолетних двудольных сорняков в этом варианте составило 73,6 %. Увеличение нормы применения гербицида до 0,5 л/га повышало его эффективность в среднем на 6 %.

Применение гербицида в норме 0,25 л/га снижало количество растений ежовника обыкновенного на 84,6-96,2 %, его массу – на 93,1-99,3 %. Эффективность препарата в норме 0,5 л/га против этого вида составила 96,2-100 %.

Урожайность картофеля в контроле, где гербицид не применяли, составляла 7,8 т/га. Статистически достоверная величина сохраненного урожая после применения гербицида составила 137,2-161,5 %.

В 2021 году в регионе, где проводили исследования, наблюдалась экстремально жаркая и засушливая погода, что оказало существенное влияние на действие гербицидов почвенного действия. В этих условиях действие препарата на общее количество двудольных сорняков при использовании его в норме 0,5 л/га не превышало 55,7 %, а снижение количества ежовника обыкновенного было менее 62,5 %. В этом же варианте было отмечено статистически достоверное увеличение урожайности, которое составило 88,4 % при урожайности картофеля в необработанном контроле 6,9 т/га.

Авторы выражают благодарность сотрудникам, принимавшим непосредственное участие в проведении опытов в полевых условиях: С.И. Редюку, В.Г. Чернухе, П.И. Борушко.

### Литература

1. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2021 г. – М., 2021. – 816 с.
2. Берназ, Н.И. Гербициды на капусте при безрассадном способе выращивания / Н.И. Берназ, И.И. Ирков // Картофель и овощи. – 2018. – № 8. – С. 17-18.
3. Соболева, Л.М. Борьба с сорной растительностью при выращивании рассады табака с помощью гербицидов Стомп и Комманд / Л.М.Соболева, Т.В. Плотникова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 53. – С. 33-38.
4. Голубев, А.С. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов / А.С. Голубев, Т.А. Маханькова. – СПб, 2020. – 80 с.

### ***CLOMAZONE EFFICIENCY IN PROTECTION OF POTATOES FROM WEEDS***

***A.S. Golubev, A.S. Tkach***

*In Leningrad region, preemergence application (PRE) of clomazone (120-240 g/ha a.i.) on potatoes provided decrease in dicotyledonous weeds up to 68.8-89.0%, and in monocotyledonous weeds up to 96.2-100%. The increase in potato yield was 137.2-161.5% on the Udacha variety (nontreated check 7.8 t/ha), and 88.4% on the Avrora variety (nontreated check 6.9 t/ha).*

УДК 001.89/001.92

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФГБНУ ФРАНЦ ПО СЕЛЕКЦИИ, ЗЕМЛЕДЕЛИЮ, ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ И ТЕХНОЛОГИЯМ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР**

***А.И. Клименко, О.А. Целуйко, А.В. Гринько***  
*ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»*  
*o.tseluyko@yandex.ru*

В ФГБНУ ФРАНЦ научные исследования проводятся по комплексным темам в области земледелия, растениеводства, селекции растений, виноградарства, защиты растений, экономики, ветеринарной медицины и других направлений сельскохозяйственной науки. Основными культурами селекционной работы являются: озимые и яровые пшеница и тритикале, горох, соя, чечевица, нут, виноград. Отдел селекции и

семеноводства пшеницы и тритикале под руководством А.И. Грабовца работает над задачами стабилизации зернового производства на Дону. За последние годы ими выведен ряд новых высокоурожайных сортов озимой пшеницы – Акапелла, Былина Дона, Богема, Пальмира 18 и других (в настоящее время в списке Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 26 сортов); яровой твердой пшеницы – Донская элегия, Вольнодонская, Мелодия Дона; нута – Донплаза; чечевицы Донская; зерновых тритикале – Атаман Платов, Гектор, Донслав, Форте; кормовых тритикале – Торнадо, Арго, Аграф и других (в Госреестре РФ 28 сортов). Центр является лидером в Российской Федерации по выведению сортов озимого тритикале на зерно, а такие сорта, как Атаман Платов, Зимогор, Рамзай и другие по урожайности превышают 10 т/га, при этом по хлебопекарным качествам зерна конкурируют с озимой пшеницей. Также их используют в кондитерском производстве, в производстве круп с повышенным содержанием каротиноидов, при производстве крахмала. ФГБНУ ФРАНЦ единственный в России занимается выведением сортов озимого тритикале на корм. Такие сорта как Торнадо, Арго, Стюард способны формировать до 100 т/га зелёной массы.

Разработками в области селекции зернобобовых культур занимается лаборатория под руководством Н.А. Коробовой. Только за последние два года районировано четыре перспективных сорта гороха – Премьер, Сотник, Амулет, Донец с потенциальной урожайностью 4,5-5 т/га, которые не только не уступают лучшим сортам зарубежной селекции, но и превосходят их. В Центре создано и внесено в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 27 сортов гороха различного хозяйственного использования. Из 58 сортов гороха, допущенных в сельскохозяйственное производство Северо-Кавказского региона, двенадцать – селекции ФГБНУ ФРАНЦ (20,7 %). Только за последнее десятилетие по пяти регионам Российской Федерации допущены для возделывания сорта гороха Альянс (5, 6, 7), Атаман (5, 6, 7), Кадет (5, 6, 7), Донской кормовой (4, 5, 6), Премьер (4, 5, 6), Сотник (4, 6), Амулет (6, 7) и Донец (3, 4, 5, 6, 10). Продолжается селекционная работа по нуту и чечевице и как результат – выведенный сорт нута Донплаза, чечевицы Донская (авторы А.И. Грабовец и др.), которые районированы в нашей зоне и во всем Северо-Кавказском регионе.

Сбор, изучение и использование в селекционной практике генотипов зерновых и зернобобовых культур проводится в лаборатории селекции и генетики сельскохозяйственных культур под руководством А.А. Козлова.

Способы противоэрозионной обработки почв, сохранение плодородия, защиту сельскохозяйственных растений, технологии их возделывания и другие вопросы изучают в отделах, возглавляемых Н.Н. Вошедским и А.В. Гринько. В 2021 году разработаны приемы использования усовершенствованного ассортимента химических средств защиты озимой пшеницы в Ростовской области совместно с биопрепаратами гуминовой природы; усовершенствованная эколого-адаптивная технология возделывания новых сортов гороха применительно к почвенно-климатическим условиям приазовской зоны Ростовской области; оптимальные технологии возделывания нового сорта озимого зернового тритикале Атаман Платов и нового сорта озимой мягкой пшеницы Былина Дона, включённых в Госреестр РФ, технология возделывания и использования кормового тритикале.

Публикационная активность в 2021 г. по вышеперечисленным направлениям исследований составила 92 публикации, из них: 1 монография, 18 статей в ядре РИНЦ, 10 статей в базах данных в системе Web of Science и Scopus, 2 сборника статей по итогам конференции, 2 каталога [1-5]. В 2021 году научные сотрудники ФГБНУ ФРАНЦ принимали участие в разработке зональных систем земледелия в Ростовской области на 2022-2026 гг. В 2021 г. получено 4 патента на сорта: пшеница мягкая озимая Богема, нут Донплаза, тритикале озимое Приам, Богуслав. Поданы 2 заявки на сорта пшеницы, 3 тритикале и 1 сорт гороха.

Таким образом, результаты научных исследований ФГБНУ ФРАНЦ актуальны, востребованы и направлены на развитие сельскохозяйственной науки и способствуют успешному функционированию и повышению имиджа организации в России и мире.

### Литература

1. Грабовец, А.И. Технология возделывания и использования кормового тритикале / А.И. Грабовец [и др.]. – Ростов-на-Дону. 2021. – 50 с.
2. Клименко, А.И. Сорта полевых культур: каталог / А.И. Клименко, А.И. Грабовец [и др.] / ФГБНУ ФРАНЦ. – Ростов-на-Дону: «ЮГ», 2021. – 186 с.
3. Вошедский, Н.Н. Технология возделывания чечевицы на черноземах обыкновенных в агроландшафтах Ростовской области: монография / Н.Н. Вошедский [и др.] / ФГБНУ ФРАНЦ. – Рассвет, 2021. – 120 с.
4. Романов, Б.В. Коллекция видов пшениц: каталог / Б.В. Романов, Г.А. Козлечков, А.И. Клименко, А.В. Гринько; Ростов-на-Дону: ФГБНУ ФРАНЦ: Изд-во ООО «АзовПринт», 2021. – 68 с.
5. Целуйко, О.А. Патентный обзор изобретений и полезных моделей ФГБНУ ФРАНЦ в области сельского хозяйства / О.А. Целуйко, В.Б. Тутарова, А.В. Гринько, Г.А. Бахматова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – №6 (92). – С. 80-85.

**MAIN RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCHES ON BREEDING, ARABLE FARMING, PLANT PROTECTION AND TECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF GRAIN AND LEGUMINOUS CROPS IN FSBSI FRARC**  
*A.I. Klimenko, O.A. Tseluyko, A.V. Grinko*

*The article summarizes recent main results of scientific researches on breeding, arable farming, plant protection and technologies of cultivation of grain and leguminous crops developed in FSBSI FRARC.*

УДК 632.95:632.08

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ  
ДРОНАМИ-ОПРЫСКИВАТЕЛЯМИ**

***Р.В. Корпанов***

*РУП «Институт защиты растений»*

*аг Прилуки, ул. Мира 2, Минский р-н, Республика Беларусь*

*korpanov@mail.ru*

Основа динамичного развития АПК Беларуси – интеллектуальные технологии. Одним из ключевых элементов (компонентов) точного земледелия в защите растений является технология применения пестицидов БПЛА (дронами-опрыскивателями).

Конечная цель внедрения точного земледелия – обеспечить экономию средств производства (ГСМ, СЗР, посевного материала), полное использование потенциала урожайности, рост производительности труда, эффективного использования рабочего времени, повышение качества продукции и уменьшение вредного воздействия на окружающую среду.

Картирование полей, в том числе формирование карт урожайности, – основа точного земледелия. С помощью точного земледелия можно повысить урожайность до 70 % на уже имеющихся сельскохозяйственных угодьях, снизить затраты на гектар на 15-20 %, сократить количество персонала в 2-3 раза [1]. Важно отметить, что файлы полученных данных по оцифровке полей должны быть совместимы в облачной системе (цифровой платформе) для применения как дронами, так и наземными системами автопилотирования (в т.ч. наземными роботизированными платформами). Другими словами, проводимая оцифровка полей должна быть единой для всех инструментов интеллектуальных технологий.

Технология применения средств защиты растений с помощью сельскохозяйственных дронов основана на использовании турбулентного потока воздушных масс, создаваемых винтами двигателей мультикоптеров как средства доставки распыленного рабочего раствора различ-

ными системами распыления (комплекс блоков распылителей для дронов DJI и атомайзеров для аппаратов XAG).

Принимая во внимание то, что основная масса сельскохозяйственных БПЛА, представленных на рынке постсоветского пространства, мультикоптеры, нами предложена классификация дронов-опрыскивателей по максимальной взлетной массе:

- легкие (до 30 кг): DJI *T10*;
- средние (30-50 кг): DJI *T16* и *T20*, XAG *XP2020*, *V40* и *P40* и др;
- тяжелые (более 50 кг): DJI *T30* и *T40*, XAG *P80* и *P100*, CROPFLEET *Cropcor CF-30*;

Возможно, при появлении более тяжелых аппаратов сельскохозяйственного назначения (массой более 100 кг) в перспективе класс тяжелых мультикоптеров массой более 50 кг станет средне-тяжелым с градацией 50-100 кг, а тяжелые аппараты будут представлены в весовой категории более 100 кг.

Амбициозная задача перед технологией внесения СЗР дронами-опрыскивателями – обеспечить конкурентоспособность «умных технологий» в сравнении с наземным опрыскиванием классическими штанговыми самоходными опрыскивателями. Обеспечение сопоставимой производительности новой технологии, как в экстремальных, так и в благоприятных погодных условиях, призвана работа БПЛА в режиме дронофлотилии. Преимущество современных дронов-опрыскивателей компании XAG – это возможность одновременно работать 5-ю аппаратами, а дронов DJI до 3 машин.

Концепция компании ООО «Белдрон» предполагает комплектацию комплекса на базе грузового шасси МАЗ или КАМАЗ согласно нашей классификации мультикоптерами тяжелого класса (CROPFLEET *Cropcor CF-30*, а также DJI *Agras T30* и *T40* или XAG *P 80* и *P 100*). Хотя в небольших КФХ, селекционных центрах лесного хозяйств, а также на участках по возделыванию малых, лекарственных и особо ценных культур с большой долей ручного труда, связанного с работами по защите растений, при использовании ручных и ранцевых опрыскивателей данная технология уже сегодня безальтернативна при работе даже одним легким аппаратом (например, DJI *T10*).

Таким образом, возможность использования БПЛА в режиме дронофлотилии выводит технологию внесения средств защиты растений на новый конкурентный уровень в сравнении с основным способом защиты растений, наземным и авиационным опрыскиванием.

#### Литература

1. Проект будущего – точное земледелие // Белорусское сел. хоз-во. – 2021. – №12 (236). – С. 12-16.

## TECHNOLOGY OF PESTICIDE APPLICATION USING DRONE SPRAYERS

R.V. Korpanov

The article presents an overview of innovative technologies for application of plant protection means (PPM) using UAV and promising models of multicopters for plant protection.

УДК 632.48:633.13

### ЛАБОРАТОРНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ АГРЕССИВНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ОВСА

**О.В. Мядель**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»  
oskinder@yandex.ru

Одной из причин недобора урожая сельскохозяйственных культур является распространение в посевах корневых гнилей. Подвержены этому заболеванию все зерновые культуры – пшеница, тритикале, ячмень, овес, рожь и злаковые травы. Развитие корневых гнилей наблюдается на протяжении всего вегетационного периода растений. Во время всходов у растения отмирает проросток, позднее вследствие поражения корневой системы проявляется белоколосица, щуплость зерна и пустоколосость [1]. Преимущественно корневые гнили вызывает комплекс патогенов, источниками инфекции могут служить семена, почва и пораженные растительные остатки [2].

В нашей климатической зоне преобладают фузариозные и гельминтоспориозные корневые гнили. Фузариозная корневая гниль овса вызывается целым рядом возбудителей рода *Fusarium*. Наиболее распространенными являются *F. culmorum* и *F. avenaceum*, которые вызывают побурение колеоптиле, подземного междоузлия и основания стебля, далее происходит загнивание и отмирание первичных и вторичных корней [4]. Потери урожая при эпифитотии достигают 50 % [3].

Гельминтоспориозная корневая гниль вызывается грибом *Bipolaris sorokiniana* Shoemaker. Болезнь распространена повсеместно. Симптомами заражения во время всходов является побурение, деформация и искривление проростков, которые часто гибнут до появления колеоптиле на поверхности почвы. При поражении в более поздние фазы развитие растения замедляется, формируется слаборазвитая метелка, увеличивается склонность к полеганию [4].

Способность вызывать инфекционный процесс у растения-хозяина зависит от патогенности возбудителя. Количественным признаком патогенности является агрессивность, показывающая, насколько силь-

но развивается инфекционный процесс, т.е. способность возбудителя вызывать массовое заражение восприимчивых растений [5].

При создании инфекционного фона корневых гнилей большое значение имеет наличие качественного инфекционного материала. Так как популяция возбудителя состоит из разных по агрессивности видов, важно выделить и использовать из них более агрессивные. Это ускоряет процесс создания жесткого инфекционного фона в полевых условиях и получение достоверности оценки селекционного материала на устойчивость и выносливость к болезни.

В ранее проведенных исследованиях из семенного материала и корневой системы наиболее часто выделялись грибы рода *Fusarium* – *F.culmorum*, *F.avenaceum* и возбудитель гельминтоспориозной корневой гнили *Bipolaris sorokiniana*. Зачастую наблюдалась комплексная инфекция этих возбудителей. Поэтому в работе использовали эти возбудители в чистом виде и был включен один комплексный вариант *Fusarium culmorum* + *Bipolaris sorokiniana*. Опыты проводили на шести сортах овса: Мирт, Лидия, Скорпион, Фристайл, Шанс и Люкс. Заражение семян осуществляли чистыми культурами возбудителей корневых гнилей: 1 – *Fusarium culmorum*, 2 – *Fusarium avenaceum*, 3 – *Bipolaris sorokiniana*, 4 – *Fusarium culmorum* + *Bipolaris sorokiniana*.

Культивировали возбудителей в чашках Петри на питательной среде (картофельно-глюкозный агар). После наступления спороношения готовили суспензию спор плотностью не менее  $5 \times 10^6$  спор/мл, в которой заливали семена так, чтобы они были полностью погружены в инокулюм, и выдерживали в термостате при температуре 22 °С в течение 12 часов. Контрольный вариант замачивали в воде.

В исследованиях использовали рулонный метод проращивания семян [6]. Семена подсушивали и закручивали в рулоны по 50 зерен в двух повторениях. Рулоны помещали в стаканы с водой и ставили в термостат (t 22 °С). На седьмой день проводили учеты: измеряли длину проростков и корешков, вычисляли развитие болезни по формуле:

$$R = \frac{\sum(a \times b) \times 100}{N \times K}$$

где: R – развитие болезни(%),  $\Sigma(a \times b)$  – сумма произведений числа растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – общее количество обследованных растений, шт.; K – высший балл шкалы учета [5].

Результаты исследований в среднем по шести сортам показали, что все изучаемые возбудители корневых гнилей поражали проростки овса на 9,7–64,1 % (таблица). Однако наиболее сильное поражение отмече-

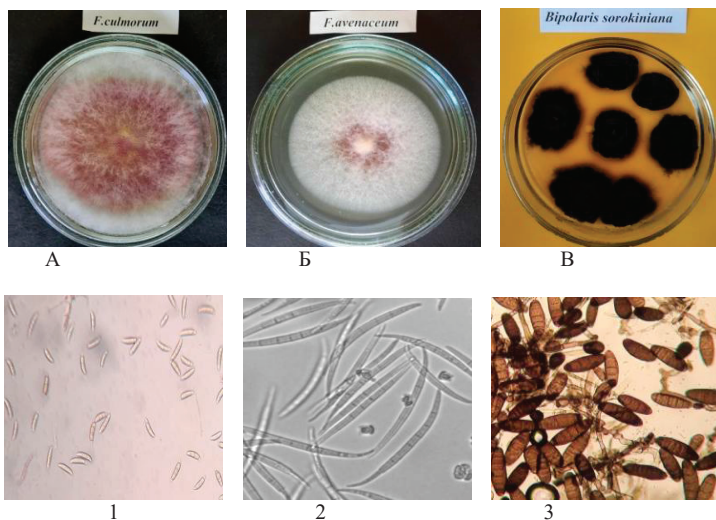


Рисунок – Внешний вид колоний возбудителей корневых гнилей овса и их конидии: А1 - *Fusarium culmorum*, Б2 - *Fusarium avenaceum*, В3 - *Bipolaris sorokiniana*.

Таблица – Влияние возбудителей корневых гнилей на всхожесть семян, развитие болезни и ростовые характеристики овса

| Вариант   | Всхожесть семян |     | Развитие болезни, % | Длина, см     |             |
|---|-----------------|-----|---------------------|---------------|-------------|
|   | %               | ±   |                     | проросток, ДИ | корень, ДИ  |
| <i>Fusarium culmorum</i>                                |                 |     |                     |               |             |
| Контроль  | 100,0           | 0,0 | 0,0                 | 15,27±0,52*   | 13,28±0,41* |
| Зараженные  | 91,8            | 8,2 | 64,1                | 10,30±0,95*   | 8,41±0,69*  |
| <i>Fusarium culmorum</i> + <i>Bipolaris sorokiniana</i> |                 |     |                     |               |             |
| Контроль  | 100,0           | 0,0 | 0,0                 | 15,27±0,40*   | 14,69±0,36* |
| Зараженные  | 91,7            | 8,3 | 53,2                | 8,81±0,76*    | 8,41±0,60*  |
| <i>Bipolaris sorokiniana</i>                            |                 |     |                     |               |             |
| Контроль  | 100,0           | 0,0 | 0,0                 | 15,16±0,41*   | 13,95±0,33* |
| Зараженные  | 97,0            | 3,0 | 9,7                 | 12,71±0,80*   | 12,03±0,62* |
| <i>Fusarium avenaceum</i>                               |                 |     |                     |               |             |
| Контроли  | 100,0           | 0,0 | 0,0                 | 14,89±0,47*   | 14,35±0,40* |
| Зараженные  | 94,7            | 5,3 | 25,7                | 12,30±0,73*   | 11,62±0,67* |

\*Статистически достоверно

но при заражении *F. culmorum*, развитие болезни – 64,1 %. Значительно уступил по агрессивности *F. avenaceum* – 25,7 %. Слабоагрессивен был

*B. sorokiniana* – 9,7 %. Такая же закономерность наблюдалась по всхожести семян. Так, *F. culmorum* снизил ее на 8,2 %, *F. avenaceum* на 5,3 %, *B. sorokiniana* на 3,0 %. Аналогичная реакция сортов на патогены получена по длине проростков и корней.

Таким образом, наиболее агрессивным патогеном корневых гнилей овса является *F. culmorum*. В смешанной инфекции *F. culmorum* + *B. sorokiniana* четко прослеживаются конкурентные взаимоотношения между возбудителями. Несмотря на то, что *B. sorokiniana* обладает слабой агрессивностью, он все же снижает агрессивность *F. culmorum*, поскольку развитие болезни было на 10,9 % ниже. Однако это не отразилось на всхожести семян и длине корня, а длина проростка даже несколько уменьшилась.

Результаты исследований показывают, что основным, наиболее вредоносным возбудителем корневых гнилей овса, является *Fusarium culmorum*. При создании инфекционных фонов целесообразно использование смешанной инфекции, так как исключение этого широко распространенного возбудителя (*Bipolaris sorokiniana*) может привести к селективному отбору сортообразцов овса, восприимчивых к данному патогену.

#### Литература

1. Ишкова, Т.И. Учебно-методическое пособие по диагностики грибных болезней хлебных злаков / Т.И. Ишкова [и др.] – СПб.: 2021. – 76 с.
2. Бабаянц, Л.П. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах – членах СЭВ / Л. П. Бабаянц [и др.]. – Прага, 1988. – 321 с.
3. Шевченко, Ф.П. Корневые гнили яровой пшеницы в Западной Сибири и система мер борьбы с ними / Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. – М.: Колос, 1970. – С. 14-17.
4. Глосарий : основные термины и определения фитопатологии и микологии / С.В. Буга [и др.]; под ред. С.Ф. Буга. – Минск: Колорград, 2020. – 64 с.
5. Шкаликов, В.А. Иммуитет растений / В.А. Шкаликов. – Москва: «КолосС», 2005. – 190 с.
6. Фитопатологическая экспертиза семян полевых культур (диагностика возбудителей, эффективность препаратов для предпосевной обработки семян) : методические рекомендации / Г.В. Будевич [и др.]; РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – 52 с.

#### **LABORATORY METHOD FOR ASSESSING AGGRESSIVENESS OF OATS ROOT ROT PATHOGENS**

***O.V. Myadel***

*The article presents the results of the laboratory assessment of aggressiveness of causative agents of Fusarium and Helminthosporiosis root rot of oats.*

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВОГО ИНГИБИТОРА ТОКСИНОГЕНЕЗА НА БИОСИНТЕЗ АФЛАТОКСИНА В1 И ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ АФЛАТОКСИНОВОГО КЛАСТЕРА У ГРИБА *ASPERGILLUS FLAVUS***

**А.А. Стахеев<sup>1,2</sup>, Д.В. Ерохин<sup>2</sup>, Е.А. Мелешук<sup>2</sup>, Т.М. Воинова<sup>2</sup>, Н.В. Стацюк<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, *stakheev.aa@gmail.com*

<sup>2</sup>ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии

Микотоксины – одни из наиболее опасных загрязнителей сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов. В последние годы в РФ наблюдается рост объемов зерна, зараженного микотоксинами. Уровень контаминации токсигенными грибами образцов зерна, отобранных в Центральном, Центральном-Черноземном, Волго-Вятском и Поволжском регионах РФ достигает 45-75 % [1]. Одним из наиболее распространенных и вредоносных микотоксинов является афлатоксин В1 (АФВ1), основным продуцентом которого является гриб *Aspergillus flavus*. На сегодняшний день АФВ1 рассматривается в качестве наиболее опасного природного канцерогена [2], а также как соединение, способное проявлять гепатотоксические и иммуносупрессорные свойства по отношению к млекопитающим [3].

Учитывая опасность, которую представляют собой микотоксины, в частности, АФВ1, актуальной задачей современной науки является поиск эффективных способов снижения содержания микотоксинов в растительном материале, зерне и продуктах питания. На сегодняшний день наиболее широко используемым подходом является применение фунгицидов, однако данный метод имеет ряд недостатков, связанных с вопросами безопасности химических антифунгальных соединений, а также проблемами резистентности патогенов. Перспективной альтернативой фунгицидам является применение микроорганизмов, обладающих способностью к подавлению роста грибов и биосинтеза токсинов, а также метаболитов растительного и бактериального происхождения, оказывающих ингибирующий эффект. Одним из таких метаболитов является компактин, выделенный из культуры несовершенного гриба *Penicillium citrinum* [4].

Целью настоящего исследования был анализ влияния обработки компактином на биосинтез АФВ1 у токсинпродуцирующего штамма

гриба *A. flavus*, а также на транскрипцию генов, ответственных за синтез микотоксина и его регуляцию с целью установления возможного механизма действия.

На первом этапе работы было проведено сравнение различных концентраций компактина с целью выявления оптимальной, не подавляющей рост гриба и при этом эффективно ингибирующей биосинтез микотоксина. Было показано, такой концентрацией является 2,5 мкг/мл среды. При этом содержание продукции компактина в культуре *A. flavus* снижалась с 15 мкг/г сухого мицелия до 0,17. Уменьшение количества компактина, вносимого в среду (до 1 мкг/мл среды), не позволяло добиться полного подавления биосинтеза, в то время как повышение содержания ингибитора до 5 мкг/мл среды приводило к практически полному подавлению роста мицелия.

В ходе анализа влияния компактина на транскрипцию ключевых генов *A. flavus* было показано, что полностью подавлена транскрипция генов *AflT*, *AflQ*, *AflT*, *AflO*, *AflX*, *AflV*, *AflY*. Существенно подавлена транскрипция регуляторных генов *AflR* (в 17,75 раз) и *AflS* (в 20 раз). При этом обращает на себя внимание относительно небольшое снижение уровня транскрипции генов, ответственных за первые этапы биосинтеза АФВ1 (*AflA*, *AflB*, *AflC*). Кроме того, был продемонстрирован значительный эффект на активность генов, связанных с процессами развития гриба и формирования структур бесполого размножения, прежде всего конидий. Был показан эффект снижения накопления уровня транскриптов генов *ppoB* (в 30 раз), *ppoC* (в 75 раз), и в меньшей степени *ppoA* (в 7,4 раза), связанных с клеточным сигналингом. Кроме того, показано существенное снижение или полное подавление активности генов *fadA*, *fluG*, *flbA* и *brlA*, а также недавно охарактеризованного регуляторного фактора *vosA*. Также показано существенное снижение активности генов, ответственных за экспрессию субъединиц G-белков.

Совокупность полученных результатов свидетельствует о том, что компактин является эффективным ингибитором афлатоксिनогенеза, способным полностью подавлять синтез микотоксина. Анализ влияния компактина на уровне транскрипции ключевых биосинтетических и регуляторных генов показывает, что с большой вероятностью эффект компактина у *A. flavus* опосредован системой клеточного сигналинга и G-белков, и затрагивает также гены, связанные с ростом гриба и формированием конидий.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 19-76-10031.

## Литература

1. Gil-Serna, J. Genetic regulation of aflatoxin, ochratoxin A, trichothecene and fumonisin biosynthesis: a review / J. Gil-Serna, C. Vázquez, B. Patiño // *Int. Microbiol.* – 2020. – №23. – 89-96.
2. Caceres, I. Aflatoxin biosynthesis and genetic regulation: a review / I. Caceres, A. Al Khoury, R. Al Khoury, S. Lorber [et al.] // *Toxins (Basel)* – 2020. – №12. – 150.
3. Rushing, B.R. Aflatoxin B1: a review on metabolism, toxicity, occurrence in food, occupational exposure and detoxification methods / B.R. Rushing, M.I. Selim // *Food Chem. Toxicol.* – 2019. – № 24. – 81-100.
4. Украинцева С.Н. Компактин – потенциальный биопестицид / С.Н. Украинцева, М.В. Приданников, В.Г. Джавахия // *Защита и карантин растений.* – 2008. – № 2. – С. 64.

***INVESTIGATION OF INFLUENCE OF A NOVEL INHIBITOR OF TOXIGENESIS ON AFLATOXIN B1 BIOSYNTHESIS AND EXPRESSION OF AFLATOXIGENIC CLUSTER GENES IN ASPERGILLUS FLAVUS FUNGUS***  
***A.A. Stakheev, D.V. Erokhin, E.A. Meleshchuk, T.M. Voinova, N.V. Statsyuk***

*In this work the efficiency of using of natural inhibitor compactin to block aflatoxin B1 synthesis by toxigenic fungus Aspergillus flavus was demonstrated. Moreover, the inhibitor's influence on the aflatoxigenic cluster genes expression levels as well as genes encoding regulatory factors was demonstrated.*

УДК 633.367:632.4

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ  
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯ АНТРАКНОЗА ЛЮПИНА  
В БЕЛАРУСИ**

***Ю.А. Дашкевич, Е.В. Зарембо***

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»  
e-mail: dashkevich.u84@gmail.com*

Люпин – культура, которая является концентрированным белковым кормом в виде семян и зеленой массы, обладает способностью повышать плодородие почвы и обогащать ее азотом [4]. Однако расширение посевов люпина во всех люпиносеющих регионах сдерживается таким опасным заболеванием как антракноз, вызываемым грибом *Colletotrichum lupini*. В эпифитотийные годы заболевание приводит к значительному снижению урожая или его полной потере. Опасность антракноза заключена в особенностях жизненного цикла его возбудителя, способах передачи и сохранения инфекции [1]. Агрессивность возбудителя антракноза объясняется его высокой воспроизводимостью. По данным российских ученых, в одной сформированной язве может содержаться до 1-5 млрд спор. При наличии необходимых усло-

вий для их распространения и развития 3-5 таких язв на 1 га могут вызвать эпифитотийное развитие антракноза. При этом частота эпифитотии составляет 2-3 раза в 5 лет [3].

Ежегодные маршрутные обследования посевов люпина в республике проводились нами с 2014 г. по 2021 гг. для установления распространенности болезни и с целью выделения возбудителя в чистую культуру. За вегетационный период обследовалось не менее 40-42 районов республики, при возможности проводили 2 обследования за сезон, чтобы охватить несколько периодов роста и развития растений. Антракноз обнаружен в тех районах, где погодные условия благоприятно влияли на распространенность и развитие болезни.

При наличии на пути следования нескольких полей с люпином, отбор инфекционного материала проводился на каждом поле. Затем поле исследовалось по диагонали, и в 5 местах отбирался сноп из 20 растений. В процессе разбора снопового материала отбирались вегетативные части растений и створки бобов с явными признаками поражения, которые помещались в бумажные пакеты с маркировкой места отбора проб [2].

В условиях вегетационных периодов 2014-2016 гг. антракноз выявлен в Витебском, Оршанском, Толочинском, Дубровенском районах Витебской области. В Минской области антракноз встречался в Держинском, Березинском и Смолевичском районах. В Могилевской области антракноз обнаружен в Осиповичском, Горецком и Бельничском районах. При этом симптомы проявления болезни в большинстве случаев наблюдались на стеблях и бобах растений люпина.

В период с 2017 по 2021 гг. антракноз встречался в Кореличском, Дятловском, Новогрудском районах Гродненской области. В Брестской области – в Березовском, Кобринском, Пружанском районах. В Гомельской области – в Рогачевском районе. В Минской области – в Смолевичском и Столбцовском районах. В последние годы посевные площади под люпином начали постепенно сокращаться, поэтому наши обследования проводились в районах, где возделывался люпин. Инфицированный материал собирался на территории республики, на сортоучастках, в селекционных и технологических опытах при естественном заражении, а также вдоль дорог и на опушках лесополос (пораженные растения многолетнего люпина). В дальнейшем из пораженного растительного материала была выделена чистая культура гриба. Выделение возбудителя в чистую культуру проводилось согласно методическим рекомендациям [5].

В результате, в лабораторных условиях было идентифицировано 35 штаммов возбудителя антракноза из 6 областей республики. Данные

штаммы изучались на питательной среде, изготовленной из отвара семян люпина (ЛГА), в термостате при температуре +24 °С.

Установлено, что популяция гриба состоит из различающихся по внешнему виду колоний, окраске мицелия и интенсивности спороношения. Так, нами было выделено 4 морфологических типа (морфотипа) колоний гриба *Colletotrichum lupini* (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Характеристика морфотипов колоний *Colletotrichum lupini* по культуральным признакам

| Характеристика колонии | Морфотипы колоний <i>C. lupini</i> |  |                      |                           |
|------------------------|------------------------------------|--|----------------------|---------------------------|
|                        | 1                                  | 2  | 3                    | 4                         |
| Цвет колонии           | светло-серый с желтоватым оттенком | темно-серый, к центру колонии светло-серый | темно-серый          | темно-серый, почти черный |
| Форма колонии          | неправильно округлая               | правильно округлая                         | неправильно округлая | правильно округлая        |
| Воздушный мицелий      | плотный                            | плотный, к центру рыхлый                   | плотный              | рыхлый                    |
| Опушение               | войлочное                          | от войлочного до хлопьевидно-пушистого     | войлочно-бархатистый | войлочно-хлопьевидное     |
| Форма колонии          | неправильно округлая               | неправильно округлая                       | правильно округлая   | правильно округлая        |
| Характер спороношения  | слабое                             | обильное                                   | обильное             | обильное                  |

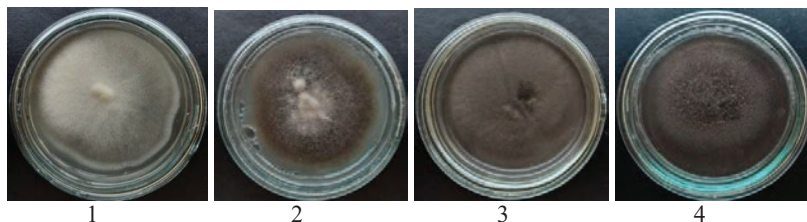


Рисунок 1 – Морфотипы колоний гриба *Colletotrichum lupini*

Из 35 штаммов патогена самым распространенным в республике оказался 3-й морфотип, к которому относилось 60,0 % штаммов возбудителя (таблица 2). Данный морфотип встречался во всех областях республики. К 4-му морфотипу относились 20,1 % штаммов, которые

были выявлены в Витебской, Брестской, Гродненской и Могилевской областях. В 1-й морфотип входили 8,7 % штаммов и обнаружены они в Брестской, Минской и Могилевской областях. 2-й морфотип включал 11,4 % штаммов возбудителя антракноза и распространялся только в Витебской области.

Таблица 2 – Распространение морфотипов *C. lupini* по областям

| Область     | Распространение морфотипов, % |      |      |      |
|-------------|-------------------------------|------|------|------|
|             | 1                             | 2    | 3    | 4    |
| Брестская   | 2,9                           | -    | 2,9  | 2,9  |
| Витебская   | -                             | 11,4 | 17,1 | 8,6  |
| Гомельская  | -                             | -    | 11,4 | -    |
| Гродненская | -                             | -    | 8,6  | 2,9  |
| Минская     | 2,9                           | -    | 11,4 | -    |
| Могилевская | 2,9                           | -    | 8,6  | 5,7  |
| Всего       | 8,7                           | 11,4 | 60,0 | 20,1 |

Таким образом, было выявлено, что в условиях республики присутствует выраженная фенотипическая изменчивость, поскольку существует 4 морфологических типа колоний гриба *Colletotrichum lupini*. Установлено, что 3-й морфотип является самым распространенным на территории республики – 60,0 %. В чистой культуре колония гриба правильно-округлой формы, имеет темно-серую окраску. Воздушный мицелий плотный, войлочко-бархатистый, спороношение обильное.

#### Литература

1. Купцов, Н.С. Антракноз люпина и как с ним бороться / Н.С. Купцов [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – №7. – С. 20-23.
2. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / С.В. Сорока; РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 461 с.
3. Кунгурцева, О.В. Методы мониторинга антракноза люпина / О.В. Кунгурцева // Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов. – С.-Пб.: ВИЗР, 2002. – С. 75-81.
4. Пимохова, Л.И. Агротехнические и химические приемы снижения поражаемости люпина антракнозом / Л.И. Пимохова, Ж.В. Царапнева // Защита сельскохозяйственных растений и леса от вредителей, болезней и вредных метеорологических факторов. – 2008. – № 6. – С. 41-43.
5. Шашко, Ю.К. Создание инфекционных фонов возбудителя антракноза узколистного люпина (*Colletotrichum lupini*): методические рекомендации / Ю.К. Шашко [и др.]. – Жодино, 2014. – 22 с.

**PHENOTYPIC VARIABILITY AND SPREAD OF LUPINE  
ANTHRACNOSE IN BELARUS**  
*Yu. A. Dashkevich, E. V. Zarembo*

*The article presents the results of route surveys of lupine conducted in Belarus for establishing the spread of the disease and identifying morphological types of anthracnose pathogen colonies.*

УДК 633.63:632.21.4

**АКТУАЛИЗАЦИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ  
БОЛЕЗНЕЙ ЛИСТОВОГО АППАРАТА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ  
НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ МОЛЕКУЛЯРНО-  
ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

***С.В. Майсеня, Л.В. Можаровская<sup>1</sup>***

*РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»,  
e-mail: majsenya@bk.ru*

<sup>1</sup>*ГУ «Институт леса НАН Беларуси», e-mail: milamozh@yandex.by*

Основным лимитирующим фактором урожайности и качества сахарной свеклы являются болезни инфекционной природы. При этом доминирующая роль принадлежит грибным заболеваниям, вызываемым широким видовым спектром патогенных микромицетов. Одним из наиболее вредоносных заболеваний является поражение листового аппарата сахарной свеклы во время вегетации и вызывается такими возбудителями как: *Cercospora beticola* (болезнь – церкоспороз), *Ramularia beticola* (рамуляриоз), *Phoma betae* (фомоз), *Erysiphe betae* (мучнистая роса), *Peronospora schachtii* (пероноспороз), *Uromyces betae* (ржавчина). Данные болезни приводят к нарушению всех физиологических процессов, протекающих в растениях. Активность транспирации пораженного листового аппарата увеличивается в пять раз, в 10 раз снижается ассимиляция углекислого газа и нарушается азотистый обмен. Массовое отмирание листьев приводит к снижению прироста корнеплодов и уменьшает выход сахара на 20-50 %. Воздействие патогена ухудшает технологические показатели сырья, увеличивает содержание небелкового азота, токсичного для человека и снижает содержание доброкачественного сока. Для корнеплодов пораженных растений наблюдается снижение лежкости и при хранении отмечается развитие комплексов возбудителей кагатной гнили. Успех борьбы с возбудителями зависит от отбора, создания и использования устойчивых линий и гибридов сахарной свеклы. Основное внимание в решении вопроса повышения устойчивости, при сохранении показателей

продуктивности сахарной свеклы уделяется селекционно-генетическим и молекулярным методам [1-4].

Целью настоящего исследования была актуализация видового состава основных возбудителей болезней листового аппарата сахарной свеклы в исследуемый период.

Объектом исследований явились мужскостерильные формы, закрепители стерильности, многосемянные опылители, межвидовые гибриды, гибриды сахарной свеклы, а также чистые культуры 20 изолятов фитопатогенных грибных видов – возбудителей доминирующих инфекционных заболеваний листового аппарата сахарной свеклы (*Phoma betae* A. B. Frank, *Erysiphe betae* (Vanha) Weltzien, *Cercospora beticola* Sacc., *Ramularia beticola* Moesz et Smar, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, *Alternaria brassicae* (Berk) Sacc., *Ascochyta betae* Prill. et Del. (*Neocamarosporium calvescens* (Fr. ex Desm.) Ariyaw. & K.D. Hyde), *Peronospora schachtii* Fckl.), предоставленные Институтом микробиологии НАН Беларуси.

При проведении молекулярно-генетического анализа в качестве ДНК-маркера выбран участок оперона рДНК 18S-ITS1-5,8-ITS2-28S. Выбор данного маркера основан на широкой изученности рибосомального оперона грибов, высокой степени полиморфности и видоспецифичности [5].

Для исследуемых чистых культур фитопатогенов был проведен молекулярно-генетический анализ с целью установления нуклеотидной последовательности локуса рДНК (18S-ITS1-5,8-ITS2-28S) и разработки набора молекулярно-генетических маркеров для их идентификации. Верификацию разработанного набора молекулярно-генетических маркеров проводили с использованием онлайн ресурса NCBI BLAST.

На основании проведенного ПЦР-анализа и последующего секвенирования локусов рДНК доминирующих видов фитопатогенов были рассчитаны точные размеры амплифицируемых локусов рДНК. В ходе изучения нуклеотидной структуры изолятов микромицетов было установлено, что размер рДНК-маркера является величиной видоспецифичной и постоянной внутри вида. Данная особенность рДНК-маркера позволила использовать данный признак – размер амплифицируемых локусов, как диагностический критерий при проведении видовой идентификации. Для выявления видоспецифичных ДНК-маркеров могут быть использованы следующие сочетания праймеров: 1) ITS1F-ITS4 (фрагмент 18S рДНК, ITS1, 5,8S рДНК, ITS2, фрагмент 28 S рДНК); 2) ITS1F-ITS2 (фрагмент 18S рДНК, ITS1, фрагмент 5,8S рДНК); 3) ITS3-ITS4 (фрагмент 5,8S рДНК, ITS2, фрагмент 28S рДНК). Рассчитанные на основании результатов секвенирования раз-

меры ампликонов для изученных доминирующих видов фитопатогенов представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Размеры ампликонов при проведении электрофоретического анализа маркерных локусов фитопатогенных грибных видов, вызывающих болезни листового аппарата сахарной свеклы**

| Вид                                | ITS1F-ITS4 | ITS1F-ITS2 | ITS3-ITS4 |
|------------------------------------|------------|------------|-----------|
| <i>Phoma betae</i>                 | 621        | 304        | 337       |
| <i>Erysiphe betae</i>              | 686        | 339        | 367       |
| <i>Cercospora beticola</i>         | 574        | 263        | 331       |
| <i>Ramularia beticola</i>          | 567        | 259        | 328       |
| <i>Alternaria alternata</i>        | 608        | 282        | 346       |
| <i>Alternaria brassicae</i>        | 607        | 283        | 344       |
| <i>Ramularia beticola</i>          | 567        | 259        | 328       |
| <i>Neocamarosporium calvescens</i> | 643        | 323        | 340       |
| <i>Peronospora schachtii</i>       | 923        | 334        | 609       |

Одним из методов, позволяющим выявлять различия в нуклеотидном составе сравниваемых образцов ДНК, является рестрикционный анализ. На основании результатов секвенирования локусов рДНК доминирующих видов фитопатогенов с использованием программного обеспечения NEBCutter 2.0, были смоделированы рестрикционные спектры рДНК-маркера видов фитопатогенов, представленные в таблице 2.

**Таблица 2 – Рестрикционные спектры фитопатогенных грибных видов, вызывающих болезни листового аппарата сахарной свеклы**

| Вид                                | Рестриктаза, электрофоретический спектр (в п.н.) |                                   |               |
|------------------------------------|--|-----------------------------------|---------------|
|                                    | MspI   | TaqI                              | AluI          |
| <i>Phoma betae</i>                 | 30, 138, 453                                     | 53, 59, 221, 288                  | 198, 423      |
| <i>Erysiphe betae</i>              | 46, 156, 159, 325                                | 51, 53, 80, 115, 128, 200         | 191, 227, 268 |
| <i>Cercospora beticola</i>         | 144, 161, 269                                    | 53, 56, 59, 89, 102, 215          | 136, 438      |
| <i>Ramularia beticola</i>          | 55, 85, 427                                      | 53, 59, 212, 243                  | 567           |
| <i>Alternaria alternata</i>        | 141, 467   | 53, 59, 230, 266                  | 31, 176, 401  |
| <i>Alternaria brassicae</i>        | 140, 467   | 53, 59, 96, 171, 228              | 205, 402      |
| <i>Ramularia beticola</i>          | 55, 85, 427                                      | 53, 59, 212, 243                  | 567           |
| <i>Neocamarosporium calvescens</i> | 131, 138, 374                                    | 53, 59, 224, 307                  | 128, 201, 314 |
| <i>Peronospora schachtii</i>       | 218, 301, 403                                    | 7, 49, 59, 89, 110, 142, 149, 317 | 204, 718      |

Для разработанного набора молекулярно-генетических маркеров фитопатогенных грибных видов, вызывающих болезни листового аппарата сахарной свеклы, были сконструированы праймеры, характеризующиеся наибольшей специфичностью (таблица 3).

Таблица 3 – Нуклеотидные структуры видоспецифических праймеров и размеры ампликонов ДНК-маркеров изученных фитопатогенных грибных видов

| Вид                                | F-праймер                 | R-праймер                 | Размер ампликона, п.н. |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| <i>Phoma betae</i>                 | CCTCGTGGCTCTACTT<br>CTGC  | GCATTTTCGCTGCGT<br>TCTTCA | 204                    |
| <i>Erysiphe betae</i>              | CCCACCCGTGTCGATT<br>TGTA  | TCTGTCGCGAGAA<br>GCAAGTT  | 452                    |
| <i>Cercospora beticola</i>         | CACAACCTTGTTGCTTC<br>GGGG | GAAATGACGCTCG<br>AACAGGC  | 262                    |
| <i>Ramularia beticola</i>          | TGAGGGAGAAATCCC<br>GACCT  | GAAATGACGCTCG<br>AACAGGC  | 295                    |
| <i>Alternaria alternata</i>        | CTCTCGGGGTACAGC<br>CTTG   | ACCAAGCAAAGCT<br>TGAGGGT  | 319                    |
| <i>Alternaria brassicae</i>        | ACGACGGCCTTGCTGA<br>ATTA  | ACCAAGCAAAGCT<br>TGAGGGT  | 313                    |
| <i>Ramularia beticola</i>          | TGAAGAACGCAGCGA<br>AATGC  | TCCCTACCTGATCC<br>GAGGTC  | 285                    |
| <i>Neocamarosporium calvescens</i> | CCTTTGCCCCATCTGT<br>CTGA  | GCATTTTCGCTGCGT<br>TCTTCA | 190                    |
| <i>Peronospora schachtii</i>       | GTTGCTGGTTGTGAAG<br>GCTG  | CGCACAGCACAAAT<br>TTCCCAA | 260                    |

Использование предложенных методов идентификации фитопатогенных грибных видов (по размеру ампликонов при проведении электрофоретического анализа; рестрикционный анализ; ДНК-маркирование с использованием видоспецифичных праймеров) позволяет напрямую проводить определение грибных видов, вызывающих болезни листового аппарата сахарной свеклы в условиях *in planta*, снижает срок проведения и себестоимость видовой идентификации микромицетов.

Для проведения анализа в полевых условиях создавали искусственный инфекционный фон. Заражение растений проводили в фазу начала

смыкания рядков (в середине лета), так как в данный период создается микроклимат, благоприятный для развития болезней листового аппарата растений сахарной свеклы (температура выше 15 °С при оптимальной влажности выше 90-95 %). Для искусственного заражения опытной культуры использовали собранные с полей прошлогодние листья сахарной свеклы, характеризующиеся симптомами инфицирования, предварительно высушенные и измельченные, методом разбрасывания в рядах. Визуальный учет развития и распространения болезни листового аппарата сахарной свеклы проводили через 1,5 месяца после заражения.

По результатам визуальной оценки селекционных номеров растений сахарной свеклы наблюдалось поражение листового аппарата с симптоматикой, характерной для церкоспороза: многочисленные мелкие пятна округлой формы бурого цвета с ярко-выраженной красно-коричневой каймой. Распространение данного заболевания среди исследуемых групп растений составило 100 %, за исключением номера ММ 663872 с показателем поражения 97,2 %. Развитие церкоспороза находилось в пределах от 33,3 % (FMSG<sub>r</sub>1422хот636336) до 76 % (Н-Зас).

Для молекулярно-генетической диагностики основных возбудителей болезней листового аппарата растений сахарной свеклы отобрали образцы листовых пластин с различным уровнем поражения, в общем количестве 250 штук. Спектрофотометрический анализ по результатам выделения и создания коллекций препаратов суммарной ДНК инфицированных образцов сахарной свеклы показал, что образцы высечки листовых пластин, содержали более 50 нг суммарной ДНК, соотношение экстинкций A260/A280 находилось в диапазоне 1,80-1,88, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к методике выделения. Молекулярно-генетическую диагностику проводили с использованием разработанного набора молекулярно-генетических маркеров согласно общепринятой методике [5].

Видовая идентификация в базе данных NCBI GenBank установила 100 % гомологию с нуклеотидной последовательностью возбудителя церкоспороза *Cercospora beticola*: спектр депозитов NCBI GenBank MF681169.1 и др. В следовом количестве диагностированы возбудители инфекционных заболеваний листового аппарата сахарной свеклы: *Phoma betae* A. B. Frank, *Ramularia beticola* Moesz et Smar, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.

## Литература

1. Корниенко, А.В. Система для создания адаптивных и устойчивых гибридов сахарной свеклы / А.В. Корниенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – №. 72. – С. 196-202.
2. Путилина, Л.Н. Формирование технологического качества и продуктивности сахарной свеклы в результате действия современных фунгицидов / Л.Н.Путилина, Н.А. Лазутина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. – №. 1. – С. 38-51.
3. ЖеряковЕ.В. Устойчивость различных гибридов сахарной свеклы к поражению заболеваниями листового аппарата / Е.В. Жеряков, Е.С. Бредучева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 2. – №. 65. – С. 20.
4. StevanatoP. Identification and validation of a SNP marker linked to the gene HsBvm-1 for nematode resistance in sugar beet // Plant Molecular Biology Reporter. – 2015. – V. 33. – №. 3. – P. 474-479.
5. Методы молекулярно-генетического анализа / В.Е Падутов, О.Ю. Баранов, Е.В. Воропаев. – Минск: Юнипол, 2007. – 176 с.

### **ACTUALIZATION OF CAUSATIVE AGENTS OF SUGAR BEET LEAVES DISEASES (BASED ON THE MOLECULAR GENETIC DATA ANALYSIS)**

**S.V. Maysenya, L.V. Mozharovskaya**

*Methods of identification of phytopathogenic fungal species causing diseases of sugar beet leaf apparatus are presented. A set of DNA markers and primers for their diagnosis is developed. Under experimental conditions, when creating an artificial infectious background, molecular genetic identification of the main pathogens of the sugar beet leaf apparatus was carried out. It has been established that the dominant phytopathogenic micromycete is the causative agent of cercosporosis *Cercospora beticola* Sacc.*

УДК 633.321:632.95:631.559

### **БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТРАВИТЕЛЯ ТИРАДА, СК ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО**

**А.А. Боровик, Л.В. Володькина, В.В. Крицкая, Е.И. Чекель,  
И.А. Черенок**

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

Протравливание семенного материала является основой для получения здоровых, дружных всходов, так как защищает семена и проростки от многих возбудителей болезней. В строго выверенной норме они положительно влияют на развитие семян и их посевные качества. Под их влиянием растения становятся более устойчивыми к неблагоприятным условиям, засухе, поражению болезнями, вредителями и

другим факторам поражения. В клеверосеянии этот агроприем применялся еще в 80-х годах прошлого столетия. В настоящее время он не используется в сельском хозяйстве нашей республики в основном по двум причинам: созданы толерантные к корневым гнилям сорта и отсутствуют в Реестре разрешенных средств защиты растений препараты применительно к клеверу луговому. Ранее были зарегистрированы препараты на основе действующего вещества тирам. Такие препараты и сейчас используются для предпосевной обработки семян ряда широко распространенных сельскохозяйственных растений, показывая свою эффективность. Поэтому вопрос об эффективности применения протравителей семян в клеверосеянии и в настоящее время является актуальным.

Исследования проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой связносуспесчаной почве, развивающейся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 1,0 м мореным суглинком. Пахотный слой опытного участка имел агрохимические показатели: рН – 6,1, содержание гумуса 2,16 %, фосфора – 240 мг/кг, калия – 250 мг/кг почвы. Предшественник – райграс однолетний. Объектом исследований являлся сорт клевера лугового Устойливы. Оценивалась биологическая и хозяйственная эффективность применения протравителя Тирада, СК (действующее вещество тирам, 400 г/л + дифеноконазол, 30 г/л). Норма расхода рабочей жидкости 10 л/т. Посев проведен 31 мая 2020 г. беспокровно, норма высева 2,6 млн шт./га. Обработка фунгицидами и инсектицидами опытных делянок и контрольных вариантов не проводилась. Опыты закладывали в четырехкратной повторности. Площадь делянки 10 м<sup>2</sup>.

Агрометеорологические условия 2020 г. были удовлетворительными для роста и развития клевера лугового. В третьей декаде мая выпало 12,8 мм осадков, или 55,6 % от нормы. За весь июнь выпало 151,2 мм осадков, или в 1,8 раза выше нормы. Отличительной особенностью 2021 г. явилась холодная погода апреля и мая. Среднесуточная температура воздуха в эти месяцы оказалась соответственно на 1,3 и 1,2 °С ниже многолетнего значения. Осадков в апреле выпало 54 % от нормы, в мае – 222 %. Теплая погода в июне и достаточное количество осадков обеспечили быстрый рост растений. Весь июль характеризовался высокими дневными температурами и дефицитом влаги в почве. Среднесуточные температуры в первую декаду июля превышали средне-многолетние на 5,2 °С, во вторую на 6,3 °С, третью на 2,8 °С. Количество выпавших осадков за весь месяц составило 34,2 мм, или 39,3% от нормы. В первую декаду августа выпало 38,5 мм, или 154 % от нормы, что не оказало негативного влияния на созревание и уборку семян.

Фитоэкспертиза показала, что семена клевера лугового имеют высокий уровень инфицированности: фузариозом на 16 %, альтернариозом на 5 %, кладоспориозом на 9 %. Общая инфицированность семян в контрольном варианте составила 30 %. Применение протравителя Тирада, СК в нормах расхода 2,0-3,0 позволяет на 77-88 % снизить общую инфицированность семян (таблица 1).

Таблица 1 – **Инфицированность семян грибами перед севом и биологическая эффективность препаратов, %**

| Вариант                       | Инфицированно семян, % | В том числе |           |              | Биологическая эффективность, % |          |           |              |
|-------------------------------|------------------------|-------------|-----------|--------------|--------------------------------|----------|-----------|--------------|
|                               |                        | фузариоз    | антракноз | кладоспориоз | общая                          | фузариоз | антракноз | кладоспориоз |
| Контроль (без протравливания) | 30                     | 16          | 5         | 9            | -                              | -        | -         | -            |
| Тирада, СК (2,0 л/т)          | 7                      | 5           | 2         | 0            | 77                             | 84       | 60        | 100          |
| Тирада, СК (2,5 л/т)          | 5                      | 3           | 2         | 0            | 83                             | 81       | 60        | 100          |
| Тирада, СК (3,0 л/т)          | 4                      | 3           | 1         | 0            | 87                             | 81       | 80        | 100          |

Тирада, СК в нормах 2,0-3,0 л/т обеспечила лабораторную всхожесть семян на 4-8 % выше, чем в контроле (таблица 2). После посева семян 31 мая густота всходов клевера лугового колебалась в пределах 121-131 шт./м<sup>2</sup>, а полевая всхожесть составила 46,5-51,2 %.

Таблица 2 – **Влияние протравителя на лабораторную, полевую всхожесть семян клевера лугового, сохранность растений перед уходом в зиму и их перезимовку, %**

| Вариант                       | Лабораторная всхожесть, % | Полевая всхожесть, % | Сохранность растений, % | Перезимовка растений, % |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Контроль (без протравливания) | 91                        | 46,5                 | 86,0                    | 93,3                    |
| Тирада, СК (2,0 л/т)          | 95                        | 49,6                 | 92,3                    | 95,8                    |
| Тирада, СК (2,5 л/т)          | 97                        | 51,2                 | 95,5                    | 92,2                    |
| Тирада, СК (3,0 л/т)          | 99                        | 50,4                 | 93,1                    | 95,0                    |
| НСР <sub>05</sub>             |                           | 3,0                  | 3,4                     | 2,9                     |

Неблагоприятные температурные условия после сева задержали появление всходов клевера лугового (до 13 суток), в результате полевая всхожесть семян была невысокой – 46,5 % в контроле. Использование протравителя Тирада в изучаемых нормах расхода повышало полевую всхожесть на 3,1-4,7 %. Защита корневой системы обеспечила повышение сохранности растений посева к концу вегетации на 6,3-9,5 % и не оказала влияния на перезимовку культуры.

Урожайность зеленой массы и сухого вещества клевера лугового составила в варианте без применения протравителя 110 и 18,2 ц/га соответственно (таблица 3). В варианте с применением предпосевной обработки семян препаратом Тирада, СК в норме расхода 2,0 л/т урожайность зеленой массы и сухого вещества в год посева достоверно увеличилась на 4,4-4,5 %, в норме 2,5 л/га – на 12,6-12,7 %, в норме 3,0 л/га – на 23,0-23,6 %. Урожайность семян на второй год вегетации достоверно увеличилась на 21,4-34,0 %.

**Таблица 3 – Хозяйственная эффективность применения фунгицидного протравителя Тирада на клевере луговом, ц/га**

| Вариант                       | 2020 г.       |                         |                |                         | 2021 г. |                         |
|-------------------------------|---------------|-------------------------|----------------|-------------------------|---------|-------------------------|
|                               | Зеленая масса |                         | Сухое вещество |                         | Семена  |                         |
|                               | всего         | сохраненная урожайность | всего          | сохраненная урожайность | все-го  | сохраненная урожайность |
| Контроль (без протравливания) | 110           | -                       | 18,2           | -                       | 1,03    |                         |
| Тирада, СК (2,0 л/т)          | 115           | 5                       | 19,0           | 0,8                     | 1,25    | 0,22                    |
| Тирада, СК (2,5 л/т)          | 124           | 14                      | 20,5           | 2,3                     | 1,32    | 0,29                    |
| Тирада, СК (3,0 л/т)          | 136           | 26                      | 22,4           | 4,2                     | 1,38    | 0,35                    |
| НСР <sub>05</sub>             | 5,0           |                         | 0,7            |                         | 0,13    |                         |

Таким образом, в результате проведенных в 2020-2021 гг. исследованиях установлено, что фунгицидный протравитель Тирада, СК в норме 2,0-3,0 л/т показывает высокую биологическую эффективность (77-87 %) против семенной инфекции, повышает полевую всхожесть семян 3,1-4,7 %, сохранность растений на 6,3-9,5 %, урожайность зеленой массы и сухого вещества на 5-26 ц/га и 0,8-4,2 ц/га соответственно, семян 0,22-0,35 ц/га.

**BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF TIRADA, SC DRESSER  
IN THE TREATMENT OF MEADOW CLOVER SEEDS**

**A.A. Borovik, L.V. Volodkina, V.V. Kritskaya, E.I. Chekel, I.A. Cherepok**

*The research results of the effectiveness of Tirada, SC seed dresser in the initiation of meadow clover grass stand are presented. The pre-sowing treatment of meadow clover seeds leads to an increase in field germination of seeds by 3.1-4.7%, preservation of plants by 6.3-9.5%, yield of herbage and dry matter by 5-26 dt/ha and 0.8-4.2 dt/ha, respectively, and seeds by 0.22-0.35 dt/ha.*

УДК 631.8:631.445.4

**ПРИМЕНЕНИЕ РАЗНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОБЫКНОВЕННОГО  
КАРБОНАТНОГО ЧЕРНОЗЁМА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ  
ОРОШЕНИИ В КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ**

**А.И. Сарбашева, А.З. Кушхабиев, О.А. Батырова, А.М. Лешкенов,  
Р.А. Гажева**

*Институт сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»,  
e-mail: kbniish2007@yandex.ru*

Впервые опыт был заложен профессором кафедры агрохимии Северо-Осетинского сельскохозяйственного института П.Е. Простаковым, в 1948 г на территории Мало-Кабардинской опытно-оросительной станции (степная зона, с.п. Опытное, Терский район, КБР) в настоящеем, Институт сельского хозяйства КБНЦ РАН. Опыт зарегистрирован под № 37 в Государственном реестре Географической сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами РФ, результаты данных исследований ежегодно вносятся в единую информационную базу данных мониторинга плодородия на федеральном уровне.

В исследованиях применяются следующие системы удобрения: без удобрений; рекомендуемая минеральная система  $N_{69}P_{63}K_{45}$ , рекомендуемая органо-минеральная система удобрения 8 т/га +  $N_{44}P_{42}K_{24}$ ; расчетная минеральная система удобрения –  $N_{141}P_{68}K_{60}$ , расчетная органо-минеральная система удобрения – навоз 15 т/га +  $N_{87}P_{36}K_7$ .

Необходимо отметить, что во все годы исследований урожайность культур определялась погодными условиями вегетационного периода и зависела от влагообеспеченности почвы, а в условиях богарного земледелия возделывание пропашных культур всегда рискованно. Как показали результаты исследований, урожайность зерна кукурузы в

контрольном варианте (без удобрений и орошения) за три года исследований (2019-2021 гг.) составила 14,1 ц/га, урожайность маслосемян подсолнечника – 6,5 ц/га. При применении рекомендуемой минеральной системы удобрения ( $N_{69}P_{63}K_{45}$ ) урожайность кукурузы возросла в среднем до 16,7 ц/га, а урожайность подсолнечника до 8,4 ц/га.

При применении рекомендуемой органо-минеральной системы (навоз 8 т/га +  $N_{44}P_{42}K_{24}$ ) за три года исследований урожайность зерна кукурузы и маслосемян подсолнечника в среднем составила 20,2 и 9,7 ц/га. При этом продуктивность 1 га севооборота в контрольном варианте за три года исследований составила 16,0 ц з.е., что оказалось ниже на 1,2 ц з.е. продуктивности севооборота за прошедшие 50 лет (17,2 ц з.е.).

При применении рекомендуемой минеральной системы удобрения продуктивность 1 га богарного севооборота составила в среднем 23,8 ц з.е., в варианте с применением органо-минеральной системы – 27,3 ц з.е., что в 1,2-1,3 раза больше, чем в среднем за предыдущие 5 ротаций севооборота.

Урожайность озимой пшеницы в варианте без удобрений и орошения (контроль) по трем годам исследований составила 18,1 ц/га. По трём разным предшественникам: люцерне, кукурузе, подсолнечнику, она практически была одинаковой, что статистически доказано.

При применении рекомендуемых минеральных и органо-минеральных удобрений без орошения урожайность озимой пшеницы составила в среднем 27,0 и 29,3 ц/га; зерна кукурузы – 16,7 и 20,2 ц/га; маслосемян подсолнечника – 8,4 и 9,7 ц/га, соответственно.

Орошение повысило эффективность применения рекомендуемых минеральной и органо-минеральной систем по культурам в сравнении с контролем. Применение расчётных систем удобрения – минеральной ( $N_{141}P_{68}K_{60}$ ) и органо-минеральной (навоз + 15 т/га +  $N_{87}P_{36}K_7$ ) – увеличило урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур и соответственно, продуктивность орошаемого севооборота на богаре от 16,0 ц/га до 27,3 ц/га и 21,9 до 47,5 ц з.е. – на орошении.

Основным показателем эффективности применяемых удобрений является окупаемость вносимых удобрений продукцией (прибавкой урожая). Окупаемость 1 кг питательных веществ удобрений в неорошаемых условиях относительно невысокая, в среднем за три года исследований она составила 4,4-5,4 кг з.е.

Окупаемость удобрений в вариантах орошаемого севооборота опыта 1948 г. за три года исследований составила 10,0 и 12,1 кг з.е., в вариантах с применением расчетных систем – 8,1 и 10,2 кг з.е., что свидетельствует об эффективности применяемых систем удобрения.

Исходя из результатов исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Применяемые системы удобрения увеличили урожайность, и соответственно, продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур во всех вариантах опыта от 16,0 ц з.е. до 98,0 ц з.е.

2. Окупаемость удобрений была наиболее высокой в варианте с применением расчётной минеральной системы удобрений и составила 12,1 кг з.е.

### Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

2. Доспехов, Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка данных. Москва: Колос, 1972. – 207 с.

3. Методические указания по Географической сети опытов с удобрениями. Москва: ВАСХНИЛ, ВИУА, 1970. – Вып. 17. – 222 с.

4. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. – Москва, 1975. – Часть 1. – 167 с.

5. Простаков, П.Е. Агрономическая характеристика почв Северного Кавказа. – Москва: Россельхозиздат, 1964. – Том 1. – С. 11, 16, 100-102.

6. Лифаненкова, Т.П. Мониторинг плодородия чернозёма обыкновенного при длительном орошении и применении систем удобрения в агроландшафтном земледелии Кабардино-Балкарии / Т.П. Лифаненкова, Р.В. Бижоев, М.В. Бижоев // Результаты длительных исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями Российской Федераций (к 70-летию Геосети). – Москва, 2011. – С. 352-368.

7. Бижоева, Т.П. Формирование урожая сельскохозяйственных культур зерноотравапропашного и зернопропашного севооборотов в различных условиях водного и минерального питания в степной зоне Центрального Предкавказья / Т.П. Бижоева [и др.]. – 2020. – Известия КБНЦ РАН. – № 6 (98). – С. 143-144.

### **USE OF DIFFERENT FERTILIZER SYSTEMS FOR IMPROVING THE FERTILITY OF ORDINARY CARBONATE CHERNOZEM WITH A LONG-TERM IRRIGATION IN KABARDINO-BALKARIA**

**A.I. Sarbasheva, A.Z. Kushkhabiev, O.A. Batyrova, A.M. Leshkenov, R.A. Gazheva**

*In a long-term stationary experiment, founded in 1948, the fertility of ordinary carbonate chernozem is monitored with a long-term irrigation and systematic use of fertilizers in the agrolandscape farming system of Kabardino-Balkaria, which is connected with a decrease of arable land productivity and reduction of crop yields. This article presents the results of the research in the experiment from 2019 to 2021, where it was identified that the applied fertilizer systems on rainfed land and during irrigation ensured the increase of the productivity of crop rotation and crops.*

## **ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ АЗОТОМ ПО ФАЗАМ ОНТОГЕНЕЗА НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ**

*И.Е. Дробудько, В.Н. Буштевич*

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

Стабильность зернового производства в первую очередь определяется технологиями, направленными на создание благоприятных условий для роста и развития растений. Наиболее эффективным и быстродействующим фактором являются удобрения – один из основных регулируемых приёмов, используемых для целенаправленного управления ростом и развитием растений с целью создания высокого урожая хорошего качества и улучшения круговорота веществ в земледелии. Особую актуальность в свете экологических задач и экономической эффективности, связанной с возделыванием сельскохозяйственных культур, занимают технологические приемы, а именно внесение минеральных удобрений – некорневая подкормка. В настоящее время определённый интерес представляет яровое тритикале, которое в среднем за последние 3 года занимало площадь в Беларуси свыше 15 тыс. га. Оно обладает многими достоинствами и хозяйственно-ценными признаками: высокая устойчивость к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам, сбалансированность зерна по аминокислотному составу, переваримому протеину, возможность использования культуры на зерно и зелёную массу [1, 2].

Многочисленными исследованиями установлено положительное влияние применения удобрений на формирование элементов структуры урожайности [3-5].

Экспериментальная часть работы была выполнена на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Объектом исследований были посевы ярового тритикале сорта Новое. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднеоподзоленная, легкосуглинистая. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: содержание  $P_2O_5$  – 225-259 мг/кг,  $K_2O$  – 240-296 мг/кг почвы по Кирсанову,  $pH_{KCl}$  – 5,8-6,0, гумус – 1,9-2,2 %.

Предшественник – зернобобовые. Размещение деленок систематическое, учетная площадь – 10 м<sup>2</sup>, повторность – 4-кратная.

Агротехника возделывания – общепринятая для хозяйств Беларуси в соответствии с отраслевым регламентом [6]. Фосфорно-калийные удобрения вносили осенью под основную обработку почвы в дозе  $P_{60}K_{90}$ . Под предпосевную культивацию вносили  $N_{90}$  (карбамид). Посев

проводили во второй декаде апреля сеялкой Джон Дир. Норма высева семян – 4,5 млн/га всхожих зерен. В фазу кущения ярового тритикале проводили химическую прополку посевов гербицидом Прима (0,6 л/га), а в фазу флагового листа защиту от болезней фунгицидом Прозаро (0,8 л/га). Перед уборкой отбирали сноповый материал для определения структуры урожая. Уборку проводили комбайном Сампо 130.

Количественно урожай складывается из отдельных основных элементов структуры урожая: количество продуктивных стеблей на единице площади, число зёрен в колосе и его масса. Эти элементы варьируют в значительных пределах, они зависят от уровня минерального питания, обеспеченности растений влагой, светом, теплом и др. [5].

Установлено, что некорневая подкормка азотными удобрениями оказала положительное влияние на отдельные элементы структуры урожая (таблица). Так, в варианте  $N_{15}$  и  $N_{20}$  в фазу флагового листа (ДК 39) количество продуктивных стеблей в среднем составило 401 и 412 шт./м<sup>2</sup>, число зёрен в колосе – 52 и 50, что было выше контрольного варианта на 15,2; 18,4; 23,8 и 19,0 % соответственно. По остальным фазам развития растений прибавка от некорневой подкормки варьировала от 9,2 до 14,9 % и от 9,5 до 16,7 % соответственно. Проведение некорневой подкормки оказало положительное влияние на длину колоса. В варианте  $N_{15}$  и  $N_{20}$  в фазу флагового листа (ДК 39) она составила 12,5 и 12,3 см, что на 7,8 и 6,0 % выше контрольного варианта. При анализе влияния некорневой подкормки на массу зерна с одного колоса в среднем за три года превышение по сравнению с другими вариантами отмечено в эту же фазу (ДК 39) при той же дозе внесения азота. Этот показатель превысил контроль на 8,3 и 9,5 % , тогда как по остальным вариантам он колебался от 3,6 до 7,7 %. Анализ влияния испытываемых доз азотных удобрений по фазам роста и развития ярового тритикале на массу 1000 зёрен показал, что максимальная прибавка по сравнению с контролем отмечена в фазы начало формирования зерна (ДК 71) и цветения (ДК 61-69) при  $N_{15}$  и  $N_{20}$  11,1 и 11,3 %, 11,1 и 10,9 % соответственно.

Результаты, полученные в наших опытах, согласуются с выводами исследователей Национального центра зерна им. П.П. Лукьяненко. Они установили, что для яровых сортов тритикале своевременное внесение удобрений имеет большое значение. Стремительное нарастание весенних положительных температур может привести к ускорению развития растений и невозможности сформировать достаточной биомассы для получения высокого урожая зерна.

Таким образом, применение некорневых подкормок на посевах ярового тритикале эффективно, способствует достижению максималь-

**Таблица - Элементы структуры урожайности зерна в зависимости от дозы азота в некорневую подкормку и фазы развития растений ярового тритикале сорт Новое (среднее за 2019-2021 гг.)**

| Вариант               | Фаза развития (ДК)                  | Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup> | Длина колоса, см | Число зерен в колосе, шт. | Масса зерна одного колоса, г | Масса 1000 зерен, г |
|-----------------------|-------------------------------------|---|------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|
| Фон*                  | Контроль                            | 348   | 11,6             | 42                        | 1,69                         | 54,1                |
| Фон + N <sub>10</sub> | Флаговый лист (ДК 39)               | 381   | 12,4             | 46                        | 1,81                         | 58,6                |
| Фон + N <sub>15</sub> |                                     | 401   | 12,5             | 52                        | 1,83                         | 59,8                |
| Фон + N <sub>20</sub> |                                     | 412   | 12,3             | 50                        | 1,85                         | 58,8                |
| Фон + N <sub>10</sub> | Цветение (ДК 61-69)                 | 380   | 12,2             | 47                        | 1,78                         | 59,6                |
| Фон + N <sub>15</sub> |                                     | 385   | 12,3             | 48                        | 1,75                         | 60,1                |
| Фон + N <sub>20</sub> |                                     | 396   | 12,2             | 48                        | 1,82                         | 60,0                |
| Фон + N <sub>10</sub> | Начало формирования зерна (ДК 71)   | 393   | 12,2             | 49                        | 1,76                         | 59,5                |
| Фон + N <sub>15</sub> |                                     | 400   | 12,3             | 48                        | 1,80                         | 60,1                |
| Фон + N <sub>20</sub> |                                     | 398   | 12,1             | 48                        | 1,79                         | 60,2                |
| Фон + N <sub>10</sub> | Начало молочной спелости (ДК 75-77) | 390   | 12,2             | 46                        | 1,75                         | 59,6                |
| Фон + N <sub>15</sub> |                                     | 399   | 12,3             | 47                        | 1,78                         | 59,8                |
| Фон + N <sub>20</sub> |                                     | 390   | 12,1             | 47                        | 1,76                         | 59,3                |

\* N<sub>90</sub> (предпосевная культивация) + N<sub>30</sub> фаза кушения (120 кг/га), P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (осенью)

ного роста и развития отдельных элементов структуры урожая. Проведение некорневой подкормки азотным удобрением (карбамид) в дозе N<sub>15</sub> и N<sub>20</sub> в фазу флагового листа (ДК 39) способствовало увеличению количества продуктивных стеблей по отношению к контролю на 15,2 и 18,4 % , длины колоса на 7,8 и 6,0 % , число зёрен в колосе на 23,8 и 19,0 % , массы зерна с одного колоса на 8,3 и 9,5 % соответственно. Проведение некорневой подкормки в дозе N<sub>15</sub> и N<sub>20</sub> в более позднюю фазу начала формирования зерна (ДК 71) позволило увеличить массу 1000 зёрен на 11,1 и 11,3 % соответственно по отношению к контролю P<sub>60</sub> + K<sub>90</sub> (осенью), N<sub>90</sub> (предпосевная культивация) + N<sub>30</sub> (фаза кушения).

#### Литература

1. Гриб, С.И. Технология возделывания ярового тритикале (рекомендации) / С.И.Гриб [и др.] – Жодино, 2010. – 15 с.
2. Чуянова, Г.И. Возделывание ярового тритикале на зелёный корм. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 108 с.

3. Золотарёва, Р.И. Влияние нормы высева и минерального питания на показатели структуры урожая яровой тритикале / Р.И. Золотарёва, Ю.А. Лапшин, В.А. Максимов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 4 (106). – Ч.1. – С. 113-117.

4. Ненайденко, Г.Н. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна ярового тритикале / Г.Н. Ненайденко, Т.В. Сибирякова // Агрохимия. – 2015. – № 9. – С. 41-45.

5. Ничипорович, А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений / А.А.Ничипорович // Физиология растений. – М., 1977. – Т.3. – С.21-26.

6. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск : Беларус. навука. – 2012. – 288 с.

***INFLUENCE OF THE DATES OF NITROGEN FOLIAR APPLICATION IN TERMS OF ONTOGENESIS STAGES ON THE FORMATION OF THE ELEMENTS OF SPRING TRITICALE YIELD STRUCTURE***  
***I.E. Drobudzko, V.N. Bushtevich***

*Foliar application of nitrogen fertilizers in a dose of  $N_{15}$  and  $N_{20}$  at the flag leaf stage (BBCH 39) promotes the increase of the number of productive stems, spike length, number of grains and grain weight per spike, at the grain formation stage (BBCH 71) – the 1000 grain weight.*

УДК 633.11«321»:«324»:631.[559+5]

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПО ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

***В.В. Холодинский, Е.В. Дунькович, Н.В. Соболевская***

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
e-mail: vholodinskij@mail.ru.*

Цель исследований – изучение особенностей формирования урожайности зерна озимыми формами пшеницы и тритикале в интенсивных технологиях возделывания.

Объектами исследований являлись озимая пшеница сорт Амелия и озимое тритикале сорт Динамо.

Исследования проводили в 2019-2021 гг. на полях РУП «Научно-практический центр Беларуси по земледелию». Почва на опытном участке дерново-подзолистая легкосуглинистая, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт характеризуется 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. Предшественник – озимый рапс. Площадь делянки 300 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

Все необходимые наблюдения и анализы проводили по общепринятым в растениеводстве методикам. Обработка опытных данных проводилась регрессионным и дисперсионным методами статистического анализа.

Метеорологические условия в период проведения исследований существенно отличались от среднеголетних показателей как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков.

По всем технологиям вносились фосфорно-калийные удобрения в дозе  $P_{60}K_{90}$  с осени под зяблевую вспашку; первая азотная подкормка озимых проводилась карбамидом в дозе 70 кг д.в. при возобновлении вегетации (стадия по шкале ВВСН 23-24).

Посев в годы исследований проводился в оптимальные сроки – конец второй – начало третьей декады сентября.

Протравитель семян Поларис с нормой расхода 1,5 л/т семян обеспечил защиту посевов пшеницы и тритикале от снежной плесени, корневых гнилей, твердой головни.

Химпрополка баковой смесью гербицидов Примадонна, 0,8 л/га + Фенизан, 0,2 л/га при весеннем внесении сняла весь спектр сорняков, включая бодяк полевой, метлицу обыкновенную, подмаренник цепкий, дымянку лекарственную и др. Посев сохранился чистым от сорняков до самой уборки.

Применение фунгицида Триада с нормой расхода 0,6 л/га, совместно с регулятором роста ХЭФК, 1,0 л/га, обеспечило надежную защиту посевов озимых пшеницы и тритикале от болезней листьев на стадии ВВСН 37-39 и устойчивость к полеганию. До конца молочной спелости верхние 3 листа были чистыми от болезней.

Защиту от болезней колоса проводили фунгицидом Титул дуо с нормой расхода 0,25 л/га на стадии ВВСН 61-65. Перед уборкой единичные колосья были частично поражены фузариозом, до 8-10 % колосьев.

По уровню урожайности зерна в среднем за три года испытаний озимая пшеница имела незначительное преимущество над озимым тритикале (таблица). Максимальная урожайность обеих культур была сформирована в погодных условиях вегетационного периода 2021 г. В 2019 г. сложные условия перезимовки, повлекшие изреживание посевов озимых культур и дальнейшее негативное воздействие засухи, лимитировали уровень урожайности в пределах 33,6 ц/га у озимой пшеницы и 43,9 – у озимого тритикале.

Таким образом, в среднем за три года исследований озимое тритикале незначительно уступило по урожайности озимой пшенице, а два года из трех формировало достоверно более высокую продуктивность.

Таблица – Урожайность озимых пшеницы и тритикале в годы исследований, ц/га

| Год            | Пшеница     | Тритикале   | среднее     |
|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 2019           | 33,6        | 43,9        | <b>38,8</b> |
| 2020           | 58,6        | 61,7        | <b>59,2</b> |
| 2021           | 76,7        | 62,1        | <b>69,4</b> |
| <i>Среднее</i> | <b>56,2</b> | <b>55,9</b> |             |

НСР<sub>05</sub> А (культура) – 2,07    НСР<sub>05</sub> В (год) – 2,54    НСР<sub>05</sub> частн. сред – 5,08

**COMPARATIVE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT AND TRITICALE USING INTENSIVE TECHNOLOGY**

*V.V. Kholodinsky, E.V. Dunkovich, N.V. Sobolevskaya*

*The way of yield formation by winter forms of wheat and triticale using intensive cultivation technology was studied. It was found that on average for three years of the researches, winter triticale was not significantly inferior to winter wheat, and in two years of three it formed reliably higher productivity.*

УДК 63293:633.11«321»:631.559

**ВЛИЯНИЕ БИОГЕННЫХ СТИМУЛЯТОРОВ ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

*Л.Ф. Кабашикова<sup>1</sup>, Л.В. Пашкевич<sup>1</sup>, Д.В. Войтка<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Государственное научное учреждение «Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси»*

*<sup>2</sup>Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт защиты растений», e-mail: [kabashnikova@mail.ru](mailto:kabashnikova@mail.ru)*

Одним из наиболее перспективных направлений защиты сельскохозяйственных культур является индукция устойчивости к фитопатогенам и неблагоприятным факторам внешней среды с использованием т.н. индукторов SAR (systematic acquired resistance) [1]. Из натуральных продуктов промежуточных реакций иммунного ответа растений наибольшее внимание уделяется СК и ее производным [2], эффективность которых сопоставима с препаратами, содержащими медь. Эффективными иммуномодуляторами являются также ГК – высокомолекулярные полимеры глюкозы, связанной β-гликозидными связями [3]. Особый интерес в этом отношении представляют также сапротрофные грибы рода *Trichoderma*, эффективность использования которых обусловлена различными механизмами антагонистической активности. Известны штаммы *T. virens*, *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. harzianum*,

которые увеличивают резистентность растений к широкому спектру фитопатогенных микроорганизмов различной природы, способствуя выделению элиситоров (пептидов и низкомолекулярных веществ) [4]. В этой связи изучено действие комплексных препаратов, содержащих СК, ГК и микробиологический компонент ТА на рост и развитие растений яровой пшеницы в лабораторных и полевых условиях.

В лабораторных условиях обработка комплексными препаратами проростков пшеницы сорта Сударыня в 6-дневном возрасте не влияла на общую длину 8-дневных растений, включающую длину первого листа и корневой системы, а также на содержание хлорофиллов (Хл) и каротиноидов в листьях. Обнаружено повышение иммунного статуса проростков пшеницы за счет увеличения содержания антиоксидантов – фенолов (до 28,6 %) и снижения активности перекисного окисления липидов (до 18,2 %) под влиянием новых комплексных составов.

В полевых условиях установлено стимулирующее действие комплексных препаратов, внесенных в фазу кущения, на морфоструктуру растений пшеницы сорта Василиса в фазу колошения. Большинство составов способствовало увеличению содержания фенольных соединений в листьях по отношению к контролю (необработанные растения) и стабилизации перекисного окисления липидов, что свидетельствует об оптимальном протекании свободно-радикальных процессов в липидном бислое клеточных мембран. Показана высокая положительная корреляция ( $r=0,98$ ) между содержанием полифенолов в листьях пшеницы в фазу колошения и урожайностью, а также с количеством растений на  $m^2$  ( $r=0,78$ ).

Обработка вегетирующих растений пшеницы биогенными стимуляторами иммунитета позволяет стабилизировать фитопатологическую ситуацию в посевах культуры. В период вегетации растения пшеницы поражались септориозом, корневой гнилью, церкоспореллезом, мучнистой росой и темно-бурой-пятнистостью. Обработка растений составом «ВРП-3+ГК+ТА» способствовала снижению распространенности и развития корневой гнили: эти показатели не превышали 48 и 16 % против 80 % и 34 % соответственно в контроле. Более эффективное снижение пораженности растений мучнистой росой было характерно для состава «ВРП-3+ГК+СК+ТА» – распространенность и развитие болезни составили 28 и 12 %, тогда как в контроле достигали 44 и 21 % соответственно. В отношении септориоза и темно-бурой пятнистости значительного эффекта не обнаружено. Мозаичность локализации растений с симптомами церкоспореллеза не позволила сделать объективные выводы по изученным показателям. Оценка посевных качеств семян, полученных с опытных растений, показала тенден-

цию к снижению пораженности семян церкоспореллезом, корневой гнилью и фузариозом.

*Работа выполнена в рамках мероприятия 39 «Разработать и внедрить в производство комплексный препарат на основе биогенных стимуляторов иммунитета растений для получения стабильных урожаев зерна пшеницы высокого качества» ГП «Наукоемкие технологии и техника» на 2021–2025 гг. подпрограммы 1 «Инновационные биотехнологии».*

### Литература

1. Кабашникова, Л. Иммуниет сельскохозяйственных растений и возможности его корректировки /Л. Кабашникова // Наука и инновации. – 2022. – №2. – С. 36-40.
2. Пашкевич, Л.В. Роль салициловой кислоты в формировании системной приобретенной устойчивости растений при патогенезе / Л.В. Пашкевич, Л.Ф. Кабашникова // Вісник Харківського національного аграрного університету. – Сер. Біологія. – 2018. – №3 (45). – С. 31-48.
3. Лукьянчук, В.Д. Бета-глюканы как основа создания средств иммуномодулирующего действия / В.Д. Лукьянчук, Е.М. Мищенко, М.Н. Бабенко // Українськ. медичн. часопис. – 2011. – №5 (85). – IX / X. – С. 92-93.
4. Harman, G.E. Multifunctional fungal plant symbionts: new tools to enhance plant growth and productivity / G.E. Harman // New Phytol. – 2011. – Vol. 189. – P. 647-649.

### ***IMPACT OF PLANT IMMUNE BIOGENIC STIMULATORS ON THE RESISTANCE TO DISEASES AND PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT*** ***Kabashnikova L.F., Pashkevich L.V., Voitka D.V.***

*The impact of complex preparations containing salicylic acid (SA), beta-1,3-glucan (GC) and a microbiological component based on the fungus *Trichoderma asperellum* D-11 (TA) on the growth and development of spring wheat plants was studied under laboratory and field conditions. The stimulating effect of the preparations on the immune status of 8-day-old seedlings of the Sudarynya variety and vegetative plants of the Vasilisa variety was established due to the increase of polyphenols content, which was confirmed by the assessment of plants infection with root rot and powdery mildew. As a result of application of complex preparations the increase in grain yield by 4.2-5.8 c/ha in terms of the standard Falcon fungicide was obtained*

## **ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА АРХИТЕКТ, СЭ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО РАПСА**

*И.Г. Бруй, В.В. Холодинский, Е.В. Дунькович*

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
e-mail: [brui@list.ru](mailto:brui@list.ru).*

Годовое производство озимого рапса в мире составляет около 70 миллионов тонн [1]. Расширение площадей под культурой в различных регионах мира требует разработки технологических подходов в выращивании культуры в конкретных почвенно-климатических условиях и зависит от потенциала сорта и строгого соблюдения технологии его возделывания [2]. Основная проблема, возникающая при производстве рапса, это высокие риски гибели культуры зимний период. На уровень перезимовки влияют несколько факторов: срок сева, норма высева семян, обеспеченность растений элементами питания, сорная растительность, наличие болезней. Очень важно, чтобы осенний вегетационный период рапса был достаточным для формирования хорошо развитого ценоза. Необходимо, чтобы растения имели не менее 5-8 настоящих листьев, оптимально 8-12 шт., диаметр корневой шейки составлял от 7 до 14 мм, а центральный побег при этом не должен тронуться в рост, и точка роста должна быть не более 2 см, корневая система хорошо разветвлена, длиной до 25 см [3]. Необходимо формировать хорошо развитое растение, с широкой в диаметре корневой шейкой и короткой точкой роста. В таком виде растения рапса при минимальном снежном покрове будут иметь меньшую вероятность пострадать от вымерзания. В производстве необходимо адаптировать агроприемы в технологии возделывания, чтобы предотвратить нежелательный верхушечный рост растений. Очень важным приемом в технологии возделывания рапса является применение регуляторов роста в фазу 4-6 листьев культуры. Основная цель такой обработки – ингибирование роста растений в высоту, предотвращение вытягивания стебля, что повышает морозо- и зимостойкость рапса.

Исследования по изучению эффективности применения регулятора роста Архитект, СЭ (мепикватхлорид, 150 г/л + пираклостробин, 100 г/л +прогексадион кальция, 25 г/л) в осенний период проводили в 2018-2021 гг. на полях Смолевичского района. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт имел следующие агрохимические показатели: рН (KCl) – 5,8-6,2, содержание гумуса – 1,8-2,2 %, фосфора 260-330 мг/кг, калия – 370-400 мг на кг почвы. Предшественником озимого рапса был

яровой ячмень. Площадь делянки 300-500 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Объектом исследований являлся озимый рапс сорта Витовт (норма высева семян 600 тыс./га) и гибриды Мерседес и Мазари, КС (норма высева семян 500 тыс./га). Срок сева 21-28 августа.

Обработка посевов озимого рапса в фазу 4-5 листьев культуры регулятором роста Архитект, СЭ не оказала значимого влияния на высоту растений к уборке. Рапс сорта Витовт и гибрид Мазари имели примерно равную высоту – в среднем по опыту 159-161 см и 156-159 см соответственно. Несколько ниже были растения гибрида Мерседес – 147-152 см.

Несмотря на то, что осенью применение регулятора роста способствовало интенсивной закладке почек ветвления на всех гибридах и сорте, к уборке на растениях рапса гибрида Мерседес в 2019 г. и 2020 г. формировалось на 7,1 и 14,9 % соответственно веток меньше в сравнении с контролем. У сорта Витовт во все годы испытаний сохранялось на 10,4-13,2 % больше веток, чем в контроле, у гибрида Мазари число веток в среднем за три года увеличилось на 26,7 %. Можно сказать, что большая интенсивность закладки боковых веток с осени не на всех сортах и гибридах сопровождается формированием большего числа веток к уборке.

Во всех случаях применения регулятора роста Архитект с осени получено большее число стручков на растениях гибридов и сорта. Видимо, существует сортовая особенность восприятия регуляторов роста. Например, гибрид Мерседес с осени имел более развитую корневую систему, которая, вероятнее всего, сохранилась и в период весенне-летней вегетации, что и обеспечило формирование большего числа стручков на растении на 35 шт. (12,6 %) в сравнении с контролем. Применение препарата Архитект позволило сорту Витовт сформировать растения с большим на 29 шт. или 12,1 % числом стручков, а гибриду Мазари на 131 шт. или 48,2 %. Установлено, что наибольшее число стручков на растении сформировал гибрид Мазари – в среднем по опыту 340 стручков, гибрид Мерседес и сорт Витовт – в среднем 312 и 254 стручка на одном растении соответственно.

Масса 1000 семян озимого рапса в среднем за годы исследований составила 4,9 г, хотя по годам исследований у сорта Витовт она изменялась от 4,3 до 5,7 г, у гибрида Мерседес – от 4,1 до 5,4 г, у гибрида Мазари рассматриваемый показатель был наиболее стабилен по годам исследований – 4,9-5,0 г.

Наибольшая эффективность применения регулятора роста отмечена у гибрида Мазари – прибавка урожайности составила 10,2 ц/га (43,2 %). Примерно равная эффективность использования препарата

Архитект получена у Витовта и Мерседеса – плюс 6,7 ц/га (31,0 %) и 5,8 ц/га (22,3 %) соответственно. Максимальное увеличение урожайности получено в 2019 г., когда уровень перезимовки был самым низким за годы исследований. Урожайность рапса сорта Витовт увеличилась с 20,0 до 30,1 ц/га, гибрида Мазари – с 17,6 до 36,6 ц/га, гибрида Мерседес – с 20,9 до 32,8 ц/га.

Таким образом, урожайность озимого рапса без осенней регуляции составила в среднем по опыту 23,7 ц/га, однако она отличалась по сортам: Витовт – 21,6 ц/га, Мерседес – 26,0 ц/га, Мазари – 23,6 ц/га. Повышение перезимовки и большее число стручков на растениях после осенней регуляции роста препаратом Архитект в норме расхода 1,5 л/га обеспечило рост урожайности культуры в целом по опыту до 31,3 ц/га, прибавка составила 7,6 ц/га или 32,0 %.

#### **Литература**

1. Электронный ресурс: Агоровестник. – Режим доступа: <https://aemcx.ru/2021/05/26/> – Дата доступа 21.04.2022.
2. Пиллюк, Я. Э. Перезимовка и продуктивность озимого рапса в Беларуси и пути их повышения / Я. Э. Пиллюк // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию : редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – Вып. 56. – С. 224–230.
3. Сафроновская, Г.М. Озимый рапс осенью: регулируем с умом / Г.М. Сафроновская // Наше сельское хозяйство. – 2020. – № 13. – С. 44-51.

#### ***EFFECT OF ARCHITECT, SE GROWTH REGULATOR ON WINTER RAPESEED YIELD***

***I.G. Brui, V.V. Kholodinsky, E.V. Dunkovich***

*The effectiveness of Architect, SE growth regulator in the cultivation of Vitovt variety and Mazari KS and Mercedes hybrids was shown. The application of the preparation in the phase of 4-5 leaves in autumn provided an increase in yield of 0.76 t/ha for three varieties in average over three years.*

УДК 633.853.494.«324»:631[811.98:559]

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ, ОБЛАДАЮЩИХ РЕГУЛЯТОРНЫМИ И ФУНГИЦИДНЫМИ СВОЙСТВАМИ, НА ОЗИМОМ РАПСЕ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД**

*И.Г. Бруй, В.В. Холодинский, Ж.Е. Сенько*

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
e-mail: brui@list.ru*

Совершенствование агроприемов в технологиях возделывания озимого рапса, соблюдение регламента его возделывания позволило увеличить уборочную площадь рапса в Беларуси в 2020 г до 363,6 тыс. га, а производство маслосемян возросло до 731,3 тыс. т или в 4,9 раза к 2005 г. Средняя урожайность маслосемян озимого рапса увеличилась на 76,1 % к 2005 г. и составила 20,6 ц/га.

Применение многокомпонентных фунгицидных препаратов в период весенней вегетации рапса не только защищает посев от альтернариоза, фомоза и ложномучнистой росы, но и способствует формированию более компактного, но в то же время хорошо развитого растения с синхронным цветением и созреванием, а так же способного противостоять полеганию [1, 2].

Исследования по изучению эффективности применения препаратов Робуст, КЭ (протиокназол, 125 г/л + паклобутразол, 60 г/л), Карамба Турбо, ВК (мепикват хлорид, 210 г/л + метконазол, 30 г/л) и Сетар, СК (дифеноконазол, 250 г/л + паклобутразол, 125 г/л) на озимом рапсе сорта Витовт в фазу стеблевания культуры при высоте растений 10-15 см проводили в 2020-2021 гг. на полях Смолевичского района. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт имел следующие агрохимические показатели: рН (КС1) – 5,7-6,0, содержание гумуса – 2,2 %, фосфора 296 мг/кг, калия – 380 мг/кг почвы. Предшественниками были озимая пшеница (2020 г.) и многолетние травы (2021 г). Площадь делянки 25 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Срок сева – 24 августа. Защита от сорняков и вредителей – в соответствии с отраслевым регламентом возделывания культуры на фоне минерального питания N<sub>160</sub>P<sub>40</sub>K<sub>100</sub>

Обработку посевов озимого рапса проводили при появлении единичных пятен альтернариоза.

Учеты показали, что испытываемые фунгициды эффективно защищали посевы от альтернариоза и фомоза. Через две недели после обработки в варианте без фунгицида развитие альтернариоза оценивалось в 12,1-14 % при 100 % распространении, фомоза – на 5,2-10,8 % при 54-80 % распространении по годам исследований.

Биологическая эффективность препарата Робуст, КЭ составила 89,0-90,0 % по альтернариозу и 84,9-94,2 % по фомозу; фунгицида Сетар, СК 71,9-88,6 % по альтернариозу и 84,1-100,0 % по фомозу и препарата Карамба Турбо, КС – 97,1-98,8 % и 68,8-98,8 % соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность фунгицидов против болезней, %

| Препарат                     | Норма расхода, л/га, | Альтернариоз | Фомоз      |
|------------------------------|----------------------|--------------|------------|
| Контроль*                    |                      | 12,1-14,0    | 5,2-10,8   |
| Робуст, КЭ                   | 0,8                  | 89,0-90,0    | 84,9-94,2  |
| Сетар, СК                    | 0,5                  | 71,9-88,6    | 84,1-100,0 |
| Карамба Турбо, КС            | 1,0                  | 97,1-98,8    | 68,8-96,4  |
| <i>Среднее по препаратам</i> |                      | 86,0-92,5    | 79,3-96,9  |

\*в контроле – развитие болезней, %.

Известно, что действующие фунгицидные вещества группы триазолов (метконазол, тебуконазол, паклобутразол) характеризуются способностью тормозить рост за счет повышения содержания в растениях цитокининов и подавления действия гормонов роста гиббереллинов и ауксинов [3]. Закономерно, что в нашем случае применение препаратов с этими действующими веществами, а Карамба турбо содержит еще и мепикват хлорид, который относится к регуляторам роста, привело к достоверному снижению высоты озимого рапса в среднем на 8,0-14,2 % и высоты расположения нижних веток на 9,9-30,0 % в зависимости от препарата. Кроме того, необходимо отметить и значительно большее (на 6,9-11,8 %) число веток на растениях и (на 13,0-34,1 %) число стручков, сохранившееся в изучаемых вариантах относительно контроля.

Урожайные данные подтвердили достоверное положительное влияние обработки посевов озимого рапса в начале стеблевания фунгицидами с регуляторными свойствами Робуст (0,8 л/га), Сетар (0,5 л/га) и Карамба турбо (1,0 л/га). В среднем за два года они обеспечили достоверно большую урожайность маслосемян на 9,3; 7,2 и 8,2 ц/га соответственно относительно контрольного варианта (таблица 2).

Таким образом, результаты исследований, проведенных в 2020-2021 гг., установили высокую фунгицидную и регуляторную эффективность применения препаратов Робуст (0,8 л/га), Сетар (0,5 л/га) и Карамба турбо (1,0 л/га) на посевах озимого рапса в весенний период.

В среднем по опыту они обеспечили снижение развития альтернариоза на 86,0-92,5 %, фомоза – на 79,3-96,9 %; высота растений и располо-

Таблица 2 – Влияние фунгицидов на урожайность на урожайность озимого рапса сорта Витовт

| Вариант           | Урожайность, ц/га |         |         | Прибавка, ц/га |
|-------------------|-------------------|---------|---------|----------------|
|                   | 2022 г.           | 2021 г. | среднее |                |
| Контроль          | 24,0              | 26,5    | 25,3    | -              |
| Робуст, КЭ,       | 39,4              | 29,9    | 34,6    | 9,3            |
| Сетар, СК         | 36,7              | 28,3    | 32,5    | 7,2            |
| Карамба Турбо, КС | 36,3              | 30,7    | 33,5    | 8,2            |

*НСП<sub>05</sub>*

4,4

3,1

### Литература

1. Пилюк, Я.Э. Эффективность фунгицидов в посевах различных генотипов озимого рапса / Я.Э. Пилюк, А.А. Бородько, Т.Н. Лукашевич // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию: редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – Вып. 52. – С. 138–144.

2. Пилюк, Я.Э. Основные болезни рапса в Беларуси и меры борьбы с ними / Я.Э. Пилюк // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 5. – С. 34-36.

3. Rademacher, W. Growth retardants: effects on gibberelin biosynthesis and other metabolic pathways // Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., – 2000. – V. 51. – P: 501-577.

### **APPLICATION OF PREPARATIONS WITH REGULATORY AND FUNGICIDAL PROPERTIES ON WINTER RAPESEED IN SPRING** **I.G. Brui, V.V. Kholodinsky, Zh.E. Senko**

*The results of Robust (0.8 t/ha), Setar (0.5 t/ha) and Caramba turbo (1.0 t/ha) application on Vitovt winter rapeseed variety in the phase of shooting are presented. Their use reduced the development of Alternaria blight by 86.0-92.5%, and Phoma blight by 79.3-96.9%. Plant height decreased by 8.0-14.2%, the yield exceeded the control on average by 0.72-0.93 t/ha.*

## **ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ГОРОХА В АДАПТИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ**

*Х.Ш. Тарчоков<sup>1</sup>, Д.А. Тутукова<sup>1</sup>, А.Х. Журтова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук», e-mail: kbniish2007@yandex.ru*

*<sup>2</sup>Научно-образовательный центр ФГБНУ «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук», e-mail: alenakardanova88@mail.ru*

В земледельческой науке и практической деятельности агроспециалистов бобовым растениям, в т.ч. и гороху, отводится значительное место. Помимо того, что горох служит сырьем для широкого спектра пищевых продуктов, а высокое содержание белка и ценных питательных компонентов позволяет использовать его в кормопроизводстве, в структуре посевных площадей является прекрасным санитаром в агроценозах растениеводческой отрасли.

Горох – отличный предшественник для озимых культур, так как оставляет после себя в почве до 120-130 кг/га экологически чистого азота в действующем веществе. В результате этого посеvy озимых зерновых колосовых, размещаемых по различным сортам гороха, не нуждаются в подкормках азотными удобрениями. Поэтому разработка некоторых элементов технологии возделывания перспективных сортов гороха будет способствовать повышению его хозяйственной и экономической эффективности, выявлению адаптивности возделывания к условиям степной зоны КБР.

Материалом для исследований были семена гороха сорта Рассвет, регуляторы роста растений Альбит, ТПС и Рибав-Экстра, Р.

Схема опыта включала 5-вариантов.

1. Контроль – без обработки;
2. Инокуляция семян Альбит, ТПС, 50 мл/т семян + 15л/га воды;
3. Обработка посевов в фазу бутонизации гороха Альбит, ТПС, 30 мл/га + 300 л/га воды;
4. Инокуляция семян Рибав-Экстра, Р, 1 мл/т +10 л/т семян воды;
5. Обработка посевов в фазу бутонизации гороха Рибав-Экстра, Р, 11 мл/га + 300 л/га воды.

Почва опытного участка – обыкновенный (карбонатный) чернозем тяжелосуглинистого гранулометрического состава. В пахотном (0-20

см) слое содержалось: гумуса – 3,0-3,5%;  $P_2O_5$  (по Мачигину) – 0,14-0,27;  $K_2O$  (по Мачигину) – 2,0-2,6 %; РН – 6,8-7,0 единиц.

Технология возделывания гороха – общепринятая для данной зоны республики. Под основную обработку почвы вносили  $P_{50}K_{40}$ , при посеве  $P_{20}$ . Предшествующая культура за годы исследований – кукуруза на зерно, основная обработка почвы – культурная вспашка ПЛН-4-35 на глубину 25-28 см, весной перед посевом – культивация КПС-4,0 на глубину заделки семян на фоне раннего боронования зяби БЗСС-1,0 с целью закрытия влаги и удаления ранних сорняков.

В технологии возделывания гороха важное значение имеет соблюдение основных требований к сортовым и посевным качествам семян культуры. Подготовка семян включает три операции: 1) протравливание семян; 2) обработку микроудобрениями; 3) нитрагирование [3-4].

Для повышения урожайности зерна гороха важное значение заслуженно отводится инокуляции семян бактериальными препаратами клубеньковых бактерий (нитрагинизация).

В наших исследованиях (2020-2021 гг.) в условиях полевого опыта установлено влияние различных препаратов на зерновую продуктивность гороха сорта Рассвет в условиях степной зоны республики (таблица).

Как видно из таблицы, во всех изучаемых вариантах опыта получена прибавка урожайности зерна гороха. Однако лучшие результаты показали дозы Альбита, ТПС, 50 мл/т семян, внесенных непосредственно перед посевом, разбавленных в 15л воды, и 30 мл/га + 300 л/га воды путем обработки посевов в фазу бутонизации. В этих вариантах урожайность гороха составила в среднем за годы исследований 21,3-21,6 ц/га и сохранено от потерь до 2,5-2,9 ц/га зерна.

В вариантах с использованием Рибав-Экстра, Р в дозе 1 мл/т семян + 10 л воды и такая же доза препарата при внесении по вегетирующим растениям гороха в фазу бутонизации с расходом рабочего раствора в 300 л/га также получены прибавки урожайности зерна, но они уступали обработке препаратом Альбит, ТПС (1,8 ц/га).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что обработка семян и посевов регуляторами роста обеспечивает существенную прибавку урожая. Лучшие результаты за 2 года исследований отмечены при инокуляции семян регулятором роста Альбит ТПС (50 мл/т) непосредственно перед посевом и инокуляция регулятором роста Альбит ТПС (30 мл/га) путем обработки посевов в фазу бутонизации гороха.

Таблица – Влияние регуляторов роста на урожайность зерна гороха, ц/га  
(среднее за 2020-2021 гг.)

| Вариант  | 2020 г.        |                        | 2021 г.        |                        | Среднее        |                        |
|--|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|
|  | всего,<br>ц/га | при-<br>бавка,<br>ц/га | всего,<br>ц/га | при-<br>бавка,<br>ц/га | всего,<br>ц/га | при-<br>бавка,<br>ц/га |
| Контроль   | 18,0           | -                      | 19,5           | -                      | 18,7           | -                      |
| Альбит, ТПС, 50<br>мл/т семян + 15 л/га<br>воды                                  | 21,0           | 3,0                    | 21,5           | 2,0                    | 21,3           | 2,5                    |
| Альбит, ТПС, 30<br>мл/га + 300 л/га воды   | 21,0           | 3,0                    | 21,7           | 2,2                    | 21,6           | 2,9                    |
| Рибав-Экстра, Р, 1<br>мл/т + 10 л/т семян<br>воды                                | 20,0           | 2,0                    | 21,0           | 1,5                    | 20,5           | 1,8                    |
| Рибав-Экстра, Р, 11<br>мл/га + 300 л/га во-<br>ды в фазу бутониза-<br>ции гороха | 20,0           | 2,0                    | 21,0           | 1,5                    | 20,5           | 1,8                    |
| НСР <sub>05</sub>  | 1,0            |                        | 1,2            |                        | 1,3            |                        |

#### Литература

1. Тарчоков, Х.Ш. Технология выращивания высоких урожаев гороха в Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Изд-во «Принт Центр», 2020. – 41 с.
2. Тарчоков, Х.Ш. Основные элементы в технологии возделывания гороха в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии / Х.Ш. Тарчоков, А.Х. Журтова // Известия КБНЦ РАН. – 2021. – № 5 (103). – С. 40-48.
3. Романенко, А.А. Сорта ярового и зимующего гороха селекции Краснодарского НИИСХ им. П.П.Лукьяненко / А.А. Романенко [и др.]. – Краснодар: КНИИСХ, 2005. – 29 с.
4. Лысенко, А.А. Сравнительная продуктивность сортов гороха различных морфотипов и создание на их основе нового селекционного материала: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.А. Лысенко. – Волгоград, 2011. – 21 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта, 5-е изд., дополн. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351, с. 6.
6. Васильченко, С.А. Влияние применения агрохимикатов как элементов технологии возделывания на продуктивность гороха в южной зоне Ростовской области / С.А. Васильченко [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 5. – С. 27-30.

**IMPACT OF GROWTH REGULATORS ON THE YIELD OF PEA GRAIN IN  
ADAPTIVE AGRICULTURE OF THE STEPPE ZONE OF KABARDINO-  
BALKARIA**

**Kh.Sh. Tarchokov<sup>1</sup>, D.A. Tutukova, A.Kh. Zhurtova<sup>2</sup>**

*The effect of different preparations on the grain yield of the pea variety Rassvet is established under the conditions of a field experiment in the Steppe Zone of the republic. Presowing seed treatment (Albit, runny paste, 50 ml/t +15 l/t of seeds) and treatment at the bud formation stage (Albit, runy paste, 30 ml/ha+300 l/ha of water) demonstrate the best results.*

УДК 633.14:632.482.31

**ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ РЖИ  
В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ В СВЯЗИ С ПОРАЖЕНИЕМ  
СПОРЫНЬЕЙ**

**Л.М. Щеклеина**

*ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока  
имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация,  
e-mail: [immunitet@fanc-sv.ru](mailto:immunitet@fanc-sv.ru)*

Спорынья зерновых культур, вызываемая грибом *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., – прогрессирующее заболевание озимой ржи в современных условиях сельскохозяйственного производства. По многолетним наблюдениям (1998-2021 гг.) болезнь в Кировской области ежегодно проявляется на половине посевной площади озимой ржи. Поражение посевов изменяется в среднем по сортам от 0,2 до 8,0 % [2].

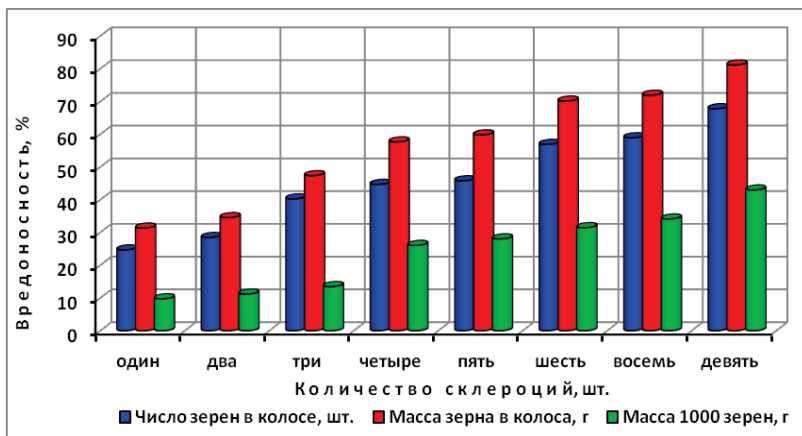
Прямые потери урожая происходят за счет поражения завязи и замещения некоторых зерен склероциями. В связи с тем, что на формирование склероций расходуется большое количество питательных веществ, косвенный ущерб от болезни заключается в задержке развития других зерновок в колосе. Все это приводит к снижению урожайности, а примесь склероций в зерне или муке делает их ядовитыми для человека и животных [1].

Цель исследований: конкретизировать влияние спорыньи на элементы структуры урожая озимой ржи.

Исследования проводили в 2019-2021 гг. в лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Проанализированы важные урожаяобразующие показатели (озерненность колоса, крупность и масса зерна с колоса) в зависимости от интенсивности поражения. Для анализа были отобраны растения сорта Графит с разным количеством склероций в колосьях.

Для обработки результатов исследований применяли пакет селекционно-ориентированных и биометрико-генетических программ AGROS, версия 2.07 и пакет прикладных программ Microsoft Excel.

Анализ ущерба от спорыньи показал, что с увеличением количества склероций в колосе отмечается значительное снижение элементов продуктивности растений уже при формировании в нем одного-двух склероций, что представлено на рисунке. В здоровых колосьях завязалось в среднем 75 зерен. Состояние признака у колосьев с одним склероцием было на 24,7 % ниже, чем у непораженных, с двумя – на 28,4 %, с тремя – на 40,2 %, с четырьмя – на 44,7 %, с пятью – на 45,8 %, с шестью – 56,9 %, с восемью – 58,9 % и с девятью – на 67,8 %. Озерненность колоса снижалась на 28,4-67,8 % (рисунок).



**Рисунок. Влияние зараженности колоса склероциями на элементы структуры урожая озимой ржи**

Основным показателем структуры урожая является масса зерна с колоса. Ее снижение в связи с формированием склероций в рядом расположенных цветках и колосках влечет за собой и уменьшение урожая на 31-81 % по сравнению с непораженными колосьями. У непораженных растений продуктивность колоса составила в среднем 2,8 г. При наличии в колосе одного склероция этот показатель снижался на 31 %, двух – на 34 %, трех – на 47 %, четырех – на 57 %, пяти – на 59 %, шести – 70 %, восьми – 71 % и девяти – на 81 %.

Что касается крупности зерна, то она также имела тенденцию к снижению (на 9,7-43,0 %), но достоверное изменение признака отмечалось только при формировании более четырех склероций в колосе. Выявлено, что масса 1000 зерен у непораженных растений была в

среднем 38,5 г. При формировании одного склероция в колосе она снижалась на 9,7 %, четырех – на 26,0 %, пяти – 28,0 %, шести – 31,4 %, восьми – 34,1 % и девяти – на 43,0 %.

Анализ взаимосвязей этих признаков показал тесную достоверную (при  $P \geq 0,99$ ) отрицательную зависимость между элементами продуктивности растений и количеством склероций в колосе:  $r = -0,98$  (число зерен в колосе),  $r = -0,97$  (масса зерна с колоса),  $r = -0,80$  (масса 1000 зерен). Следовательно, очевиден прямой вред от спорыньи на продуктивность колоса озимой ржи.

Таким образом, уровень вредоносности спорыньи на посевах озимой ржи в условиях Кировской области зависит в большей степени от количества склероций в колосе, чем от количества пораженных растений. Это приводит к увеличению засоренности склероциями зерновой массы, а при недостаточной очистке ее и семенного материала.

#### Литература

1. Шешегова, Т.К. Поиск генотипов ржи и пшеницы, устойчивых к *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. и не накапливающих эргоалкалоиды в склероциях гриба / Т.К. Шешегова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – С. 549-558. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.3.549rus.
2. Щеклеина, Л.М. Влияние погодных факторов на отдельные периоды развития гриба *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul и уровень вредоносности спорыньи в Кировской области / Л.М. Щеклеина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – № 20 (2). – С. 134-143. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.134-143.

#### **PRODUCTIVITY OF WINTER RYE PLANTS IN THE KIROV REGION IN RELATION TO ERGOT INFECTION**

**L.M.Shchekleina**

*Harmfulness of ergot in winter rye under the conditions of the Kirov region depends to a greater extent on the number of sclerotia in ear, which leads to the increase of grain contamination with sclerotia. An accurate negative correlation was established between the indicators of ear grain content, grain size and grain weight per ear and the number of sclerotia in the ear ( $r = -0.80 \dots -0.98$ ).*

УДК 632:633.353(476)

#### **ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ПОСЕВАХ БОБОВ КОРМОВЫХ В БЕЛАРУСИ**

**А.А. Запрудский, А.М. Яковенко, Д.Ф. Привалов**

*РУП «Институт защиты растений», anna.yakovenka@yandex.by*

В условиях Беларуси получение высоких и стабильных урожаев зерна бобов кормовых затруднено в связи с поражением культуры фи-

топатогенами. Высокое развитие в посевах альтернариоза (*Alternaria* spp.) и черноватой пятнистости (*Stemphylium* spp.) способствует снижению урожайности, потребительских и посевных качеств зерна. Эти болезни не приводят к гибели растений, но значительно сокращают ассимиляционную поверхность листьев, вызывают преждевременное усыхание створок плодов и семян [1, 3]. Опасными болезнями бобов кормовых во всем мире являются шоколадная пятнистость (*Botrytis fabae* Sardiña) и фузариоз (*Fusarium* spp.), потери зерна могут достигать 75 % [2, 4].

Фитопатологическое состояние посевов бобов кормовых оценивалось нами в 2017-2021 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» и в хозяйствах республики. Выявлено, что наиболее распространенными фитопатогенами являются шоколадная пятнистость, фузариоз, альтернариоз, черноватая пятнистость, ржавчина и ложная мучнистая роса. Доминирует шоколадная пятнистость [2, 5].

Результаты проведенной оценки состояния посевов кормовых бобов свидетельствуют о том, что массовое проявление шоколадной пятнистости отмечается в период роста стебля в длину, когда действие протравителей нивелировано. В условиях Беларуси гриб *B. fabae* поражает как листья, стебли и плоды, так и проникает в семена (бобы), образуя мелкие пятнышки на поверхности семенной кожуры бобов кормовых. Наиболее благоприятные условия для распространения и развития болезни отмечаются в Центральной агроклиматической зоне возделывания культуры (10,3-35,9 %). На наш взгляд, это связано с высокой относительной влажностью воздуха (76,0 %) и благоприятной для развития гриба температурой (17,3 °C) в период созревания. В большинстве случаев в пораженных шоколадной пятнистостью посевах фиксируется частичная или полная гибель растения, что свидетельствует о высокой вредоносности данной болезни (таблица 1).

Таблица 1. Распространенность и развитие шоколадной пятнистости в посевах бобов кормовых (маршрутные обследования, ВВСН 85)

| Агроклиматическая зона возделывания | 2017 г. |      | 2018 г. |      | 2019 г. |      | 2020 г. |      | 2021 г. |      |
|-------------------------------------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
|                                     | P, %    | R, % | P, %    | R, % | P, %    | R, % | P, %    | R, % | P, %    | R, % |
| Новая                               | 46,3    | 10,0 | 70,0    | 18,0 | 55,1    | 17,4 | 27,0    | 10,4 | 26,5    | 19,7 |
| Южная                               | 47,5    | 11,5 | 61,3    | 15,8 | 52,5    | 14,3 | 50,0    | 15,2 | 37,6    | 22,8 |
| Центральная                         | 43,8    | 10,3 | 90,7    | 30,6 | 81,1    | 33,4 | 69,0    | 22,8 | 50,7    | 35,9 |
| Северная                            | 75,0    | 15,0 | 93,8    | 25,0 | 85,4    | 23,7 | 52,0    | 21,0 | 51,4    | 32,7 |

Примечание. P – распространенность болезни; R – развитие болезни

Опасной болезнью бобов кормовых также является фузариоз (*Fusarium* spp.). Болезнь развивается от корневой шейки вверх по стеблю, поражая сосудистую систему растения. Фузариозная корневая гниль отмечалась нами в период всходы – развитие листьев в виде почернения и загнивания корней. В период стеблевания – полное цветение на растениях бобов кормовых отмечается фузариозное увядание, которое развивается очагами. Пораженность культуры болезнью была в пределах 12,1-35,7 %.

В период всходы – развитие листьев бобы поражаются альтернариозом (*Alternaria* spp.). На листьях появляются мелкие темно-коричневые пятнышки с желтой каймой или без нее. В засушливых условиях пятна на листьях сливаются, что приводит к их усыханию. Ежегодно минимальное развитие болезни отмечалось в Северной агроклиматической зоне возделывания – 7,0-18,0 %. Максимальное развитие болезни (34,3 %) зафиксировано в Новой агроклиматической зоне возделывания в 2017 г.

Черноватая пятнистость (*Stemphylium* spp.) в посевах бобов кормовых проявляется в период стеблевания, поражая нижний ярус листьев, а затем переходя на верхние листья. В период бутонизация – цветение отмечается развитие болезни и на стеблях культуры в виде темно-бурых пятен, которые со временем приобретают темно-оливковый налет. В период созревания пораженность растений черноватой пятнистостью достигала 1,3–29,5 % в зависимости от года и агроклиматической зоны возделывания.

Ржавчина (*Uromyces fabae* de Vary ex Cooke) появляется в конце вегетации кормовых бобов на листьях, стеблях и бобах культуры, вызывая их усыхание. В 2017 г. в Северной агроклиматической зоне возделывания зафиксировано максимальное развитие болезни – 46,5 %. Ложная мучнистая роса (*Peronospora fabae* Jacz. et Serg.) проявляется в период образование бобов – созревание в виде белого налета на верхней и нижней стороне листа. Пораженность растений болезнью не превышала 8,9 %.

В 2019–2021 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах сорта Фанфар нами проведены специальные опыты по определению вредоносности шоколадной пятнистости. Было установлено, что достоверное снижение массы 1000 семян отмечается при уровне развития болезни 5,1 %, а урожайности зерна – 2,1 %. Высокая вредоносность шоколадной пятнистости проявляется в потерях урожая зерна при 4 балле поражения на 68,7-72,6 %.

### Литература

1. Глим'язний, В.А. Стійкість нових сортів кормових бобів проти найбільш поширених та шкодоцинних хвороб / В. А. Глим'язний, Д. Т. Гентош // Карантин і захист рослин. – 2010. – № 10 (172). – С. 9-10.
2. Запрудский, А.А. Вредоносность шоколадной пятнистости в посевах кормовых бобов в условиях Беларуси / А.А. Запрудский, А.М. Яковенко, Д.Ф. Привалов // Земледелие и защита растений. – 2022. – № 1 (140). – С. 29-32.
3. Куркина, Ю.Н. Проявление альтернариоза на кормовых бобах и белом люпине / Ю.Н. Куркина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 6. – С. 43-45.
4. Куркина, Ю.Н. Фузариоз бобов / Ю.Н. Куркина // Защита и карантин растений. – 2009. – № 10. – С. 35-36.
5. Мероприятия по защите бобов кормовых от болезней в условиях Беларуси: (рекомендации) / А.А. Запрудский, А.М. Яковенко, Е.С. Белова, Д.Ф. Привалов. – Минск: Институт защиты растений», 2020. – 43 с.

### **PHYTOPATHOLOGICAL SITUATION IN FABA BEANS IN BELARUS**

**A.A. Zaprudsky, A.M. Yakovenko, D.F. Privalov**

*The data of monitoring of phytopathological state of faba beans are presented. The widespread infection with Botrytis fabae, Fusarium spp., Alternaria spp., Stemphylium spp., Uromyces fabae and Peronospora in faba beans is identified.*

УДК 579.64

### **АССОЦИАЦИИ ЭФФЕКТИВНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СОИ**

**И.Э. Смирнова \*, Э.Р. Файзулина, Л.Г. Татаркина, Г.Б. Баймаханова**  
*ТОО «Научно-производственный центр микробиологии  
и вирусологии», Казахстан, Алматы, \*e-mail: iesmirnova@mail.ru*

Применение интенсивных технологий в сельском хозяйстве, основанных на химизации производства, приводит к загрязнению окружающей среды, снижению плодородия почвы и ухудшению качества продуктов питания. В настоящее время, состояние сельского хозяйства заставляет обратить внимание на рациональное использование природных ресурсов при производстве агропродукции. Одной из основных проблем аграрного сектора является дефицит белка в питании людей и недостаточность кормовой базы для развития животноводства. Возможным путем решения этой проблемы является увеличение производства высокобелковых зернобобовых культур и, прежде всего, сои [1, 2]. Высокое содержание в зерне сои полноценного по аминокислотному составу белка и высококачественного масла определяют её широкое применение [3]. Соя возделывается в более чем 60 странах мира,

и ее производство ежегодно возрастает [4]. При выращивании сои применяют минеральные азотные и фосфорные удобрения. Применение их высоких доз позволяет добиться больших урожаев сельскохозяйственной продукции, но вводит почву в допинговый режим, что приводит к снижению ее плодородия в будущем [5]. Вследствие этого, большой интерес во всем мире вызывает разработка и применение биологических методов увеличения продуктивности культур [6]. В настоящее время приоритет отдается микробным препаратам, сочетающим несколько агрономически ценных свойств, для повышения плодородия почв и урожайности культур [7]. Целью данного исследования было создание ассоциаций эффективных микроорганизмов для улучшения азотного и фосфорного питания растений сои и изучение их влияния на развитие сои для создания биоудобрения на их основе.

Объектами исследования были азотфиксирующие бактерии, выделенные из клубеньков на корнях сои (*Glycine max* (L.) Merr.), и фосфатмобилизующие бактерии, выделенные из ризосферной почвы сои, собранной на полях Алматинской области Казахстана в 2019-2021 гг. В общей сложности было выделено 18 изолятов ризобий и 24 изолята фосфатмобилизующих бактерий. Азотфиксацию ризобий определяли по нитрогеназной активности ацетиленовым методом (ARA) [8]. Фосфатмобилизующую способность определяли модифицированным методом Сэги [9]. Ростостимулирующую активность штаммов и ассоциаций определяли по стандартной методике [10]. Все эксперименты повторяли 3-5 раз. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета программ STATISTICA 10.0 [11]. Приведенные результаты показывают средние значения (M) и стандартные ошибки средних значений ( $\pm$ SEM) [12].

Для отбора наиболее активных клубеньковых бактерий была изучена их нодулирующая и азотфиксирующая активность. Таблица 1 показывает данные штаммов ризобий с наиболее высокими результатами.

Установлено, что штаммы ризобий активно образуют клубеньки на корнях сои и фиксируют азот атмосферы. Отмечено, что в вариантах со Н-4, Н-6, Н-7, Н-8 клубеньки были более крупными, и их появление было на 12,5 % раньше, чем в других вариантах, а сухой вес клубеньков был больше. Установлено, что эти штаммы бактерий более активно фиксировали азот и образовывали больше клубеньков на корнях, чем остальные штаммы.

Изучение фосфатсолобилизирующей активности штаммов провели в динамике. В таблице 2 представлены данные штаммов бактерий, показавших наиболее высокие результаты.

Таблица 1 – Нодуляция и нитрогеназная активность ризобий

| Штаммы   | Количество клубеньков на растение, шт. | Сухой вес клубеньков, мг/раст. | Сухой вес корней, г/раст. | Нитрогеназная активность* (μмоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /мл/ч) |
|----------|--|--------------------------------|---------------------------|---|
| Контроль | 0                                      | 0                              | 7,3±0,1                   | 0,00±0,00   |
| МА-1     | 12,8±1,2                               | 128,3±0,05                     | 11,3±0,2                  | 3,87±0,01   |
| Н-2      | 14,6±1,4                               | 130,2±0,03                     | 10,9±0,1                  | 2,32±0,01   |
| Н-3      | 12,1±1,1                               | 142,2±0,08                     | 9,7±0,2                   | 5,25±0,01   |
| Н-4      | 17,8±1,4                               | 150,5±0,07                     | 12,2±0,1                  | 6,45±0,02   |
| Н-6      | 18,2±1,3                               | 153,2±0,1                      | 12,6±0,1                  | 6,71±0,01   |
| Н-7      | 18,4±1,1                               | 158,±0,08                      | 12,8±0,2                  | 6,74±0,02   |
| Н-8      | 18,1±1,4                               | 157,4±0,1                      | 12,7±0,2                  | 6,37±0,01   |

Примечание. n = 5; p < 0,05; \* p < 0,01

Таблица 2 – Динамика роста и фосфатмобилизующая активность бактерий

| Штаммы | Длительность культивирования |          |                                |                     |          |                                |
|--------|------------------------------|----------|--------------------------------|---------------------|----------|--------------------------------|
|        | 3 суток                      |          |                                | 5 суток             |          |                                |
|        | Титр, КОЕ/мл                 | pH       | Диаметр зоны растворения Р, мл | Титр, КОЕ/мл        | pH       | Диаметр зоны растворения Р, мл |
| ФЛ-2   | 3,3×10 <sup>6</sup>          | 5,1±0,1  | 18,±1,0                        | 2,7×10 <sup>8</sup> | 4,5±0,06 | 25,9±1,3                       |
| ФУ-3   | 3,5×10 <sup>7</sup>          | 4,9±0,1  | 22,7±1,2                       | 2,8×10 <sup>8</sup> | 4,4±0,04 | 26,4±1,1                       |
| ФТ-1   | 4,3×10 <sup>7</sup>          | 4,6±0,08 | 19,5±1,1                       | 2,5×10 <sup>8</sup> | 4,4±0,05 | 26,1±1,2                       |
| ФТ-4   | 4,4×10 <sup>7</sup>          | 4,5±0,05 | 23,8±1,3                       | 2,6×10 <sup>8</sup> | 4,3±0,06 | 26,3±1,3                       |
| ФМ-2   | 3,3×10 <sup>6</sup>          | 4,7±0,07 | 17,9±1,0                       | 2,8×10 <sup>7</sup> | 4,5±0,04 | 18,7±1,0                       |
| ФМ-9   | 4,0×10 <sup>7</sup>          | 4,5±0,04 | 16,7±0,08                      | 2,4×10 <sup>7</sup> | 4,5±0,03 | 19,4±1,1                       |
| ФС-11  | 4,1×10 <sup>6</sup>          | 4,6±0,08 | 16,9±0,09                      | 3,4×10 <sup>7</sup> | 4,4±0,04 | 19,8±1,2                       |

Примечание. n = 5; p < 0,05

Результаты, представленные в таблице 2, показывают, что все исследуемые бактерии обладали высокой способностью к мобилизации фосфатов. Однако установлено, что четыре штамма бактерий (ФЛ-2, ФУ-3, ФТ-1 и ФТ-4) обладали наиболее высокой фосфатмобилизующей активностью. Диаметр зон растворения фосфатов этими штаммами составлял 25,9-26,4 мм. Максимальную активность отмечали у штамма ФУ-3.

Изучение ростостимулирующей активности штаммов бактерий показало их высокую активность. Так, при инокуляции семян фосфатмобилизующими бактериями длина стеблей увеличилась в 1,5-2,0 раза,

длина корней в 1,4-1,5 раза, при инокуляции ризобиями длина стеблей увеличилась в 1,6-2,3 раза, длина корней в 1,5-1,8 раза по сравнению с контролем. Ростостимулирующая активность клубеньковых бактерий была несколько выше, чем у фосфатсольюбилизирующих бактерий. Также ризобии повышали всхожесть семян сои до 95-98 %, фосфатсольюбилизирующие бактерии до 80-83 % (контроль 58,6 %).

По результатам исследований были отобраны наиболее активные штаммы ризобий и фосфатсольюбилизирующих бактерий, на основе которых были созданы ассоциации эффективных микроорганизмов. Далее изучили влияние созданных ассоциаций на фиксацию азота, мобилизацию фосфатов и накопление белка в наземной массе сои. Полученные данные представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Влияние ассоциации эффективных микроорганизмов на фиксацию азота, мобилизацию фосфатов и накопление белка в наземной массе сои**

| Вариант        | Нитрогеназная активность, *<br>μмоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /мл/ч | Белок наземной части, %** | Диаметр зоны растворения P, мл |
|----------------|--|---------------------------|--------------------------------|
| Контроль       | 0,00±0,00  | 12,4±0,1                  | 0,00±0,00                      |
| Ассоциация №18 | 8,34±0,02  | 18,7±0,2                  | 31,9±0,4                       |
| Ассоциация №21 | 10,84±0,03   | 21,1±0,5                  | 32,3±0,6                       |
| Ассоциация №35 | 9,76±0,01  | 19,8±0,3                  | 28,2±0,3                       |

Примечание. n = 5; p < 0,05; \* p < 0,01; \*\* абсолютно сухая биомасса

Из результатов таблицы 3 видно, что ассоциации активно фиксируют азот и мобилизуют трикальцийфосфат (диаметр зон растворения фосфатов 28-32 мм). Содержание протеина в сухой массе растений возросло в 1,5-1,7 раза (таблица 3). Эти результаты доказывают, что ассоциации микроорганизмов были весьма эффективными. Установлено, что наиболее перспективной для выращивания сои была ассоциация № 21.

Таким образом, проведенные исследования показали высокую перспективность применения ассоциаций эффективных микроорганизмов на основе ризобий и фосфатмобилизирующих бактерий для выращивания сои. Инокуляция семян ассоциациями значительно увеличивала длину стеблей (в 1,8-2,0 раз), длину корней (в 2,5-2,7 раз), количество клубеньков на корнях (в 2,7-3,2 раза), азотфиксацию клубеньков (в 2,8-3,0 раз), мобилизацию фосфатов (на 20-25 %) и повышала содержание белка в растениях сои (в 1,5-2,0 раза) по сравнению с контролем. По результатам исследований была отобрана наиболее эффективная ассо-

циация, состоящий из штаммов ризобий и фосфатмобилизирующих бактерий. На основе этой ассоциации возможно создание биоудобрения для выращивания сои.

### Литература

1. Stagnari, F. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview / F. Stagnari, A. Maggio, A. Galieni // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2017. Vol. 4. P. 2. <https://doi.org/10.1186/s40538-016-0085-1>.

2. Gaweda, D., Nowak A., Haliniarz M. Yield and economic effectiveness of soybean grown under different cropping systems // *International Journal of Plant Production*. 2020. Vol. 14. P. 475-485. <https://doi.org/10.1007/s42106-020-00098-1>.

3. Wijewardana, C, Reddy K.R., Bellaloui N. Soybean seed physiology, quality, and chemical composition under soil moisture stress. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 278. P. 92-100. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.11.035.

4. Лысенко, Ю. ТОП-10 производителей сои в мире в 2019 году. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://latifundist.com/rating/top-10-proizvoditelej-soi-v-mire-v-2019-godu>. - Дата доступа: 02.05.2022.

5. Сычев, В.Г. Плодородие почв России и пути его регулирования / В.Г. Сычев, С.А. Шафран, С.Б. Виноградова // *Агрехимия*. — 2022. — № 6. — С. 3-13.

6. Havlin J., Heiniger R. Soil Fertility Management for Better Crop Production. *Agronomy*. 2020. Vol.10. P. 1349. doi:10.3390/agronomy10091349.

7. Han Q., Ma Q., Chen Y. Variation in rhizosphere microbial communities and its association with the symbiotic efficiency of rhizobia in soybean. *Journal of the International Society for Microbial Ecology*. 2020. Vol. 14. P. 1915-1928. <https://doi.org/10.1038/s41396-020-0648-9>.

8. Das S., De T.K. Microbial assay of N<sub>2</sub> fixation rate, a simple alternate for acetylene reduction assay. *Methods X*. 2018. Vol. 5. P. 909-914. doi: 10.1016/j.mex.2017.11.010.

9. Сэги, Ю. Методы почвенной микробиологии. – Москва: Колос, 1983. – 162 с.

10. Kulkarni M.G., Sparg S.G., van Staden J. Temperature and light requirements for seed germination and seedling growth of two medicinal Hyacinthaceae species. *South African Journal of Botany*. 2005. Vol. 71(3-4). P. 349-353.

11. Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных в STATISTICA 10. – М.: Горячая линия-Телеком, 2016. – 288 с.

12. Gomez K.A., Gomez A.A. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc.; New York, NY, USA: 1984. 704 p.

### **ASSOCIATIONS OF EFFECTIVE MICROORGANISMS, PERSPECTIVE FOR SOYBEAN CULTIVATION**

***I.E. Smirnova, E.R. Faizulina, L.G. Tatarkina, G.B. Baimakhanova***

*The study showed high promising outlook of using the association of effective microorganisms based on rhizobia and phosphate mobilizing bacteria for soybean*

*cultivation. Seed inoculation with associations stimulated the growth of soybean plants, the number of nodules on the roots, nitrogen fixation of nodules, mobilization of phosphates and increased the protein content in soybean plants by 1.5-2.0 times. The most effective association consisting of strains of rhizobia and phosphate-solubilizing bacteria was selected. Based on this association, it is possible to develop a biofertilizer for growing soybeans.*

УДК 632.951:635.63.044:632.7

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ АБАМЕКТИНА В КОНТРОЛЕ ТРИПСОВ В ПОСАДКАХ ОГУРЦА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА**

***С.И. Романовский***

*РУП «Институт защиты растений», e-mail: romass\_86@mail.ru*

Получению гарантированного эффекта в регуляции численности растительноядных трипсов зачастую препятствует ряд биоэкологических аспектов, обусловленных сложным циклом развития и высокой экологической пластичностью видов. Не менее важный фактор – быстро растущая резистентность к инсектицидам различных химических классов, часто являющаяся причиной получения кратковременного эффекта большинства разрешенных для целевого использования препаратов [1, 2]. Это обуславливает фиксирующееся в последние годы обострение энтомологической ситуации в посадках огурца защищенного грунта в условиях производственных теплиц Республики Беларусь. Практическая сторона решения проблемы свидетельствует о том, что сдержать массовое развитие популяций в биоценозах культуры порой удается лишь в результате минимального сокращения интервалов между обработками – до 5-7 суток. Такая стратегия достижения скорейшей оптимизации энтомологической ситуации время от времени позволяет добиться желаемых результатов снижения численности [1]. Вместе с тем, одним из направлений решения данной проблемы может быть поиск и внедрение в интегрированную систему защиты препаратов, способных обеспечить стабильный и длительный контроль фитофагов.

В вегетационном сезоне 2021 г. нами оценено влияние инсектицидов, содержащих в качестве действующих веществ метаболит актиномицетов – абамектин, а также его комбинации с циантранилипролом на динамику местных популяций растительноядных трипсов в посадках огурца Бьерн (Bjorn) F<sub>1</sub>, выращиваемых в условиях производственных теплиц ОАО «Озерицкий-Агро» Смолевичского района Минской области. В рамках экспериментальных исследований осуществлена 3-кратная обработка растений следующими образцами токсикан-

тов: концентрат эмульсии (КЭ) на основе абамектина 18 г/л – 1,0 л/га; суспензионный концентрат (СК) с содержанием абамектина – 18 г/л в сочетании с циантранилипролом – 60 г/л – 1,5 л/га.

Биологическая эффективность однокомпонентного препарата на фоне роста плотности популяций и колебаниях средней численности личиночных стадий в пределах опытного участка от 1,55 до 3,81 экз./лист на 3, 7 и 10 сутки после обработки варьировала в пределах 80,1-84,7 %. Защитный эффект абамектина в сочетании с циантранилипролом в аналогичный период наблюдений в отношении личинок составлял 84,8-87,5 %. Через 14 суток на фоне возобновления роста плотности популяций, характеризующегося меньшей интенсивностью относительно варианта без обработки, где средняя численность нимфальных стадий вплоть до учетов на 28 сутки увеличивалась от 5,16 до 12,2 экз./лист, биологическая эффективность комбинированного токсиканта (абамектин + циантранилипрол) продолжала оставаться на достаточно высоком уровне – 74,4-88,5 %, защитный эффект абамектина варьировал в пределах 69,3-77,7 %. В дальнейшем высокий потенциал развития популяций на опытных участках с однократным использованием изучаемых инсектицидов стал предпосылкой для проведения повторной обработки. Биологическая эффективность абамектина на 3 сутки после повторного опрыскивания растений составила 51,5 %, тогда как использование двухкомпонентного препарата способствовало усилению защитного эффекта до 91,1 %. Гибель личиночных стадий под влиянием абамектина на 7 и 10 сутки составила 76,7 и 77,6 %, на делянках с применением двухкомпонентного препарата была выше и находилась на уровне 90,8 % и 86,7 % соответственно. Через 14 суток после двукратного опрыскивания растений в результате возобновления роста плотности популяций инсектицидная активность абамектина сократилась до 64,9 %, защитный эффект комбинации с циантранилипролом составил 54,8 %. Непрерывное развитие фитофагов в варианте без обработки при достижении пика численности личинок 35,3 экз./лист на 21-е сутки привело к отсутствию токсического воздействия изучаемых инсектицидов на вредителя, что потребовало проведения третьей обработки практически по завершению сроков выращивания огурца в зимне-весеннем культурообороте. В результате трехкратной обработки, проведенной за 10 суток до планируемой ликвидации растений, наибольшая биологическая эффективность абамектина достигала 65,3 %, защитный эффект комбинации с циантранилипролом был выше и составил 71,8 % на фоне естественной гибели фитофагов в пределах опытного участка, обусловленной влиянием повышенных температур и снижением качества кормовой базы.

Полученные данные свидетельствуют о высокой биологической эффективности и пролонгированном действии абамектина на личиночную стадию развития фитофагов, что обуславливает перспективность для включения препаратов на его основе в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» в качестве инсектицидов против растительноядных трипсов в посадках огурца защищенного грунта [2].

#### Литература

1. Агасонова, Н.Е. Использование инсектицидов, актиномицетных метаболитов, энтомопатогенных нематод и ориуса в защите огурца от западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* P. / Н.Е. Агасонова // Агрехимия. – 2017. – №8. – С. 68-76.

2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / Гл. гос. инсп. по семеноводству, карантину и защите растений ; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2020. – 742 с.

#### **EFFECTIVENESS OF ABAMECTIN IN CONTROL OF THRIPS IN CUCUMBER PLANTING OF PROTECTED SOIL**

*S.I. Romanovskiy*

*The potential use of abamectin and cyantraniliprole-based toxicants to protect greenhouse cucumber plantings against herbivorous thrips was evaluated. It was found that the maximum protective effect as a result of triple use of an abamectin-based insecticide at a rate of 1.0 l/ha was 84.7% in relation to the larval stages of phytophage. The biological efficiency of the two-component preparation including abamectin and cyantraniliprole at a rate of 1.5 l/ha reached 91.1%. High activity of the studied toxicants in relation to the feeding stages of phytophages was observed for 10-14 days.*

УДК 633.31/.37+633.33

#### **ПОТЕНЦИАЛ ПРОДУКТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР НА ЗЕРНО НА СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Л.П. Картавенкова, М.О. Леоненко, Ю.В. Сковородко,  
А.М. Новицкий*

*РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства  
НАН Беларуси», e-mail 7152869@ mail.ru*

Возделывание зернобобовых культур имеет важное значение для сокращения дефицита растительного белка. Однако в производствен-

ных условиях урожайность зерна и зеленой массы зернобобовых культур остается низкой. Одной из причин недостаточной продуктивности зернобобовых культур в условиях производства является необоснованный подбор культур и сортов и нарушение технологий возделывания применительно к конкретным условиям произрастания. Для увеличения производства кормового белка и стабилизации урожайности зернобобовых культур необходимо расширение посевных площадей кормовых бобов, гороха, люпина узколистного. В настоящее время отсутствует научная информация по сравнительной оценке продуктивности и экономической эффективности возделывания этих культур в почвенно-климатических условиях Витебской области при возделывании на зерно.

Исследования по сравнительной оценке зернобобовых культур проводили в 2019-2020 гг. на дерново-подзолистой суглинистой почве Витебской области. В опыте возделывали кормовые бобы Фанфар, горох полевой Зазерский усатый, люпин узколистный Талант в соответствии с отраслевыми регламентами. Посев этих культур проводили при наступлении физической спелости почвы и через 15 дней после раннего срока сева. Существенные различия по метеорологическим условиям в период проведения исследований позволили более объективно оценить продуктивность зернобобовых культур.

Установлено, что в среднем за период исследований наибольшую продуктивность обеспечили кормовые бобы. Урожайность зерна в этом случае составила 41,7-49,6 ц/га, а сбор переваримого протеина 10,5-12,4 ц/га. Максимальными эти показатели были при раннем сроке сева, снижаясь при посеве через 15 дней соответственно на 15,9 и 15,3 % (таблица 1).

У гороха полевого урожайность зерна при раннем сроке сева составила в среднем 36,7 ц/га, а сбор переваримого протеина – 7,1 ц/га, что ниже по сравнению с кормовыми бобами на 12,9 и 5,3 ц/га, т.е. на 26,0 и 42,7 %. У люпина узколистного в этом случае указанные выше показатели составили соответственно 31,3 и 7,6 ц/га, что ниже по сравнению с кормовыми бобами на 18,3 и 4,8 ц/га (36,9 и 38,7 %).

При позднем сроке сева урожайность зерна гороха полевого составила в среднем 33,5 ц/га, а люпина узколистного 30,4 ц/га при сборе переваримого протеина 6,4 и 7,4 ц/га. В этом случае урожайность зерна снижалась у указанных выше культур в сравнении с кормовыми бобами на 8,2 ц/га (19,7 %) и 11,3 ц/га (27,1 %), а сбор переваримого протеина – на 4,1 ц/га (39,0 %) и 3,4 ц/га (29,5 %).

Необходимо отметить, что при посеве через 15 дней после раннего срока сева урожайность зерна гороха посевного снижалась на 3,2 ц/га

Таблица 1 – Урожайность зернобобовых культур в зависимости от срока сева

| Культура                                       | Урожайность зерна, ц/га |         |         | Сбор переваримого протеина, ц/га |         |         |
|--|-------------------------|---------|---------|----------------------------------|---------|---------|
|  | 2019 г.                 | 2020 г. | среднее | 2019 г.                          | 2020 г. | среднее |
| Первый срок сева (физическое созревание почвы) |                         |         |         |                                  |         |         |
| Кормовые бобы                                  | 52,4                    | 46,8    | 49,6    | 13,1                             | 11,7    | 12,4    |
| Горох полевой                                  | 38,8                    | 34,6    | 36,7    | 7,5                              | 6,6     | 7,1     |
| Люпин узколистный                              | 32,3                    | 30,4    | 31,3    | 7,9                              | 7,3     | 7,6     |
| НСР <sub>05</sub>                              | 2,8                     | 2,5     | 2,6     |                                  |         |         |
| Второй срок сева (через 15 дней)               |                         |         |         |                                  |         |         |
| Кормовые бобы                                  | 41,1                    | 42,4    | 41,7    | 10,3                             | 10,6    | 10,5    |
| Горох полевой                                  | 34,2                    | 32,8    | 33,5    | 6,6                              | 6,2     | 6,4     |
| Люпин узколистный                              | 30,2                    | 30,6    | 30,4    | 7,4                              | 7,3     | 7,4     |
| НСР <sub>05</sub>                              | 2,6                     | 2,3     | 2,4     |                                  |         |         |

(8,7 %), а люпина узколистного – на 0,9 ц/га (2,9 %). Сбор сырого протеина в этом случае уменьшался на 0,7 ц/га (9,9 %) и 0,2 ц/га (2,6 %). Следовательно, эти культуры в значительно меньшей степени реагируют на нарушение оптимального срока сева в сравнении с кормовыми бобами.

Необходимо отметить, что сбор переваримого протеина у люпина узколистного в среднем за два года составил 7,4-7,6 ц/га в зависимости от срока сева, то есть находился практически на таком же уровне как у гороха посевного при существенной разнице по урожайности зерна. Кормовые бобы по этому показателю превышали горох посевной в 1,7, а люпин узколистный в 1,6 раза при раннем сроке сева и в 1,6 и 1,4 раза при посеве через 15 дней.

При оценке экономической эффективности возделывания зернобобовых культур выход кормовых единиц был определен в соответствии с общепринятыми коэффициентами, а стоимость 1 к.ед. соответствовала стоимости фуражного ячменя по государственным закупочным ценам.

Расчеты свидетельствуют о том, что наибольшая экономическая эффективность получена при возделывании кормовых бобов. Чистый доход в этом случае составил 11184,80 руб./га. При возделывании гороха полевого этот показатель был равен 7614,51 руб./га, а люпина узколистного – 5064,28 руб./га, то есть снижался в 1,5 и 2,2 раза соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания зернобобовых культур

| Культура          | Выход кормовых единиц, ц/га | Затраты руб./га | Стоимость продукции, руб./га | Чистый доход, руб./га |
|-------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------|
| Кормовые бобы     | 64,0                        | 2386,78         | 13571,58                     | 11184,80              |
| Горох полевой     | 42,9                        | 1482,69         | 9097,20                      | 7614,51               |
| Люпин узколистный | 34,7                        | 2294,06         | 7358,34                      | 5064,28               |

Таким образом, в почвенно-климатических условиях Витебской области для сокращения дефицита растительного белка наибольший интерес представляют кормовые бобы, которые существенно превосходят по продуктивности и экономической эффективности горох полевой и люпин узколистный.

***PRODUCTIVITY POTENTIAL AND CULTIVATION EFFICIENCY OF LEGUMINOUS CROPS ON LOAMY SOILS OF VITEBSK REGION***

*L.P. Kartavenkova, M.O. Leonenko, Y.V. Skovorodko, A.M. Novitsky*

*On sod-podzolic loamy soils of Vitebsk region, the highest productivity of grain leguminous crops was reached in fodder beans and averaged 4.96 t/ha at early sowing and 4.17 t/ha at sowing in 15 days.*

УДК 577.3:577.1:631.8

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ХЛОРИДНОМУ ЗАСОЛЕНИЮ РАСТЕНИЙ СОРГО (*SORGHUM*) СОРТОВ ЕФРЕМОВСКАЯ-2А И САРВАШ**

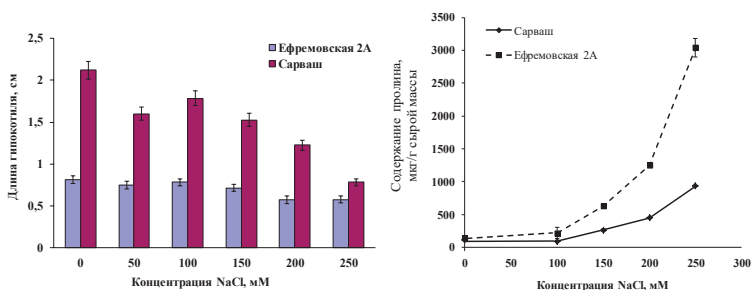
*Н.Г. Аверина, И.А. Дремук, С.М. Савина, А.В. Емельянова*  
 Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси,  
 Минск, *irinadremuk@yandex.ru*

Изменение климата на нашей планете, связанное с глобальным потеплением и расширением масштабов почвенного засоления, приводит к ограничению роста и развития растений, снижению их продуктивности [1]. Актуальным является оперативное введение в севооборот засухоустойчивых и солеустойчивых кормовых культур, способных выдержать подобные экстремальные условия. Большой интерес заслуживают сорговые культуры, которые используются в кормовом, техническом и пищевом направлениях и характеризуются как стабильной

урожаемостью в условиях недостаточного увлажнения, так и высокой солеустойчивостью. Разработка методов диагностики устойчивости растений сорго к засолению на ранних этапах онтогенеза является актуальной задачей. С использованием ряда биохимических показателей нами дана оценка солеустойчивости двух сортов сорго Ефремовская-2А и Сарваш, чувствительность которых к засолению до сих пор не была изучена.

Семена сорго сортов Ефремовская-2А и Сарваш проращивали в пластиковых контейнерах на смоченной водой или растворами NaCl (50, 100, 150, 200, 250 мМ) фильтровальной бумаге и выращивали до 7-8-дневного возраста в режиме 14 ч света, 10 ч темноты. Изучали всхожесть семян, способность к синтезу АЛК [2], содержание АФК [3] и пролина [4].

Показано, что максимальной всхожестью при замачивании на воде обладал сорт Ефремовская-2А – 90,0±4,5 %. Значительно ниже (66,7±3,3 %) оказалась всхожесть семян сорта Сарваш. Засоление, создаваемое разными концентрациями соли вплоть до 250 мМ, никак не сказалось на всхожести семян. При выращивании на воде сорт Сарваш обладал высотой надземной части в среднем 7-9 см. Высота надземной части растений сорта Ефремовская-2А оказалась в среднем 5-6 см. Выращивание на солевых растворах привело к угнетению ростовых показателей именно у высокорослого сорта Сарваш (рисунок, А). При использовании NaCl (250 мМ) длина стебля от семени до точки разворачивания первого листа у сорта Сарваш снизилась на 70 %, а общая высота – на 78 % по сравнению с растениями, выращенными на воде. У сорта Ефремовская-2А аналогичные показатели снизились лишь на 30 %.



**Рисунок 1 – Изменение длины стебля от семени до точки разворачивания первого листа 7-дневных растений сорго сортов Ефремовская-2А и Сарваш (А), а также содержание в них пролина (Б) при выращивании на растворах NaCl разных концентраций**

Важную роль в формировании солеустойчивости растений играет стресс-протектор пролин, который является тушителем синглетного кислорода ( $^1\text{O}_2$ ), ингибитором образования пероксида водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) и перехватчиком свободных радикалов [5]. В условиях стресса содержание свободного пролина многократно возрастает. Нами показано, что при выращивании на воде содержание пролина в растениях сорта Сарваш составило в среднем  $109 \pm 3$  мкг/г сырой массы, а у выросшего на воде сорта Ефремовская-2А –  $145 \pm 11$  мкг/г сырой массы (рисунок Б). По мере роста концентраций NaCl наблюдали многократное возрастание содержания пролина в растениях обоих вариантов. При 250 мМ NaCl содержание пролина у растений сорта Сарваш возросло в 8,5 раз, а у растений Ефремовская-2А – в 21 раз по сравнению с растениями, выросшими на воде и в 3,2 раза по сравнению с сортом Сарваш.

Как правило, в стрессовых условиях накапливаются реакционно-способные АФК ( $^1\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , гидроксильный радикал и др.). Показано, что при всех условиях выращивания растений содержание АФК у сорта Сарваш превышало таковое в растениях сорта Ефремовская-2А. При использовании 250 мМ NaCl разница между вариантами составила 2,7 раза.

В высших растениях синтез первого специфического предшественника тетрапирролов – АЛК – является наиболее чувствительным и лимитирующим звеном в образовании хлорофиллов и гема. Мы показали, что при выращивании на воде в растениях сорго сорта Сарваш отмечается в 2,2 раза меньшая способность к накоплению АЛК, а при 200 мМ соли способность к синтезу АЛК у сорта Ефремовская-2А превышала таковую у сорта Сарваш в 4,4 раза. Результаты подтверждают высказанное ранее предположение [6], что высокая способность растений синтезировать АЛК в нормальных условиях может служить важным биохимическим показателем их стрессоустойчивости.

#### Литература

1. Qadir M. [et al.] // Land Degrad. Develop. 2008. Vol. 19. P. 429–453.
2. Mauzerall D., Granick S. // J.Biol.Chem. – 1956. Vol. 219. – P. 435–446.
3. Crow J.P. // Nitric Oxide. 1997. Vol. 1, P. 145–157.
4. Bates L., Waldren R., Teare I. // Plant Soil. 1973. Vol. 39. P. 205–207.
5. Кузнецов В., Шемякова Н. // Физиол. раст. – 1999. – Т. 46. – С. 321–336.
6. Аверина Н., Яронская Е. Биосинтез тетрапирролов в растениях // Минск: Бел. Наука, 2012. – 413 с.

**ESTIMATION OF RESISTANCE OF SORGHUM (SORGHUM) PLANT  
VARIETIES EFREMOVSKAYA-2A AND SARVASH TO CHLORIDE  
SALINIZATION**

*N.G. Averina, I.A. Dremuk, S.M. Savina, H.V. Yemelyanova*

*The estimation of resistance of two sorghum varieties Efremovskaya-2A and Sarvash aged 7-8 days to salinity created by NaCl is conducted. It's shown that the variety Efremovskaya-2A is characterized by a higher seed germination when sprouted in water and on salt solutions (50, 100, 150, 200 and 250 mM NaCl), by a significant resistance to salinization with regard to growth indicators, by a higher ability to accumulate proline and 5-aminolevulinic acid, as well as by a lower content of reactive oxygen species when grown in water and under salinization conditions compared to the Sarvash cultivar.*

УДК 633.521:581.19

**ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ НА СИНТЕЗ УГЛЕВОДОВ  
В РАСТЕНИЯХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА**

*Н.В. Степанова*

*РУП «Институт льна», e-mail: Natali1673@mail.ru*

Определение углеводов в растительном материале позволяет установить закономерность обмена веществ при вегетации растений, формировании и созревании урожая, а также при адаптации и выживании их в неблагоприятных условиях среды. Растворимые углеводы являются неотъемлемым компонентом любой ткани растения. Среди них различают хорошо растворимые в воде моносахариды, а также дисахариды и полисахариды, образуемые из моносахаридов в процессе полимеризации, большинство из которых также хорошо растворимы в воде. К основным структурным углеводам стебля льна относятся лигнин (кислоторастворимый и кислотонерастворимый) и холоцеллюлоза, включающая  $\alpha$ -целлюлозу и гемицеллюлозы. Лигнин определяет связь между элементарными волокнами и лубяными пучками стебля, влияет на процессы деструкции соломы льна при вылежке, а, следовательно, на выход и качество волокна. Гемицеллюлозы и  $\alpha$ -целлюлоза – основные компоненты стенок растительной клетки льна, определяющие технологические свойства волокна (прочность, гибкость). В литературе практически не освещено влияние кислотности почвы на содержание основных биохимических компонентов продуктивной (луба) и непродуктивной (древесины) частей стебля льна-долгунца и их взаимосвязь с накоплением волокна. Цель исследований заключалась в определении влияния кислотности почвы на накопление основных биополимеров углеводной природы в структурных элементах стебля

льна-долгунца. Удельный вес химических компонентов стеблей определялся согласно имеющимся методикам [1, 2, 3].

В фазе бутонизации льна-долгунца анализу подвергались целые стебли, выращенные на почве с кислотностью 5,0; 5,6; 6,1; 6,3. С увеличением уровня  $pH_{KCl}$  почвы с 5,0 до 6,3 установлено повышение в стеблях содержания растворимых углеводов с 22,9 до 32,0 % и снижение содержания структурных углеводов с 77,1 до 67,1 %, в т. ч. главного компонента волокна  $\alpha$ -целлюлозы – с 41,3 до 33,9 % (таблица). Происходит это в результате того, что с повышением содержания в почве обменных карбонатов в период вегетации льна снижается поступление в растения микроэлементов, что ингибирует работу ферментов, регулирующих обменные процессы перехода простых углеводов в структурные.

Таблица – Влияние кислотности почвы на накопление углеводов в растениях льна-долгунца (% в абсолютно сухом веществе)

| Кислотность почвы, $pH_{KCl}$                    | Растворимые углеводы, % | Структурные углеводы, % |              |               |                     |            |
|--|-------------------------|-------------------------|--------------|---------------|---------------------|------------|
|  |                         | всего                   | в том числе  |               |                     |            |
|  |                         |                         | общий лигнин | целлюлоза     |                     |            |
|  |                         | холоцеллюлоза           |              | гемицеллюлозы | $\alpha$ -целлюлоза |            |
| <b>Фаза бутонизации льна-долгунца</b>            |                         |                         |              |               |                     |            |
| <i>Стебель растения (принимается за 100 %)</i>   |                         |                         |              |               |                     |            |
|  |                         | 77,1±0,7                | 23,7±0,3     | 53,4±0,5      | 12,1±0,2            | 41,3±0,5   |
| 5,0  | 22,9±0,7                |                         |              |               |                     |            |
| 5,6  | 28,1±0,6                | 71,9±0,6                | 20,9±0,4     | 51,0±0,6      | 12,3±0,2            | 38,6±0,7   |
| 6,1  | 28,2±0,5                | 71,8±0,5                | 20,7±0,3     | 51,1±0,3      | 12,4±0,2            | 38,7±0,2   |
| 6,3  | 32,0±0,8                | 67,1±0,8                | 21,6±0,4     | 45,5±0,7      | 11,6±0,2            | 33,9±0,7   |
| <b>Фаза ранней желтой спелости льна-долгунца</b> |                         |                         |              |               |                     |            |
| <i>Луб стебля (принимается за 100 %)</i>         |                         |                         |              |               |                     |            |
|  |                         | 78,6 ± 1,2              | 4,9 ± 0,4    | 73,7 ± 1,2    | 13,3 ± 0,1          | 60,4 ± 1,3 |
| 5,0  | 21,4 ± 1,2              |                         |              |               |                     |            |
| 5,6  | 25,0 ± 0,9              | 75,0 ± 0,9              | 4,6 ± 0,3    | 70,4 ± 0,8    | 12,6 ± 0,1          | 57,8 ± 0,9 |
| 6,1  | 25,5 ± 0,7              | 74,5 ± 0,7              | 4,5 ± 0,2    | 70,0 ± 0,6    | 12,4 ± 0,1          | 57,6 ± 0,6 |
| 6,3  | 28,3 ± 0,7              | 71,7 ± 0,7              | 4,4 ± 0,4    | 67,3 ± 0,7    | 12,2 ± 0,1          | 55,1 ± 0,8 |
| <i>Древесина стебля (принимается за 100 %)</i>   |                         |                         |              |               |                     |            |
|  |                         | 82,2 ± 1,3              | 19,3 ± 0,8   | 62,9 ± 1,2    | 17,4 ± 0,5          | 45,5 ± 1,3 |
| 5,0  | 17,9 ± 1,3              |                         |              |               |                     |            |
| 5,6  | 23,4 ± 1,5              | 76,6 ± 1,5              | 18,4 ± 0,7   | 58,2 ± 0,9    | 16,6 ± 0,7          | 41,6 ± 0,9 |
| 6,1  | 32,8 ± 2,4              | 67,2 ± 2,4              | 17,1 ± 1,1   | 50,1 ± 1,3    | 16,4 ± 0,9          | 33,7 ± 1,1 |
| 6,3  | 39,7 ± 3,2              | 60,3 ± 3,2              | 15,0 ± 1,4   | 45,3 ± 2,5    | 15,3 ± 0,8          | 30,0 ± 2,0 |

Для определения содержания растворимых и структурных углеводов в фазе ранней желтой спелости льна растительный материал подвергали разделению на луб и древесину. В лубе стебля с увеличением уровня  $pH_{KCl}$  почвы с 5,0 до 6,3 установлено повышение содержания растворимых углеводов с 21,4 до 28,3 % и снижение содержания

структурных углеводов с 78,6 до 71,7 %, в т. ч. важного составляющего луба – холоцеллюлозы и её компонентов. Так, на почве с  $pH_{KCl}$  5,0 содержание в лубе  $\alpha$ -целлюлозы достигало 60,4 %, гемицеллюлоз 13,3 %. С повышением уровня  $pH_{KCl}$  до 6,3 их удельная концентрация снижалась до 55,1 и 12,2 % соответственно. При этом содержание общего лигнина в лубе изменялось незначительно – в пределах 4,9-4,4 %.

Древесина стебля льна, полученная после механического отделения волокнистой части, отличается от луба меньшим содержанием  $\alpha$ -целлюлозы (на 15-25 %) и большим содержанием лигнина (на 11-14 %) и гемицеллюлоз (на 3-4 %). По содержанию растворимых и структурных углеводов в древесной части стебля прослеживается закономерность, аналогичная лубу. Повышение уровня  $pH_{KCl}$  почвы с 5,0 до 6,3 снижало в древесине стебля содержание  $\alpha$ -целлюлозы с 45,5 до 30,0 %, гемицеллюлоз с 17,4 до 15,3 %, а также лигнина с 19,3 до 15,0 %. Если кислотность почвы несущественно изменяла концентрацию лигнина в лубе стебля (на 0,3-0,5 %), то в древесине удельное содержание данного компонента снижалось в большей степени (на 1-4 %).

Повышение уровня  $pH_{KCl}$  почвы ингибирует формирование в стеблях льна-долгунца волокна, о чем свидетельствуют сильные взаимосвязи между накоплением высокополимерных углеводов в лубе (а), древесине (б) стебля и содержанием волокна в тресте, описанные полиномом второго порядка при коэффициентах детерминации  $R^2 = 0,82$  (а) и 0,98 (б):

$$\text{а) } Y = -0,1222x^2 + 19,196x - 719,08;$$

$$\text{б) } Y = -0,0085x^2 + 1,4764x - 29,211$$

где  $Y$  - содержание волокна в тресте, %;  $x$  - содержание структурных углеводов в лубе (древесине) стебля льна-долгунца, %.

Таким образом, с увеличением уровня  $pH_{KCl}$  почвы в лубе и древесине стебля льна-долгунца повышается накопление растворимых углеводов и снижается накопление структурных углеводов, в т. ч.  $\alpha$ -целлюлозы и гемицеллюлоз. Установлена сильная взаимосвязь между содержанием волокна в тресте и накоплением высокополимерных углеводов в лубе ( $R^2 = 0,82$ ) и древесине ( $R^2 = 0,98$ ) стебля. Из-за нарушения метаболизма (обмена веществ) в растительном организме простые углеводы не могут использоваться для формирования структурных углеводов, что объясняет отставание льна в развитии и низкий уровень накопления волокна в стеблях.

### Литература

1. Олейников, Д.Н. Методика количественного определения группового состава углеводного комплекса растительных объектов / Д.Н. Олейников, Л. М. Танхаева // Химия растительного сырья. – 2006. – № 4. – С. 29-33.

2. Целлюлоза. Метод определения содержания альфа-целлюлозы. ГОСТ 6840-78. – Введ. 01.01.1979. – М: Государственный комитет СССР по стандартам, 1984. – 7 с.

3. Будаева, В.В. Новые сырьевые источники целлюлозы для технической химии / В.В. Будаева [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 3. – С. 205-212.

### ***INFLUENCE OF SOIL ACIDITY ON THE SYNTHESIS OF CARBOHYDRATES IN FIBER FLAX PLANTS***

*N.V. Stepanova*

*The article presents the results of the research on the influence of soil acidity on the accumulation of the main carbohydrate biopolymers in a fiber flax stem. A strong relationship between the fiber content in flax straw and the accumulation of structural carbohydrates in bast ( $R^2 = 0,82$ ) and wood ( $R^2 = 0,98$ ) of a stem is identified.*

УДК 631.81.1:633.854.54:665.345.4

### **ВЛИЯНИЕ АЗОТА И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ И СБОР МАСЛА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО**

*H.A. Canego*

*РУП «Институт льна», а/г. Устье, Оршанский р-н, Витебская обл.,  
Беларусь, e-mail: evrulya@yandex.ru*

Возделывание льна масличного – перспективное направление в аграрном производстве. Повсеместно растет интерес и спрос на продукцию, произведенную из маслосемян льна. На качество и сбор растительного масла существенное влияние оказывают технологические приемы, определяющие урожайность и масличность льносемян. Общеизвестно, что среди минеральных удобрений для растений азотное имеет первостепенное значение [1]. Азот, являясь составной частью белка растений, влияет на интенсивность роста вегетативной массы льна в фазе «елочка», повышает урожайность в целом [2]. Однако однократное увеличение дозы азота не всегда является целесообразным из-за быстрого развития болезней [3].

Целью наших исследований было установить влияние на стабильность сбора льняного масла микроудобрений при некорневой подкормке на фонах  $N_{60}P_{40}K_{80}$  (фон 1) и  $N_{40}P_{40}K_{80} + N_{20}$  (фон 2). Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» Оршанского района Витебской области в 2018-2020 гг. Исследуемый сорт льна масличного Илим.

В процессе исследований установлено, что содержание масла в семенах льна масличного зависит в основном от количества влаги в поч-

ве и количества осадков. Установлено, что в 2018 г. с небольшим и нерегулярным количеством выпавших осадков (ГТК 1,36), внесение удобрений как в почву, так и в подкормку по вегетирующим растениям не оказывало положительного эффекта на содержание масла в семенах, в то время как в более влажные 2019 г. и 2020 г. (ГТК 1,54 и 1,70 соответственно) содержание масла повышалось существенно - до 4,4 %.

На содержание масла в семенах существенно влияет сочетание внесения минеральных удобрений в почву с некорневыми подкормками в фазу «елочка», увеличивая этот показатель в льносеменах на 0,5-2,2 % к фону 1 и на 0,1-1,8 % к фону 2 (таблица). При этом наблюдаются различия в зависимости от ГТК: во влажные годы прибавки урожайности маслосемян составляли 0,4-0,8 ц/га или 7,7-15,4 %, что является значимой величиной.

**Таблица – Влияние способов внесения макро- и микроудобрений на содержание и сбор масла (в среднем за 2018-2020 гг.)**

| Вариант   | Содержание масла, % |            |            | Сбор масла, ц/га |            |            |
|---|---------------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
|   | количество масла    | +/- фону 1 | +/- фону 2 | ц/га             | +/- фону 1 | +/- фону 2 |
| Контроль без удобрений  | 46,8                | -          | -          | 4,7              | -          | -          |
| N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> – фон 1                                       | 46,4                | -          | -          | 6,3              | -          | -          |
| N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + N <sub>20</sub> – фон 2                     | 46,8                | +0,4       | -          | 6,6              | +0,3       | -          |
| N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + N <sub>20</sub> + В, Zn (в форме сульфатов) | 46,9                | +0,5       | +0,1       | 6,8              | +0,5       | +0,2       |
| N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + N <sub>20</sub> + NS                        | 47,0                | +0,6       | +0,2       | 7,2              | +0,9       | +0,6       |
| N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + N <sub>20</sub> + NS, В, Zn                 | 47,7                | +1,3       | +0,9       | 7,3              | +1,0       | +0,7       |
| N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + N <sub>20</sub> + NK                        | 46,5                | +0,1       | -0,3       | 7,0              | +0,7       | +0,4       |
| N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + N <sub>20</sub> + NK, В, Zn                 | 48,6                | +2,2       | +1,8       | 7,4              | +1,1       | +0,8       |

Оптимизация внесения минерального азота позволила установить, что сбор масла при дробном внесении азота увеличивается в среднем за годы исследований на 0,3 ц/га или 4,8 %. Оптимизация питательного режима благодаря внесению микроэлементов обеспечивает повышение содержания растительного масла в льносеменах как к фону 1, так и к фону 2 (таблица). Как следствие, увеличивается и сбор масла по сравнению с фоном 2 на 0,2-0,8 ц/га или 1,1-17,5 %. Это свидетель-

ствует о значимости влияния внесения микроудобрений на сбор масла. Наиболее существенное увеличение имеет как внесение дозы  $N_{60}$  под предпосевную культивацию, так и при дробном внесении в варианте  $N_{40}P_{40}K_{80} + N_{20} + NK, B, Zn$ .

Применение сбалансированного питания в виде минерального азота в дозе  $N_{40} + N_{20}$  в подкормку совместно с микроудобрениями  $NK, B, Zn$  на фоне  $P_{40}K_{80}$  позволяют дополнительно повысить сбор масла на 0,8-1,1 ц/га или 10,8-17,5 % по сравнению с внесением НРК как в дозе  $N_{60}P_{40}K_{80}$ , так и при дробном внесении в дозе  $N_{40}P_{40}K_{80} + N_{20}$  в подкормку.

### Литература

1. Прудников, В.А. Влияние доз азотного удобрения на формирование урожая маслосемян / В.А. Прудников, Д.Ю. Фесько // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2016. – № 3. – С. 53-55.

2. Виноградов, Д. В., Кунцевич, А.А., Влияние нормы высева и удобрений на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич // Вестник КрасГАУ. - 2015. - № 6. - С. 182-186.

3. Нехведович, С.И. Эффективность фунгицидов в защите льна масличного от болезней в период вегетации / С. И. Нехведович // Земледелие и растениеводство. - 2021. - № 6 (139). - С. 40-44.

### **THE EFFECT OF “SPLIT-APPLY” NITROGEN AND MICROFERTILIZERS ON THE CONTENT AND YIELD OF OIL OF OILSEED FLAX**

*N.A. Sapego*

*It's established that the application of macro fertilizers during pre-sowing cultivation and foliar application of micro fertilizers to vegetative plants increase the content and yield of linseed oil.*

УДК 631[531.027.2:811.98]

### **ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРВИЧНОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО**

*М.Е. Маслинская*

*РУП «Институт льна», аг. Устье, mme-83@tut.by*

Корни растений играют важную роль в структуре и функционировании растения. Они обеспечивают доступ к подземным водам и питательным веществам, способствуют закреплению растений в почве, служат связующим звеном химической защиты под землей и являются местом симбиозов с микробиотой [1-4]. У льна неглубокая стержневая корневая система, развитие которой в основном зависит от питательных веществ и влаги в верхних слоях почвы [5]. Создание эффектив-

ных биологизированных предпосевных приемов обработки семян культурных растений на фоне современного абсолютно «химического» земледелия имеет теоретическое и практическое значение в конструировании агробиоценозов на биологической платформе [6].

Цель исследований: изучить влияние биопрепаратов на развитие первичной корневой системы льна масличного различных сортов в лабораторных условиях.

Исследования проводили с сортами льна масличного Илим, Дар, Альянс, биопрепаратами АгроМик, Ж., Гордебак, Ж., Бактофиш, Ж (норма расхода 1,0 л/т). В качестве контроля использовали семена, обработанные протравителем Витарос, ВСК (1,5 л/т). Проращивание осуществляли в рулонах при постоянной температуре 20 °С в течение 7 суток согласно ГОСТ 12038-84 [7]. Количество семян на одно повторение – 50 шт., количество повторений – 4.

Проведенные исследования по изучению формирования корневой системы сортов льна показали значительные различия длины и массы зародышевого корешка в зависимости от применяемого препарата и сорта. Так, у семян сорта Илим максимальное значение средней длины зародышевого корешка (20,42 см) отмечено при применении препарата Агромик, Ж, что на 9,7 % превышало контроль (Витарос, ВСК) (таблица 1). Показатели сырой массы корешков свидетельствует о положительном действии всех изучаемых биопрепаратов, превышение к контрольному варианту составило от 8,6 (Бактофиш, Ж) до 22,0 % (Гордебак, Ж).

Таблица 1 – Влияние биопрепаратов на формирование корневой системы сортов льна масличного

| Препарат                          | Длина зародышевого корешка, см |             |             |             | Масса зародышевого корешка, г |              |              |              |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                   | Илим                           | Дар         | Альянс      | среднее     | Илим                          | Дар          | Альянс       | среднее      |
| Витарос, ВСК (1,5 л/т) (контроль) | 18,61                          | 18,50       | 18,71       | 18,61       | 0,059                         | 0,059        | 0,059        | 0,059        |
| Агромик, Ж (1,0 л/т)              | 20,42*                         | 19,45*      | 19,66*      | 19,85*      | 0,071*                        | 0,063*       | 0,062*       | 0,065*       |
| Гордебак, Ж (1,0 л/т)             | 18,93                          | 19,00*      | 19,15*      | 19,03*      | 0,072*                        | 0,061*       | 0,061*       | 0,064*       |
| Бактофиш, Ж (1,0 л/т)             | 19,51*                         | 19,30*      | 19,38*      | 19,39*      | 0,070*                        | 0,063*       | 0,061*       | 0,064*       |
| <i>НСР<sub>05</sub></i>           | <i>0,40</i>                    | <i>0,21</i> | <i>0,20</i> | <i>0,26</i> | <i>0,003</i>                  | <i>0,001</i> | <i>0,001</i> | <i>0,001</i> |

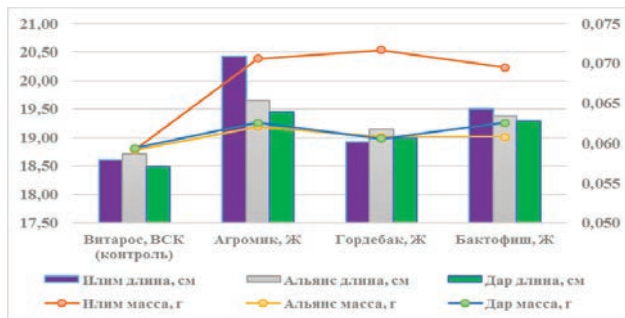
\*- достоверно при уровне  $p \leq 0,05$

При изучении влияния биопрепаратов на формирование корневой системы льна масличного сорта Дар все биопрепараты обеспечили увеличение длины зародышевого корешка на 2,7-5,1 % и его массы на 3,3-6,8 %. Максимальные значения изучаемых показателей отмечены в варианте с препаратом Агромик, Ж – 19,45 см и 0,063 г соответственно.

Длина зародышевого корешка льна сорта Альянс составила 19,15-19,66 см, сырая масса 0,061-0,062 г при значении данных показателей в контрольном варианте 18,71 см и 0,059 г соответственно (рисунок 1). Следует отметить, что данный сорт оказался наименее отзывчивым из изучаемой выборки на биопрепараты.

В среднем по сортам все изучаемые препараты показали высокую эффективность как при формировании длины зародышевого корешка (+2,3-6,7 % к контролю), так и при формировании его сырой массы (+8,5-10,1 % к контролю).

Установлена наиболее высокая эффективность препарата Агромик, Ж, который способствовал как формированию большей длины зародышевого корешка, так и большей его сырой массы. Среди изученных сортов наиболее отзывчивым на биопрепараты был сорт Илим.



**Рисунок 1 – Длина и масса зародышевого корешка в вариантах с биопрепаратами**

Таким образом, в результате проведения лабораторных опытов определено влияние биопрепаратов на формирование первичной корневой системы льна масличного. Во всех изучаемых вариантах при применении биопрепаратов отмечено увеличение длины зародышевого корешка и его массы по сравнению с вариантом обработки семян препаратом Витарос, ВСК. Как наиболее эффективный выделен препарат Агромик, Ж, обработка семян которым способствовала формированию длины зародышевого корешка 19,45-20,42 см (+5,0-9,8 % к контролю-

ному варианту) и его сырой массы 0,062-0,071 г (+4,8-19,3 % относительно контроля).

#### Литература

1. Lynch, J. Root architecture and plant productivity / J Lynch. – Plant Physiol. – 1995. – № 109(1). – Pp. 7-13.
2. Niklas, K.J. Allometric theory and themechanical stability of large trees: Proof and conjecture / KJ Niklas, HC Spatz // Am J Bot. – 2006. – №93(6). – Pp. 824-828.
3. Van Der Putten, WH. Plant defense belowground and spatiotemporal processes in natural vegetation / WH Van Der Putten // Ecology. – 2003. – №84(9). – Pp. 2269-2280.
4. Bertin, C. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere / C. Bertin, XH. Yang, LA. Weston // Plant and Soil. – 2003. – №256(1). – 67-83.
5. Sertse, D. The Complex Genetic Architecture of Early Root and Shoot Traits in Flax Revealed by Genome-Wide Association Analyses / D. Sertse, FM. You, S. Ravichandran and S. Cloutier // Front. Plant Sci. – 2019. – №10. – Pp. 1483-1485.
6. Зубарева, К.Ю. Влияние биопрепаратов на начальные ростовые процессы семян сои / К.Ю. Зубарева, Е.Г. Прудникова // Вестник аграрной науки. – 2020. – №5(86). – С. 33-38.
7. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы проращивания. Дата введения: 01.07.1986 г. – 47 с.

#### **INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE FORMATION OF THE PRIMARY ROOT SYSTEM OF OIL FLAX**

*M.E. Maslinskaya*

*The influence of preparations of biological origin on the formation of the primary root system of oil flax varieties was studied. The highest efficiency of Agromik, L. was noted; the treatment of seeds with that preparation contributed to the increase in embryo root length by 5.0-9.8% and its wet weight by 4.8-19.3% compared to the control variant.*

УДК 631.81.095.337

#### **УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНОВОЛОКНА ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОСЕВОВ ПРЕПАРАТОМ «МУЛЬТИ-ЛЕН»**

*Т.А. Анохина, Е.В. Черехухина*

*РУП «Институт льна», [institute.len@tut.by](mailto:institute.len@tut.by)*

Лен-долгунец – техническая культура, возделываемая в Беларуси, продукция которой востребована как в республике, так и за ее пределами. Повышение урожайности как семян, так и волокна возможно только при обеспеченности растений всеми элементами питания в расчетных дозах в наиболее критические периоды роста и развития, что

обеспечивает оптимальное их потребление и эффективность [1]. В настоящее время в целях повышения эффективности возделывания долгунцового льна особое значение приобретает применение препаратов в виде комплексных удобрений, сочетающих питательные, защитные и регуляторные свойства. Использование таких препаратов для некорневой подкормки вегетирующих растений и/или предпосевной обработки семян позволяет сократить кратность агротехнических мероприятий и объем применяемых пестицидов [2, 3].

Цель наших исследований, проведенных в 2015-2016 гг., заключалась в изучении влияния комплексного удобрения «Мульти-Лен» в виде некорневой подкормки в фазу «елочка» на формирование продуктивного стеблестоя, а также урожайность и качество льноволокна, как общего, так и длинного у льна-долгунца сорта Василек на стандартном фоне  $N_{30}P_{60}K_{90}$ , рекомендованном отраслевым регламентом возделывания культуры [4].

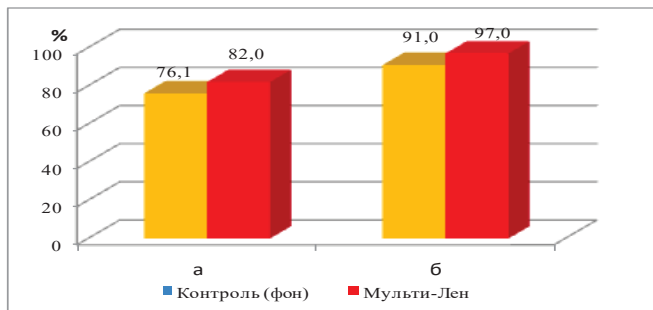
Полевые опыты проведены на опытном поле РУП «Институт льна» в Оршанском районе Витебской области. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая. Содержание гумуса 1,55-1,58 %; подвижных форм фосфора – 180-210 мг/кг, обменного калия – 190-220 мг/кг почвы. Основное удобрение вносили общим фоном перед посевом льна в дозе  $N_{30}P_{60}K_{90}$ . Микроудобрение «Мульти-Лен», ВР вносили ранцевым опрыскивателем в фазу «елочка» из расчета нормы расхода рабочей жидкости – 200 л/га.

Агрометеорологические условия в годы исследований были достаточно разнообразны, что позволило более объективно оценить эффективность применения препарата «Мульти-Лен».

В результате проведенных исследований установлено положительное влияние удобрения на формирование плотности ценоза (рисунок). Обработка препаратом «Мульти-Лен» повышает как выживаемость на 5,9 % ( $НСР_{05}=2,4$ ), так и сохраняемость растений к уборке в среднем на 8,0 % ( $НСР_{05}=3,6$ ) при повышении высоты растений на 9,6 см или 13,8 % и отсутствии полегания ценоза, что для льна-долгунца имеет весьма существенное значение, так как полегшие посевы снижают качество получаемого волокна.

Отсутствие полегания положительно сказалось на урожайности и качестве сформированного волокна как общего, так и длинного (таблица 1).

Главным достоинством применения рассматриваемого препарата для обработки посевов льна-долгунца является существенное повышение урожайности льноволокна и улучшение его качества. Волокно номером 13 пользуется спросом не только на РУПТТ «Оршанский льно-



**Рисунок 1 – Влияние микроудобрения «Мульти-Лен», ВР на выживаемость (а) и сохраняемость (б) растений (среднее за 2015–2016 гг.)**

**Таблица 1 – Урожайность волокна и его качество при обработке посевов препаратом «Мульти-Лен» (среднее за 2015–2016 гг.)**

| Вариант           | Урожайность льноволокна, ц/га |              |          |              | Качество волокна, номер |
|-------------------|-------------------------------|--------------|----------|--------------|-------------------------|
|                   | общего                        | ± к контролю | длинного | ± к контролю |                         |
| Контроль (фон)    | 14,2                          | -            | 10,6     | -            | 11                      |
| «Мульти-Лен», ВР  | 18,3                          | 4,1          | 13,3     | 2,7          | 13                      |
| НСР <sub>05</sub> |                               | 1,2          |          | 0,3          |                         |
| %                 |                               | 28,9         |          | 25,5         |                         |

комбинат» для производства высококачественных тканей, но и за рубежом. При этом положительным моментом является увеличение урожайности длинного льноволокна более чем на 25 %.

Необходимо также отметить, что наряду с повышением урожайности и качества льноволокна как основной продукции, повышается урожайность и крупность льносемян этой культуры (таблица 2).

**Таблица 2 – Влияние микроудобрения «Мульти-Лен» на урожайность льносемян (среднее 2015-2016 гг.)**

| Вариант           | Урожайность льносемян, ц/га | ± к контролю |      | Масса 1000 семян |      |
|-------------------|-----------------------------|--------------|------|------------------|------|
|                   |                             | ц/га         | %    | г                | %    |
| Контроль (фон)    | 9,4                         |              |      | 4,46             | -    |
| «Мульти-Лен», ВР  | 11,9                        | 2,5          | 26,6 | 4,97             | 11,4 |
| НСР <sub>05</sub> | 0,8                         |              |      | 0,5              |      |

Применение микроудобрения «Мульти-Лен» увеличивает урожайность льносемян на 26,6 % и на 11,4 % массу 1000 зерен.

Таким образом, обработка посевов льна-долгунца микроудобрением «Мульти-Лен» повышает урожайность общего, длинного льноволокна, его качество, а также урожайность льносемян и массу 1000 семян.

### Литература

1. Оптимизация системы удобрения сельскохозяйственных культур при комплексном применении макро- и микроудобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов : рекомендации / И.Р. Вильдфлуш [и др.] – Минск, 2017. – 34 с.

2. Сургучева, М.П. Комплексоны и комплексонаты микроэлементов и их применение в земледелии / М.П. Сургучева, А.Ю. Киреева, З.К. Благовещенская. – М : ВНИИТЭИагропром, 1993. – 44 с.

3. Битюцкий Н.П. Комплексоны в регуляции питания растений микроэлементами / Н.П. Битюцкий, А.С. Кащенко. – С.-Пб, 1996. – 214 с.

4. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы / В.Г. Гусаков [и др.]; утв. МСХП РБ. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2012. – 47 с.

### *FLAX FIBER YIELD DEPENDING ON CROP TREATMENT BY "MULTI-LEN" PREPARATION*

*T.A. Anokhina, E.V.Chereukhina*

УДК 633.15:631.543.2(470.64)

### **ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА И ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

*А.Ю. Лёвкина, С.А.Зайцев, Д.П. Волков*

*ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго»,  
albinka.levkina@mail.ru*

При разработке технологии возделывания кукурузы важное значение уделяется определению оптимальной нормы высева. Установлено, что в загущенных посевах медленнее идут процессы формирования генеративных органов, удлиняется продолжительность вегетационного периода. Оптимальное число растений на площади способствует более полному использованию природных и антропогенных факторов произрастания культуры. По литературным данным, густота стояния рас-

тений оказывает на урожайность большее влияние, чем внесение удобрений [1, 3, 4].

Полевые опыты проводили в 2020-2021 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Почва опытного участка – чернозем южный, малогумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый. Густота стояния растений – 45, 65, 85 тыс. раст./га. Повторность трёхкратная. Посев проводили: в 2020 г. 10 мая, в 2021 г. – 17 мая. Агротехника возделывания – зональная. Исследования выполняли в соответствии с методикой полевого опыта [2].

По мере увеличения густоты стояния растений повышается урожайность общей надземной массы, но относительный выход зерна по мере загущения постепенно снижается. В результате исследований выявлено, что урожайность зеленой массы при густоте 45 тыс. раст./га у кукурузы находилась в интервале 19,56-30,5 т/га. Самую высокую урожайность зеленой массы сформировала гибридная популяция РНИИСК 1 – 30,5 т/га. При увеличении плотности посевов кукурузы наблюдается значительное увеличение урожайности зелёной массы по всем гибридам на 3,29-19,55 т/га при густоте 65 тыс. раст./га и на 6,21-20,22 при 85 тыс. раст./га. Наибольшая урожайность зеленой массы при густоте 65 тыс. раст./га выявлена у синтетической популяции РСК Аврора – 48,4 т/га и РСК Заря – 41,67 т/га, Прибавка относительно густоты 45 тыс. раст./га составила 67,7 % у синтетической популяции РСК Аврора и 86,1 % у РСК Заря. При повышении плотности посева до 85 тыс. раст./га высокую урожайность биомассы формируют гибридная популяция РНИИСК1, гибриды Неон 147 МВ, Плутон МВ, Радикал и Радуга. Влияние факторов на изменчивость признака «урожайность зеленой массы» распределилось следующим образом: фактор А – 23,1 %, фактор В – 38,07 %. Совместное влияние этих факторов (АВ) – 33,2 % (таблица 1).

Исследованиями установлено, что гибридная популяция РНИИСК 1 (4,39 т/га), гибрид Инсайд (4,99 т/га), гибрид Радуга (4,38 т/га), сорт Цукерка (3,03) формируют максимальную урожайность зерна при густоте 45 тыс. раст./га; гибрид Неон 147 МВ (4,51 т/га), гибрид Радикал (3,97 т/га), гибрид Плутон МВ (5,22 т/га), синтетическая популяция РСК Аврора (3,87 т/га), РСК Заря (4,92 т/га) при густоте 65 тыс. раст./га.

Таким образом, выявлено, что с повышением густоты стояния растений увеличивается урожайность зеленой массы. Более высокая урожайность зеленой массы выявлена у генотипов Инсайд, РСК Заря, РСК Аврора, Цукерка при 65 тыс. раст./га, а у РНИИСК 1, Неон 147МВ, Плутон МВ, Радикал, Радуга при 85 тыс. раст./га.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы гибридов кукурузы при разной густоте стояния растений (т/га)

| Сорт<br>(гибрид)<br>фактор А | Густота стояния растений, тыс.<br>раст./га |      |      | Среднее<br>по фактору<br>А |
|------------------------------|--|------|------|----------------------------|
|                              | 45   | 65   | 85   |                            |
| РНИИСК 1                     | 30,5                                       | 39,3 | 37,8 | 32,5                       |
| Неон 147                     | 24,3                                       | 31,3 | 44,6 | 34                         |
| Плутон                       | 21,5                                       | 27,1 | 38,0 | 28,9                       |
| Радикал                      | 23,6                                       | 28,7 | 29,8 | 27,4                       |
| Инсайд                       | 19,5                                       | 38,9 | 26,7 | 28,4                       |
| РСК Заря                     | 22,4                                       | 41,7 | 40,0 | 34,7                       |
| РСК Аврора                   | 28,9                                       | 48,4 | 36,3 | 38,0                       |
| Радуга                       | 20,7                                       | 32,3 | 40,3 | 31,3                       |
| Цузерка                      | 24,5                                       | 27,8 | 21,6 | 24,6                       |
| Среднее по фактору В         | 24,0                                       | 33,9 | 35,0 |                            |

НСР<sub>05</sub>

А=0,54; В=0,31; АВ= 0,94

Урожайность зерна при увеличении густоты посевов с 45 тыс. раст./га до 65 тыс. раст./га, увеличивалась у гибридов Неон 147 МВ на 0,39т/га, Плутон МВ на 1,24 т/га, Радикал на 0,17 т/га, синтетическая популяция РСК Заря на 0,76 т/га, РСК Аврора на 0,52 т/га.

### Литература

1. Гудова, Л.А. Влияние микробиологического удобрения и густоты стояния растений на урожайность зерна гибридов кукурузы в Нижнем Поволжье / Л.А. Гудова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – №7. – С. 7-14.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Еськов, И.Д. Подбор и сравнительная оценка продуктивности различных по скороспелости гибридов кукурузы в степной зоне Поволжья / И.Д. Еськов [и др.] / Аграрный научный журнал. – 2020. – №8. – С. 10-15.
4. Кошеляев, В.В. Формирование зерновой продуктивности раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Среднего Поволжья / В.В. Кошеляев // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – №3. – С. 78-84.

### ***INFLUENCE OF VARIETY CHARACTERISTICS AND PLANT DENSITY ON THE YIELD OF GRAIN AND GREEN MASS OF CORN HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION***

***Lyovkina A.Yu., Zaitsev S.A., Volkov D.P.***

*The article presents data on the influence of varietal characteristics of corn hybrids on the yield of green mass and grain, the influence of planting density on hybrids in the arid conditions of the Lower Volga region. The article indicates the reactions of hybrids to an increase in the density of crops.*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН КУКУРУЗЫ**

*А. Спиваченко, А. Мелека, О. Крючков*

*Институт растениеводства «Порумбень», Республика Молдова  
e-mail: [silvia.mistret@yahoo.com](mailto:silvia.mistret@yahoo.com)*

В настоящее время перспективным направлением для повышения урожайности и улучшения качества товарной кукурузы наряду с применением основных удобрений большое значение имеет применение стимуляторов роста, которые улучшают всхожесть семян, рост и развитие растений, повышают устойчивость к болезням и абиотическим факторам, улучшают качество и количество получаемой продукции.

Производственный опыт по изучению комплексного влияния стимуляторов роста на продуктивность кукурузы и ячменя, который закладывался на полях полевого севооборота ОП Хворостянского ГУП СО «Областная МТС», показал эффективность применения биостимулятора Гумат К/Na + микроэлементы в условиях степной зоны Самарской области [1]. Н.И. Воскобулова и др. в своих опытах по применению стимуляторов роста на гибридах кукурузы описывают, что наибольший выход зелёной массы и сухого вещества получен при предпосевной обработке семян регулятором роста Мивал-Агро [2]

В состав регуляторов роста входят в минимальных дозах органические вещества, которые стимулируют биологические процессы развития культуры. Они позволяют растению использовать его скрытый потенциал. Применение стимуляторов роста влияет положительно на восстановление ослабленных растений, развитие разветвленной корневой системы и активизацию в ее зоне деятельности симбиотических групп почвенных микроорганизмов.

Эффективность применения стимуляторов роста растений на посевах кукурузы проявляет себя, начиная с обработки семян, перед посевом наряду с протравливанием. Сочетание этих двух средств защиты позволит разработать эффективный способ обработки семян.

Препараты вызывают активную транспортировку питательных веществ в надземные части и обеспечивают микроэлементами на ранних стадиях развития. При выборе стимуляторов роста, в первую очередь, целесообразно обратить внимание на наличие в их составе цинка, бора, фосфора, меди, марганца и молибдена, как необходимых культурным растениям на начальных этапах роста и развития. Однако, применение

стимуляторов роста на посевах гибридов кукурузы до конца не изучено и является весьма интересным и актуальным.

Для обработки применяли следующие стимуляторы:

Гумат – Байкал, 10 % жидкий концентрат калиевых и натриевых солей природных гуминовых и фульвовых кислот. Усиливает иммунитет и рост растений.

Xseed SD с содержанием макроэлементов: N – 4,5 г/л, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 42,0 г/л, микроэлементов: Mn – 24,0 г/л, Cu – 13,0 г/л, Zn – 13,1 г/л, Mo – 6,5 г/л, экстракт из водоросли *Ecklonia maxima* (ламинария) – 46,0 г/л. Ауксины, содержащиеся в экстракте ламинарии, стимулируют рост корней.

Greenstart вносится одновременно с посевом, содержит макроэлементы: N (общий) – 16%, в том числе аммиачный N – 16,0%, P<sub>2</sub>O – 36,0%, MgO – 2,0%, SO<sub>3</sub> – 5,0%, микроэлемент – Zn – 2,0%,

Обработанные семена были посеяны на делянках площадью 63 м<sup>2</sup>, учетной – 42 м<sup>2</sup>. Объектом исследований служил среднепоздний гибрид кукурузы Порумбень 461. Полученные результаты обрабатывали статистически дисперсионным методом по Доспехову [3].

Проведенные измерения и подсчеты в фазе молочно-восковой спелости (25 растений в 4-х кратной повторности) показали, что испытанные в опытах препараты положительно повлияли на рост растений и формирование листовой поверхности (таблица 1).

Таблица 1 – Действие стимуляторов роста на развитие растений и формирование листовой поверхности кукурузы

| Вариант               | Высота растений, см | Количество листьев, шт. | Ширина листа, см | Длина листа, см | Площадь листьев одного растения, см <sup>2</sup> |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|------------------|-----------------|--|
| Контроль              | 261,2               | 12,5                    | 9,2              | 76,3            | 6580,9   |
| Гумат Байкал, 3,0 л/т | 265,4               | 12,4                    | 9,1              | 79,5            | 6728,1   |
| Xseed 6,0, л/т семян  | 271,5               | 12,5                    | 9,1              | 78,9            | 6731,2   |
| Greenstart, 20 кг/га  | 272,6               | 12,5                    | 9,1              | 79,8            | 6807,9   |

Общую листовую площадь растения рассчитывали по количеству листьев, их длине и ширине. Применение стимулятора роста Greenstart способствовало увеличению площади листьев на 227,03 см<sup>2</sup> по сравнению с контролем. На 147,2 см<sup>2</sup> зафиксировано увеличение от препарата Гумат Байкал. Листовая поверхность у растений, обработанных стимулятором роста Xseed, была больше на 150,3 см<sup>2</sup> в сравнении с

контролем. Результаты влияния стимуляторов роста на урожайность зерна гибрида кукурузы Порумбень 461 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние стимуляторов роста на урожайность гибрида кукурузы

| Вариант                                     | Урожайность т/га, среднее | ± к контролю |
|---|---------------------------|--------------|
| Контроль                                    | 9,70                      | -            |
| Гумат Байкал, 3,0 л/т семян                 | 10,26                     | + 0,56       |
| Xseed, 6,0 л/т семян                        | 10,75                     | + 1,05       |
| Greenstart, 20 кг/га одновременно с посевом | 10,66                     | + 0,96       |
| НСР <sub>05</sub>                           |                           | 0,44 т/га    |

Обработка семян в условиях 2021 года привела к получению прибавки урожая в сравнении с контрольным вариантом от 0,56 до 1,05 т/га зерна в зависимости от используемого препарата.

Полученные данные подтверждают, что обработка растений стимуляторами роста важна для поддержания активных физиологических процессов, таких как фотосинтез, углеводный обмен, синтез гормона роста, что подтверждено более мощными растениями с более длинными листьями и прибавкой урожая зерна.

#### Литература

1. Васин, А.В. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании кормовых культур / А.В. Васин, В.В. Брежнев, Н.А. Золотов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2010. – № 2. – С. 17-20.
2. Воскобулова, Н.И. Влияние регуляторов роста на урожайность кукурузы / Н.И. Воскобулова, А.А. Неверов, А.С. Верещагина // Вестник мясного скотоводства. – 2014. – №4(87) – С. 115-118.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985.– 385 с.

#### **IMPACT OF USE OF GROWTH STIMULANTS FOR TREATMENT OF CORN SEEDS**

**A. Spivachenko, A. Meleka, O. Kriuchkov**

*The objective of this study was to evaluate the impact of growth stimulants applied on maize (*Zea mays* L.) for productivity. Four treatments of fertilization were tested: control (no fertilization), Potassium humate 3.0 l/t seeds, Xseed 6.0 l/t seeds and Greenstart 20 kg/ha at the same time as sowing. Research results have shown a positive effect when using growth stimulants with micro fertilizer complexes for the treatment of corn seeds.*

## **АНАЛИЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА КРАХМАЛА ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ**

***С.И. Гриб, В.Н. Бушневич***

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
e-mail: [triticale@tut.by](mailto:triticale@tut.by)*

Продовольственный аспект использования высокопродуктивной культуры тритикале заметно уступает зернофуражному, несмотря на успешные примеры применения тритикального сырья в этом направлении, в частности – в бродильной индустрии. Эффективность использования зерна тритикале для производства этанола базируется на специфических биохимических свойствах углеводно-амилазного комплекса этой культуры. Среди них следует выделить повышенное содержание крахмала и пониженное некрахмальных полисахаридов, унаследованные от пшеницы, и высокую амилалитическую активность – наследие ржи. Крахмал тритикале обладает низкой начальной температурой клейстеризации, вследствие чего гидролизуются с эффективностью почти такой же, как у ячменного солода. Такое сочетание делает крахмал тритикале перспективным сырьем для производства этанола.

Достоверная положительная корреляция, выявленная между минимальным размером крахмальных гранул и эффективностью трансформации крахмала в этанол [1], позволяет производить отбор генотипов тритикале, наиболее пригодных для этой цели. Объектом исследований являлись семена 15 сортов и перспективных сортообразцов озимого гексаплоидного тритикале отечественной и зарубежной селекции, а также семена озимой ржи контрольного сорта Офелия ( $2n=14$ ) и озимой пшеницы контрольного сорта Мроя ( $2n=42$ ). В семенах определили общее содержание сырого крахмала методом ближней ИК-спектроскопии [2]. Из размолотых семян выделили нативный крахмал, используя солевые, слабощелочные и спиртовые растворы для удаления белковых и липидных веществ [3]. Оценку гранулометрического состава крахмала проводили с использованием светового электронного микроскопа Levenhuk D740T и цифровой USB-камеры.

Среднее значение содержания крахмала в зерне озимого тритикале составило 71,0 %, что существенно превышало уровень крахмала в зерне ржи сорта Офелия (таблица). Ряд образцов озимого тритикале – ПРАГ 530/1, Гусар, Богуслав и др. – по этому показателю превосходили контрольный сорт пшеницы.

Таблица – Характеристика образцов озимого тритикале по уровню содержания крахмала, размеру и форме крахмальных гранул

| Образец, происхождение         | Сырой крахмал, % | Крахмальная гранула |              |
|--------------------------------|------------------|---------------------|--------------|
|                                |                  | диаметр, мкм        | фактор формы |
| Мольфар (Украина)              | 68,3             | 26,9                | 0,80         |
| Хлебороб (Россия)              | 69,6             | 30,9                | 0,78         |
| Атлет (Украина)                | 66,8             | 28,9                | 0,79         |
| Звено (Беларусь)               | 71,1             | 27,4                | 0,78         |
| Динамо (Беларусь)              | 71,8             | 28,1                | 0,79         |
| Пластун (Украина)              | 68,3             | 28,2                | 0,79         |
| Богуслав (Россия)              | 72,0             | 28,1                | 0,79         |
| Гусар (Россия)                 | 72,9             | 27,9                | 0,77         |
| ПРАГ 530/1 (Россия)            | 73,9             | 28,1                | 0,79         |
| АД 256 (Украина)               | 72,0             | 30,2                | 0,78         |
| Lamberto (Польша)              | 72,2             | 30,2                | 0,75         |
| Регион (Украина)               | 72,2             | 31,1                | 0,78         |
| Г-7721 (Беларусь)              | 71,6             | 32,0                | 0,78         |
| Г-7775 (Беларусь)              | 69,8             | 29,5                | 0,77         |
| Г-6555 (Беларусь)              | 71,8             | 29,3                | 0,78         |
| Среднее                        | 71,0±0,5         | 29,1±0,4            | 0,78±0,003   |
| Границы изменчивости           | 66,8–73,9        | 26,9–32,0           | 0,75–0,80    |
| Озимая рожь Офелия (Беларусь)  | 61,8             | 34,6                | 0,77         |
| Озимая пшеницы Мроя (Беларусь) | 71,6             | 27,1                | 0,79         |

Изучение нативного крахмала показало, что в среднем по выборке изученные образцы озимого тритикале по величине диаметра крахмальных гранул занимали промежуточное положение между пшеницей и рожью, проявляя больше сходства с пшеницей. Сорт озимого тритикале Мольфар, характеризуясь гранулами с наименьшим диаметром и наиболее округлой формой, превосходил по этим показателям сорт пшеницы Мроя.

Частотное распределение крахмальных гранул по величине диаметра с шагом 5 мкм показало, что у большинства образцов озимого тритикале, как и у пшеницы, пик распределения приходился на интервал 31-35 мкм. Ранжирование образцов тритикале по количеству мелких гранул (<35 мкм) позволило выделить наиболее пригодные из них для производства этанола. Максимальное количество крахмальных гранул с диаметром, не превышающим 35 мкм, принадлежало сорту Мольфар – 73,8 %. Для сравнения: в пшеничном крахмале их доля составила 69,1 %, в ржаном – 27,4 %.

По результатам анализа, кроме сорта Мольфар, выделили, как наиболее пригодные для производства этанола сорта Звено, Богуслав, Динамо, ПРАГ 530/1, Пластун и Гусар, в крахмале которых содержание мелких гранул превышало 60 %.

### Литература

1. Стариченко, В.М. Порівняльний аналіз гранулометричного складу крохмалю зразків тритикале озимого / В.М. Стариченко, О.М. Корягін, Д.С. Шляхтуров // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2016. – № 3 (32). – С. 58-62.

2. ГОСТ Р 50817-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области.

3. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.]; под ред. А. И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, Ленинград. отделение, 1987. – 430 с.

### **ANALYSIS OF STARCH GRANULOMETRIC COMPOSITION OF WINTER TRITICALE**

**S.I. Grib, V.N. Bushtevich**

*The paper presents the results of the analysis of native starch extracted from grain of high starch and promising varieties of winter triticale of domestic and foreign breeding. Ranking by a number of small granules (<35 мкм) allowed identifying the granules that are most suitable for production of ethanol – Molfar, Zveno, Boguslav, Dinamo, PRAG 530/1, Plastun and Gusar.*

УДК 633.15: 631.52

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗЕРНА КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОИДНОСТИ**

**Х.Р. Мамадова<sup>1</sup>, В.Г. Гольдштейн<sup>2</sup>, С.Р. Исрафилова<sup>3</sup>,  
В.И. Хорева<sup>3</sup>, Э.Б. Хатевов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт земледелия, Азербайджан,  
e-mail: [01helime@gmail.com](mailto:01helime@gmail.com)

<sup>2</sup>Всероссийский НИИ крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», Россия, e-mail: [6919486@mail.ru](mailto:6919486@mail.ru)

<sup>3</sup>ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр  
Всероссийский институт генетических ресурсов растений  
им. Н.И. Вавилова, Россия, e-mail: [haed1967@rambler.ru](mailto:haed1967@rambler.ru)

Кукуруза – одна из важнейших зерновых культур в мире и ее удельный вес в мировом зерновом балансе составляет более 30 %. Ди-

намика роста посевных площадей под кукурузу за последние 60 лет увеличилась с 87 до 146 млн га, а валовое производство зерна возросло на 622 %. Следует отметить, что при этом ее средняя урожайность в мире повысилась с 12,7 до 46,9 центнеров с 1 га [1]. Биохимический состав кукурузы занимает важное место в селекционной работе. При отборе высокобелковых или высокомасличных генотипов селекционерами исследуются множество признаков, и в том числе признаки состава и соотношения фракций биохимических компонентов зерновки. Исследования питательной и энергетической ценности тетраплоидной кукурузы перспективно, поскольку первые опыты показали высокую урожайность ее листостебельной массы.

Исследования проводили в период с 2013 г. по 2015 г. на территории ОПХ «Нартан» при Кабардино-Балкарском НИИСХ. Фенологические наблюдения проводили согласно методическим указаниям по селекции кукурузы (ВАСХНИЛ, 1982) и методическим указаниям ВИР «Изучение и поддержание образцов коллекции кукурузы» (1985). Химические анализы проводились общепринятыми методами с использованием Руководства по анализу кормов (1983), Методики оценки качества зерна (1987), Методики биохимических исследований растений (1986). Сырой протеин (белок) определяли по методике Кьельдаля. Масло определяли по методу Рушковского, который основан на способности к растворению масел в бензине или эфире. Крахмал определяли поляриметрическим методом по Эверсу. Статическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова (1985). Исследования проведены на 6 популяциях тетраплоидной кукурузы. Популяции различаются между собой по ширине генетического полиморфизма (узкий (А), средний (В), широкий (С) и наличия (группа II) либо отсутствием (группа I) в геноме 1/32 доли генома *E. perennis* Hitck ( $2n=40x$ ). В качестве контроля ( $2n$ ) был использован гибрид Краснодарский 415 МВ.

Анализ содержания белка и содержания масла показал, что наибольшая урожайность (в пересчете т/га) белка с 1 га получается в популяциях с наименьшей урожайностью зерна (№ 1, № 2, № 3), а масла – в вариантах с низким содержанием белка и высокой урожайностью. Максимальная урожайность зерна и сбор белка (т/га) наблюдаются в популяциях № 1 и № 6, невысокий процент содержания белка в зерне (10,9 %) компенсируется высокой урожайностью зерна и содержанием масла. По группам вариантов высокобелковостью отличается группа II, которая превышает группу I на 64 кг с га белка, тогда как содержание масла в этих группах одинаково.

Следует отметить некоторую закономерность в содержании белка в зависимости от широты генетической основы. Так, с возрастанием широты генетической основы содержание белка снижается в среднем на 1 %, а урожайность зерна возрастает. Причем возрастание урожайности зерна происходит резче, чем снижение белка. В группах А, В и С с возрастанием генетического полиморфизма наблюдается рост содержания белка и снижение содержания масла соответственно. Анализ содержания общих, водорастворимых и гидролизуемых сахаров в зерне тетраплоидной кукурузы показал, что существенных различий по содержанию общих сахаров нет. Но при сравнении содержания гидролизуемых и водорастворимых сахаров было обнаружено, что у тетраплоидной кукурузы снижено содержание водорастворимых сахаров и повышено содержание гидролизуемых.

#### Литература

1. Шпаар, Д. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование) / Под общей редакцией Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРО-ДЕЛО», 2008 – 656 с.
2. Щербак, В.С. Содержание и аминокислотный состав белков зерна диплоидных и тетраплоидных форм риса / В.С. Щербак, В.С. Петибская, Г.В. Наливко // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. – 1976. – Вып 19. – С. 27–29.
3. Щербак, В.С. Изучение плодovitости тетраплоидной кукурузы / В.С. Щербак, Э.Б. Хатефов // Сб. науч. статей, посв. 100-летию В.А. Невинных. – Краснодар, 2000. – С. 180–186.
4. Павлов, Н.П. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы. – М., 1968. – 136 с.

#### **COMPARATIVE ANALYSIS OF CHEMICAL COMPOSITION OF CORN GRAINS OF DIFFERENT PLOIDY**

**Kh.R. Mamadova, V.G. Goldstein, S.R. Israfilova, V.I. Khoreva, E.B. Khatefov**

*Studies on the content of protein and oil in grain, total sugars in 6 tetraploid populations, calculations of the energy value of grain have been carried out. An increased content of protein and oil in tetraploid grains was established in comparison with the diploid standard. The dynamics of selection for high protein and high oil content in tetraploid maize populations has been calculated. Comparison of total sugar content in caryopses homozygous for the su2 gene did not reveal significant differences between 2n and 4n caryopses, while some differences were found in sugar fractions. The creation of new high-yielding hybrids based on the VIR collection of tetraploid maize populations will allow breeders to significantly expand the genetic polymorphism and range of modern maize breeding achievements.*

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОДВИЖЕНИЯ ГИБРИДОВ САХАРНОГО  
СОРГО МОЛДАВСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ  
БЕЛАРУСЬ**

*Е.А. Ротарь, М.В. Дрегля*

*Институт растениеводства «Порумбень», Республика Молдова*

В последние годы в ряде стран наблюдается проявление особого интереса к высокостебельному сахарному сорго как к источнику дешевого сахара. Исследования показали, что при производстве 400-450 ц зеленой массы с каждого гектара можно получить 25-30 ц сахарной продукции. В условиях орошения количество сахара увеличивается до 40-45 ц/га [3].

Именно сахарное сорго имеет большие перспективы коммерциализации, поскольку оно более полно отвечает требованиям, предъявляемым к сельскохозяйственным культурам для решения нижеперечисленных целей, а именно:

- как дополнительный источник натуральных подсластителей;
- как кормовое растение;
- как источник энергоносителей и сырья;
- как возобновляемый источник альтернативного топлива.

В настоящее время сорго в смеси с сахарной свеклой, цикорием, картофелем, кукурузой, пшеницей и овсом предстает как наиболее полезная культура для получения и производства из биомассы спирта. Из биомассы сорго получают 80 т спирта по сравнению со 100 л/т сахарной свеклы, 120 л/т цикория, 115 л/т картофеля, 400 л/т кукурузы, 380 л/т пшеницы и 350 л/т овса [1, 2]. По качественному составу сок сахарного сорго и сок сахарной свеклы существенно различаются: свекловичный сахар содержится только в сахарозе, а в соке сахарного сорго преобладают моносахарофруктоза и глюкоза. Поэтому сок сорго используется для изготовления меда, сиропа или патоки, а не сухого кристаллического сахара [4].

На данный момент в Институте растениеводства «Порумбень» создаются гибриды сорго, а также продвигаются уже созданные гибриды, представляющие большой интерес для их использования в вышеуказанных направлениях [5].

Одним из уже созданных гибридов сахарного сорго, который может иметь хорошие перспективы продвижения на рынках за пределами Республики Молдова и, в особенности, на рынке Республики Беларусь, является гибрид сахарного сорго Порумбень 5.

На данный момент в Республике Беларусь районирован гибрид молдавской селекции сорго Порумбень 4. Учитывая то, что по такому показателю, как необходимая сумма активных температур для гибридов Порумбень 4 и Порумбень 5 практически одинакова, имеет смысл рассмотреть эти два объекта исследования в сравнительном плане для дальнейшего продвижения последнего на рынке Республики Беларусь.

Как видно из приведенных данных (таблица 1), независимо от количества осадков, выпадающих за время вегетационного периода и суммы активных температур, урожайность зеленой массы у гибрида Порумбень 5 выше, чем у Порумбень 4, а высота растений приблизительно одинаковая, что позволяет для уборки этих гибридов на зеленую массу использовать одинаковую технику.

Таблица 1 – Продуктивность растений сахарного сорго

| Гибрид           | Высота растений, см |         | Урожай зеленой массы, ц/га |         |
|------------------|---------------------|---------|----------------------------|---------|
|                  | 2020 г.             | 2021 г. | 2020 г.                    | 2021 г. |
| Porumbeni 4 (mt) | 276                 | 360     | 641,7                      | 1017,3  |
| Porumbeni 5 (mt) | 280                 | 350     | 684,7                      | 1075,7  |

Таблица 2 – Качественный состав зеленой массы сахарного сорго

| Гибрид      | Год  | Сухое вещество, % | % в сухом веществе |      |           |      |       |
|-------------|------|-------------------|--------------------|------|-----------|------|-------|
|             |      |                   | белок              | жир  | клетчатка | зола | БЭВ   |
| Порумбень 4 | 2020 | 28,76             | 7,70               | 1,17 | 28,66     | 3,92 | 58,66 |
|             | 2021 | 33,42             | 9,57               | 1,08 | 27,67     | 5,60 | 56,08 |
|             | m    | 31,09             | 8,64               | 1,13 | 28,17     | 4,76 | 57,37 |
| Порумбень 5 | 2020 | 32,71             | 6,16               | 1,08 | 29,53     | 5,57 | 57,66 |
|             | 2021 | 41,34             | 10,35              | 1,90 | 31,14     | 7,43 | 49,18 |
|             | m    | 37,03             | 8,26               | 1,49 | 30,34     | 6,50 | 53,42 |

Данные, представленные в таблице 2, расширяют и углубляют спектр информации о достоинствах предлагаемого для Республики Беларусь гибрида сорго. Как следует из приведенных в таблице 2 данных, гибрид Порумбень 5, несмотря на проявляемую тенденцию к некоторому снижению содержания таких показателей, как белок, зола и безазотистые экстрактивные вещества, характеризуется увеличением количественного выхода этих показателей с единицы площади за счет более высокой урожайности вегетативной массы этого гибрида. В то же время наблюдается определенное увеличение содержания жира и клетчатки.

Таким образом, продвижение гибрида сахарного сорго Порумбень 5 селекции Института растениеводства «Порумбень» на сельскохозяйственном рынке Республики Беларусь может быть весьма перспективным.

#### Литература

1. Antohe, I., Butnaru G., Cusurzus Beatrice ș.a. Cultura sorgului zaharat și industrializarea lui totală.// Perspectivă pentru dezvoltarea durabilă a agriculturii românești. – București, 2003.
2. Hăbășescu I. Biomasa – sursă importantă de energie renovabilă // Agricultura Moldovei. – 2004. – nr.12. –P. 26-41.
3. Moraru, G. Sorgul zaharat (Plante noi) // Agricultura Moldovei. – 1993. – nr. 7-8 – P. 11-12.
4. Морару, Г.А. Перспективы использования сахарного сорго для обеспечения жизнедеятельности человека // Агрикултура Молдовой. – 2000. – № 1. – С. 16-19.
5. Спиваченко А.Б., Ротарь Е.А., Дрегля М.В. Перспективы возобновления и внедрения сорго в аграрно-промышленном секторе Республики Молдова // Матеріали конференції «Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення» (1-2 липня 2021 р.) / Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН. –Харків, 2021. – С. 341-345.

#### **PROSPECTS FOR PROMOTING SUGAR SORGHUM HYBRIDS OF MOLDAVIAN BREEDING IN THE REPUBLIC BELARUS**

*E. Rotari, M. Dreglya*

*The paper presents the data of the research on sorghum hybrids. The results show that the sorghum hybrid Porumbeni 5 has great prospects for introducing in the Republic of Belarus. The necessity of promoting this hybrid in the country has been proposed.*

УДК 631.8:633.174

#### **ДЕЙСТВИЕ ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ДЛИНУ СОЦВЕТИЯ СОРТОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО**

*Д.А. Степанченко, В.И. Старчак*

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы» ФГБНУ РосНИИСК © "Россорго", e-mail: viktoria\_starchak@rambler.ru*

Полевые исследования проводили на полях ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2020 г. Объектами исследований являлись сорта зернового сорго селекции института (РСК Партизан, РСК Оникс, РСК Локус,

РСК Каскад, Бакалавр, Ассистент, Магистр) и хелатные микроудобрения (производство НПО «Сила жизни») Reasil Forte Carb-Ca/Mg/B Amino и Reasil micro Amino Zn, применяемые для подкормки вегетирующих растений.

Схема опыта включала следующие варианты:

Вариант 1 – контроль (без удобрений);

Вариант 2 – однократное внесение Reasil micro Amino Zn в фазу 3-5 листьев культуры (доза 1,0 л/га);

Вариант 3 – двукратное внесение Reasil micro Amino Zn: в фазу 3-5 листьев и через 10 дней после первой обработки (доза 1,0+1,0 л/га);

Вариант 4 – трехкратное внесение Reasil micro Amino Zn (доза 1,0 л/га): первое – в фазу 3-5 листьев, последующие – с интервалом 10 дней;

Вариант 5 – однократное внесение Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino в фазу 3-5 листьев (доза 1,0 л/га);

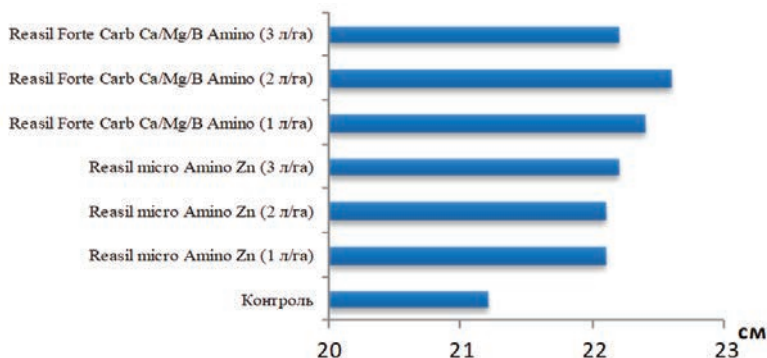
Вариант 6 – двукратное внесение Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino: в фазу 3-5 листьев и через 10 дней после первой обработки (доза 1,0+1,0 л/га);

Вариант 7 – трехкратное внесение Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino (доза 1,0 л/га): первое – в фазу 3-5 листьев, последующие – с интервалом 10 дней.

Полевые исследования проводили согласно общепринятой методике возделывания сорговых культур [1, 8, 10]. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы AGROS версии 2.09 методом двухфакторного дисперсионного анализа (фактор А – сорт, фактор В – варианты применения удобрений).

При изучении признака «длина соцветия» дисперсионным анализом подтверждено существенное влияние фактора А. Интервал варьирования в среднем по сортам в опыте составил от 17,2 до 25,9 см. Наибольшим соцветием характеризовались сорта Бакалавр и Ассистент. Изменчивость величины признака в опыте составила 24,0-27,7 см и 23,3-28,1 см соответственно. Доля сорта в общей изменчивости признака составила 63,9 %, условий опыта – 1,2 %, а взаимодействие факторов АВ – 10,4 %.

Выявлена тенденция увеличения показателя «длина соцветия» в результате применения хелатных микроудобрений. Самым отзывчивым на применение хелатных микроудобрений оказался сорт РСК Партизан: варьирование признака составило 16,6-18,9 см в разных вариантах, что превысило контроль на 18,6-35,0%. Наибольшее увеличение показателя «длина соцветия» отмечено в варианте Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino в дозе 2 л/га (рисунок).



**Рисунок – Влияние хелатных удобрений на длину соцветия сортов зернового сорго (в среднем по сортам в опыте), 2021 г.**

#### Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 2011. – 336 с.
2. Ефремова, И.Г. Эффективность гуминовых препаратов на посевах сахарного сорго в черноземной степи Саратовского правобережья / И.Г. Ефремова [и др.] // Аграрный научный журнал – 2020. – № 5. – С. 9-13.
3. Кадыров, С.В. Влияние стимуляторов роста и микроудобрений на посевные качества семян гречихи / С.В. Кадыров, А.В. Козлобаев // Совершенствование технологий производства зерновых, кормовых и технических культур в ЦЧР. – Воронеж, 2011. – С. 24-29.
4. Кибальник, О.П. Продуктивность сахарного сорго при использовании гуминовых препаратов в условиях нижнего Поволжья / О.П. Кибальник [и др.] // Нива Поволжья. – 2020. – №3 (56). – С. 3-8.
5. Якушевский, Е.С. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода Sorghum Moench / Е.С. Якушевский [и др.]. // Л, 1982. – 34 с.

#### ***EFFECT OF CHELATED FERTILIZERS ON THE INFLORESCENCE LENGTH OF GRAIN SORGHUM VARIETIES***

***D.A. Stepanchenko, V.I. Starchak***

*In modern agriculture, in order to obtain high yields of high-quality products, it is necessary to use resource-saving technologies for cultivating agricultural crops. The elements of these technologies include the use of chelated micronutrients. Analysis of the sources of scientific literature revealed a high responsiveness of cereals, row crops, vegetables and other field crops to the use of chelated micronutrients. However, the effect of chelated fertilizers on the productivity of grain sorghum in the conditions of the Saratov Volga region has not been studied enough, which confirms the relevance of these studies.*

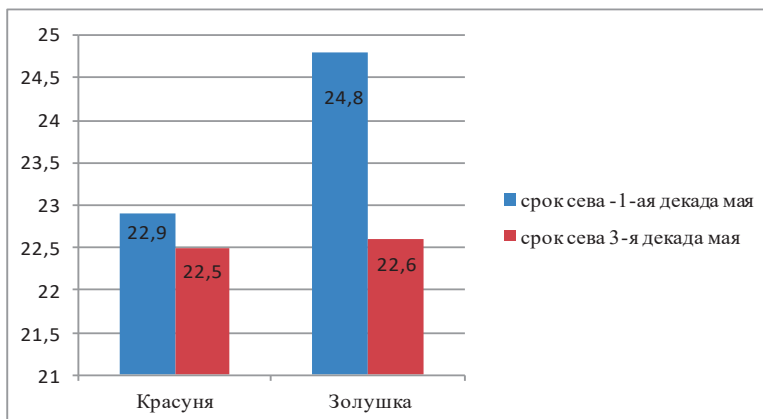
**ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЧУМИЗЫ В БЕЛАРУСИ****Т.А. Анохина, Е.М. Ритвинская***РУП «Институт льна», а/г. Устье, Оршанский р-н, Витебская обл.,  
Беларусь, e-mail: institut\_len@tut.by*

Климатические изменения, наблюдаемые в настоящее время, предполагают некоторые изменения в растениеводстве, в число которых входит не только оптимизация посевов традиционных культур, но и возделывание новых перспективных видов, в частности, просовидных и сорговых [1]. В числе культур с высокой засухоустойчивостью выделяется такая зернокармальная культура, как чумиза (*Panicum italicum*), которая является одной из самых засухоустойчивых культур мирового земледелия. Это старейший в мире хлебный злак, родиной которого является юго-восточная Азия, однолетнее растение из группы просовидных злаков. Как и просо, чумиза является культурой универсального использования, имеет продовольственное и кормовое значение. Ее можно возделывать на зерно, зеленый корм, сенаж, сено и силос.

Несомненным достоинством зерна чумизы является высокое содержание (до 64 %) таких незаменимых жирных аминокислот, как арахисовая, линолевая и линоленовая, определяющих содержание в продуктах витамина F. Данный витамин рассматривают как средство повышения к стрессам и болезням инфекционной этиологии как человека, так и животных. Кроме того, витамин F придает продуктам свойства стимулятора обмена протеина и жира, позволяющего улучшить усвоение других жирорастворимых витаминов [2]. Благодаря уникальной пищевой и кормовой ценности чумизы, интерес к ней вырос во всем мире, особенно в Китае, где созданы ее сорта с урожайностью зерна 110-125 ц/га [2]. Созданы сорта чумизы и в Беларуси – это Золушка и Красуня, учреждениями-оригинаторами которых являются: по сорту Золушка, районированному по Беларуси в 2012 г., РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», по сорту Красуня, внесенному в реестр сортов Республики Беларусь с 2017 года, – РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси».

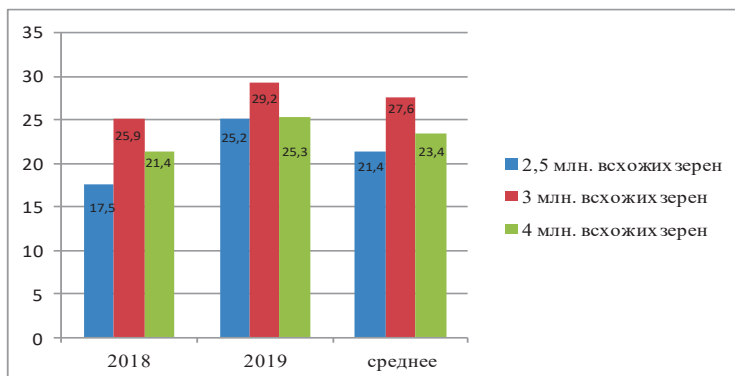
В основе генофонда названных сортов находится исходный материал чумизы, который в течение нескольких десятилетий пересевался в Пружанском с.-х. техникуме, ныне государственном аграрно-техническом колледже, при обучении студентов агрономического профиля в качестве наглядного материала, полученного из ВИРА в послевоенные годы.

Исследования зерновой продуктивности названных выше сортов чумизы, проведенные в 2018-2019 гг., показали, что сорта формировали в среднем за два года примерно одинаковую урожайность зерна, средние показатели составили 24,8 ц/га у сорта Золушка и 23,3 ц/га у сорта Красуня. Различие составило всего 6,4 % или 1,5 ц/га, что косвенно указывает на то, что их можно отнести к одной группе скороспелости. Однако реакция на сроки сева, как один из основополагающих приемов возделывания, была различной. Сорт Красуня в среднем по всем вариантам исследования формировал примерно одинаковую урожайность как при посеве в первой декаде мая, так и в третьей (разница 0,4 ц/га или 1,7 %), в то время как сорт Золушка в среднем снизил этот показатель на 2,0 ц/га или 8,1 % (рисунок 1). Это указывает на то, что сорт Красуня более стабилен по урожайности зерна вне зависимости от срока сева.

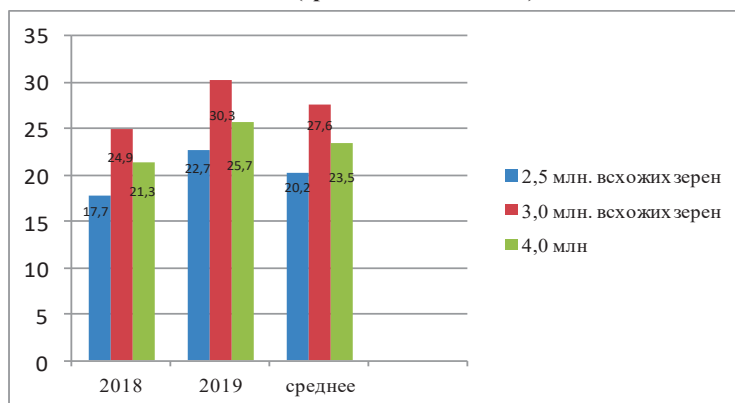


**Рисунок 1 – Урожайность зерна сортов чумизы в зависимости от срока сева (среднее 2018-2019 гг.).**

В условиях Беларуси чумиза отличается слабой продуктивной кустистостью, поэтому норма высева является основным технологическим приемом, определяющим плотность посева и густоту стеблестоя. Анализ этого показателя позволяет сделать вывод, что уплотнение стеблестоя нормой высева 4,0 млн всхожих зерен приводит к снижению урожайности как в неблагоприятный год, каковым был 2018 г., так и в более благоприятный 2019 г. Снижение урожайности составило 6,0-3,9 ц/га или 25-13,4 % соответственно у сорта Красуня и 1,1-2,7 ц/га или 4,8-9,6 % у сорта Золушка (рисунки 2а, 2б).



**Рисунок 2 а – Урожайность зерна сорта Красуня в зависимости от нормы высева (среднее 2018-2019 гг.)**



**Рисунок 2 б – Урожайность зерна сорта Золушка в зависимости от нормы высева (среднее 2018-2019 гг.).**

Уменьшение нормы высева до 2,5 млн всхожих зерен на гектар также снижает урожайность у сортов вне зависимости от погодных условий. Наиболее стабильный урожай зерна чумизы формируется при норме высева 3 млн всхожих зерен на га.

В целом, характеризуя белорусские сорта чумизы по формированию урожайности зерна в зависимости от погодных условий конкретного вегетационного периода, необходимо отметить, что в более засушливый год, каковым был 2018 г. по сравнению с более благоприятным 2019 г., урожайность зерна снижается как у сорта Золушка, так и у сорта Красуня. Однако потенциальная урожайность у сорта чумизы Золушка несколько выше по сравнению с сортом Красуня, особенно,

если соблюдать оптимальные параметры технологических приемов возделывания культуры не только по срокам сева и плотности посева, но и реакцию на применение средств интенсификации.

#### Литература

1. Сарасенко, Е.Г. Новые возможности при возделывании культур в условиях потепления климата / Е. Г. Сарасенко // Наше сельское хозяйство. – 2020. -№ 7. – С. 30-39.
2. Подобед, Л.И. Рациональная, достаточная и экологически сбалансированная система кормопроизводства / Л.И. Подобед [и др] – Одесса: Печатный дом, 2009. – 216 с.

#### **REVISITING CULTIVATION OF SIBERIAN MILLET IN BELARUS**

*T.A. Anokhina, E.M. Ritvinskaya*

УДК 633.2/3:631[45:445.24]

#### **МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ – ВАЖНЫЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ**

*Н.В. Шмелева*

*Ивановский НИИСХ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»,  
e-mail: ivniicx@rambler.ru; ivniicx@mail.ru*

Многолетние травы могут быть неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником органического вещества [1]. Это объясняется не только более продолжительным вегетационным периодом, чем у однолетних культур, но и широким отношением корней к надземной массе. При одинаковом по массе урожае после многолетних трав остается органических остатков в 3-4 раза больше, чем после однолетних растений [2].

Выращивание многолетних бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей обеспечивает производство полноценных кормов для животноводства и является резервом повышения урожайности зерновых культур [3-5]. Значительным источником производства кормов в Верхневолжье являются также сенокосы и пастбища. С учетом того, что доминирующей отраслью сельскохозяйственного производства в регионе является молочное животноводство, разработка технологий конструирования высокопродуктивных и ресурсосберегающих агрофитоценозов остается задачей актуальной.

В Верхневолжье влияние многолетних бобовых трав на плодородие дерново-подзолистых почв слабо или совсем не изучено, что и послужило основанием для проведения нами исследований в 2011-2015 гг.

Полевые опыты проводили в стационаре отдела кормопроизводства Ивановского НИИСХ на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с содержанием в пахотном слое 1,9 % гумуса, 230 мг/кг подвижного фосфора и 175 мг/кг почвы обменного калия,  $pH_{KCl} - 5,2$ . Повторность – 4-х кратная. Площадь делянки – 30 м<sup>2</sup>. Размещение – систематическое. Травы изучали на двух фонах минерального питания – без удобрений и N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>. Посев трав производили беспокровно в первой декаде мая. Полная норма высева трав составила: козлятник восточный Гале – 20 кг/га, люцерна изменчивая Вега 87 – 15 кг/га, клевер луговой Дымковский – 14 кг/га, тимофеевка луговая Вик – 10 кг/га. В сложные травосмеси злаковые и бобовые травы включали в соотношении 25 и 50 % от полной их нормы высева. Перед посевом семена козлятника и люцерны скарифицировали и обрабатывали соответствующим штаммом клубеньковых бактерий. Агротехника возделывания – общепринятая для зоны. Для нейтрализации избыточной кислотности перед закладкой травостоев вносили доломитовую муку в дозе 5 т/га. Скашивание производили два раза, первый в фазу бутонизации – начала цветения бобовых трав, второй – за 35 дней до наступления устойчивых заморозков. Все исследования и учеты проводили согласно методическим рекомендациям ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1997), учет пожнивно-корневых остатков – методом рамочной выемки монолитов по Н.З. Станкову (1964), симбиотический азот определяли по методике Г.С. Посыпанова (1991).

Проведенные исследования показали, что травосмеси со злаками и клевером при двухукосном использовании в течение пяти лет пользования давали высокие урожаи хозяйственно полезной надземной кормовой массы (таблица).

В первые годы основная доля урожая в сложных травосмесях приходилась на злаковый компонент и клевер луговой. Значительное содержание клевера лугового в составе травосмеси в дальнейшем отрицательно сказалось на продуктивности. Доля козлятника в травосмесях была меньше, чем люцерны синегибридной, но при этом уже в первый год пользования козлятник опережал в развитии другие бобовые травы на 15-20 дней. К четвертому году пользования клевер полностью выпал из травостоя, тем самым уменьшив долю бобового компонента. Однако этот факт положительно повлиял на развитие злакового компонента и люцерну изменчивую. Доля люцерны в урожае составляла 20-45 %. Поскольку ежегодно происходит загущение посевов за счет зимующих почек, угнетение, которое испытывал козлятник в первые годы жизни в многокомпонентных травосмесях, сказалось на продуктивности травостоев в последующие годы. Травосмеси на основе коз-

Таблица – Урожайность и накопление пожнивно-корневых остатков (ПКО) (2015 г.)

| Вариант  | Урожайность<br>сухого веще-<br>ства, ц/га | ПКО,<br>ц/га | Поступило в почву,<br>кг/га |                               |                  |
|--|---|--------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------|
|  |   |              | N                           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Контроль (без удобрений)                             |   |              |                             |                               |                  |
| Козлятник, 25 % + клевер,<br>25 % + тимофеевка, 50 % | 64,5                                      | 216          | 178                         | 59                            | 130              |
| Козлятник, 50 % + клевер,<br>25 % + тимофеевка, 25 % | 107                                       | 285          | 251                         | 86                            | 179              |
| Люцерна, 25 % + клевер<br>25%+тимофеевка 50%         | 116                                       | 267          | 241                         | 85                            | 168              |
| Люцерна, 50% + клевер,<br>25 % + тимофеевка, 25 %    | 89  | 249          | 224                         | 78                            | 157              |
| N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>      |   |              |                             |                               |                  |
| Козлятник, 25 % + клевер,<br>25 % + тимофеевка, 50 % | 81  | 205          | 197                         | 70                            | 136              |
| Козлятник, 50 % + клевер,<br>25 % + тимофеевка, 25 % | 81,1                                      | 192          | 172                         | 59                            | 121              |
| Люцерна, 25 % + клевер,<br>25 % + тимофеевка, 50 %   | 111                                       | 234          | 210                         | 74                            | 147              |
| Люцерна, 50 % + клевер,<br>25 % + тимофеевка, 25 %   | 134                                       | 256          | 236                         | 83                            | 164              |

\*- процент от полной нормы высева. С.В. – сухое вещество

лятника были менее продуктивны и изрежены. В среднем за пять лет пользования наибольшую продуктивность имели травосмеси с содержанием бобового компонента 50-75 % от полной нормы высева.

Введение козлятника и люцерны изменчивой позволяет длительное время использовать травостой и снизить затраты на производство кормов. На пятый год пользования урожайность травосмесей достигала 107 и 134 ц/га сухого вещества соответственно. Кроме надземной массы получено большое количество пожнивно-корневых остатков, благодаря которым в почве остается значительное количество органического вещества с высоким содержанием питательных элементов. Было получено 192-285 ц/га сухой массы пожнивно-корневых остатков, с содержанием до 251 кг азота, 86 кг фосфора и до 179 кг/га калия от бобово-злаковых травостоев сенокосного назначения после пяти лет использования.

Благодаря глубокой, проникающей в подпахотные горизонты мощной стержневой корневой системе козлятник и люцерна изменчивая способствуют переводу соединений фосфора и калия с подпахотного в

пахотный горизонт, тем самым накапливая их в составе органического вещества.

Таким образом, использование бобово-злаковых травосмесей на основе козлятника восточного и люцерны изменчивой позволяет решить несколько задач. Бобово-злаковые травосмеси – незаменимый ресурс сбалансированного по питательной ценности кормового сырья. Такие травосмеси позволяют обогатить почву органическим веществом с высоким содержанием питательных элементов, улучшая её агрофизические и агрохимические свойства, и заменяют использование дорогостоящих минеральных удобрений.

### Литература

1. Довбан, К.И. Зеленое удобрение. – М. : Агропромиздат, 1990. – 208 с.
2. Лошаков, В.Г. Севооборот как агроэкологическая основа системы земледелия / В.Г. Лошаков // Научные основы систем земледелия и их совершенствование. –Н.-Новгород, 2007. – С. 10-14.
3. Шпаков, А.С. Основные принципы организации средостабилизирующих систем полевого кормопроизводства в животноводческих хозяйствах Центрального экономического района / А.С. Шпаков // Адаптивное кормопроизводство. – 2013. – №3. – С. 6-12.
4. Косолапов, В.М. Природосохраняющие функции многолетних трав и агроэкосистем / В.М. Косолапов [др.] // Проблемы интенсификации животноводства с учетом пространственной инфраструктуры и охраны окружающей среды: матер. Межд. конф. / под научной редакцией В. Романюка. – Фаленты-Варшава, 2013. – С. 133-139.
5. Зверев, В.А. Многолетние травы как резерв биологизации и стабилизации земледелия в Нечерноземной зоне России / В.А. Зверев, В.Н. Наумкин // Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне: научные труды. – Брянск, 2006. – С. 235-250.

### ***PERENNIAL GRASSES - AN IMPORTANT FACTOR OF INCREASING THE FERTILITY OF SOD-PODZOLIC SOILS OF THE UPPER VOLGA REGION*** ***N.V. Shmeleva***

*Under the conditions of limited financing of most agricultural producers and a low level of chemicalization, legume grasses are able to form high yields. Soil fertility increases due to the large amount of root and crop residues.*

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОСЕВА И НОРМЫ ВЫСЕВА  
НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ  
СОРТОВ И ЭКОТИПОВ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО**

*Т.Н. Боровская, Е.Н. Калинина*

*РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства  
НАН Беларуси», e-mail: Tanya.borovskaya.84@list.ru*

На сегодняшний день вопрос рационального использования кормовых угодий перерос в одну из составных частей важнейшей проблемы, связанной с увеличением производства животноводческой продукции, которую можно решить путем создания высокопродуктивных сенокосов и пастбищ с помощью многолетних трав интенсивного типа долгосрочного использования.

Кострец безостый – кормовая культура, по урожайности и качеству корма не уступающая другим многолетним злаковым травам. Игнорирование биологических особенностей этой культуры, незнание основных элементов технологии ее выращивания привели к тому, что она не нашла в Беларуси такого широкого применения в луговом и полевом травосеянии, как в западных странах.

Работу по изучению влияния способа посева и нормы высева на биологические показатели и кормовую продуктивность различных сортов и экотипов костреца безостого белорусской селекции начали в РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства» на дерново-подзолистой почве, подстилаемой моренным суглинком, со следующими агрохимическими показателями: рН – 6,2; гумус – 2,73 %; содержание подвижных форм  $P_2O_5$  – 258 мг/кг,  $K_2O$  – 252 мг/кг, медь – 2,40 мг/кг почвы. Посев костреца безостого был проведен в мае сеялкой СЗТ-3,6 рядовым и широкорядным способом беспокровно. Норма высева семян костреца безостого сорт Выдатны (степного экотипа) и сорт Усходні (лугового экотипа) составила от 1,0-6,0 млн семян на гектар.

Метеорологические условия в год посева существенно отличались от среднемноголетних показателей как по температурному режиму, так и по количеству выпавших атмосферных осадков. Такие погодные условия первых двух месяцев лета оказали негативное влияние на полевую всхожесть, рост и вегетативное развитие растений. Первые всходы были отмечены в середине июня.

Важнейшими элементами технологии возделывания многолетних трав являются нормы высева семян и способы посева, оказывающие

влияние как на индивидуальное развитие растений, так и на формирование структуры посева в целом.

Способ сева – один из наиболее значимых элементов технологии возделывания костреца безостого, не требующий дополнительных вложений, позволяющий значительно повысить урожайность и эффективность возделывания культуры. От правильного выбора способа сева зависит образование вегетативных побегов, использования удобрений, перезимовка и степень реализации потенциала продуктивности культуры в целом. В то же время норма высева семян определяет густоту стояния растений на 1 м<sup>2</sup> и площадь питания каждого растения в период вегетации. Продуктивность многолетних трав в основном зависит от густоты стояния побегов. Наличие оптимальной плотности травостоя – залог получения высокого урожая. Как правило, формирование заданной густоты стояния начинается, прежде всего, с прорастания семян, которое оценивается показателем полевой всхожести.

При наступлении полной фазы всходов многолетних трав проведен учет полевой всхожести растений. Результаты показывают, что в условиях Витебской области у различных экотипов костреца безостого данный показатель варьировал в пределах 67-73 % у сорта Выдатны (степного экотипа) и 63-73 % у сорта Усходні (лугового экотипа), что говорит об отсутствии существенных различий (таблица).

Таблица – Влияние способа посева и нормы высева на биологические показатели различных сортов и экотипов костреца безостого

| Сорт, экотип             | Норма высева семян, млн/га | Полевая всхожесть, % |       | Густота всходов, шт./м <sup>2</sup> |       | Количество побегов, шт./м <sup>2</sup> |        |
|--------------------------|----------------------------|----------------------|-------|-------------------------------------|-------|--|--------|
|                          |                            | 15 см                | 45 см | 15 см                               | 45 см | 15 см                                  | 45 см  |
| Выдатны (степной экотип) | 1,0                        | 67                   | 70    | 67                                  | 70    | 373,4                                  | 405,4  |
|                          | 2,0                        | 70                   | 68    | 140                                 | 136   | 770,0                                  | 820,8  |
|                          | 3,0                        | 67                   | 73    | 201                                 | 219   | 1100,9                                 | 1230,0 |
|                          | 4,0                        | 73                   | 71    | 293                                 | 284   | 1462,8                                 | 1590,4 |
|                          | 5,0                        | 69                   | 73    | 345                                 | 365   | 1734,0                                 | 1863,0 |
|                          | 6,0                        | 71                   | 67    | 426                                 | 402   | 2170,0                                 | 2162,4 |
| Усходні (луговой экотип) | 1,0                        | 66                   | 68    | 66                                  | 68    | 342,6                                  | 355,3  |
|                          | 2,0                        | 64                   | 69    | 128                                 | 138   | 650,4                                  | 705,6  |
|                          | 3,0                        | 73                   | 71    | 219                                 | 213   | 1058,4                                 | 1080,0 |
|                          | 4,0                        | 71                   | 72    | 284                                 | 288   | 1343,2                                 | 1420,0 |
|                          | 5,0                        | 63                   | 68    | 315                                 | 340   | 1510,5                                 | 1680,0 |
|                          | 6,0                        | 63                   | 65    | 378                                 | 390   | 1731,8                                 | 1874,0 |

В количественном выражении густота всходов составила у сорта Выдатны от 67-70 раст./м<sup>2</sup> при норме высева 1,0 млн/га до 402-426 раст./м<sup>2</sup> при норме 6,0 млн/га, у сорта Усходні – от 66-68 до 378-390 раст./м<sup>2</sup> соответственно.

Продуктивность костреца безостого определяется не только количеством всходов на единице площади, но и перезимовкой, а также количеством побегов на растении. Сорт костреца безостого Выдатны, относящийся к степному экотипу, характеризовался большим количеством вегетативных побегов на 1 растении. Так, при норме высева 6,0 млн/га количество побегов составило 5,0 шт./раст. при междурядье 15 см и 5,3 шт./раст. при междурядье 45 см, увеличиваясь до 5,5-5,7 шт./раст. при норме высева 1,0 млн/га соответственно. Сорт Усходні лугового экотипа образовал 4,5-4,8 вегетативных побега на 1 растении при норме высева 6,0 млн/га, а при норме 1,0 млн/га их количество увеличилось до 5,1-5,2 шт./раст. соответственно. Следует отметить, что по количеству вегетативных побегов на одно растение наилучшие показатели отмечены у сорта костреца безостого Выдатны, что превышает сорт Усходні в варианте с нормой высева 1,0 млн./га с шириной междурядья 15 см на 8,2 %, а с шириной междурядья 45 см на 12,3 %, в варианте с нормой высева 6,0 млн./га на 20,1 % с междурядьем 15 см и 13,3 % с шириной междурядья 45 см.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что существенных различий по полевой всхожести в вариантах костреца безостого с различными нормами высева и шириной междурядий не наблюдается, разница составила от 6 до 10 %, однако кострец безостый сорт Выдатны степного экотипа был лучше по показателям полевой всхожести в сравнении с сортом Усходні лугового экотипа, что говорит о его лучшей устойчивости к условиям повышенного температурного режима с минимальным количеством влаги.

**IMPACT OF A SEEDING METHOD AND SEEDING RATES ON  
BIOLOGICAL INDICATORS OF DIFFERENT VARIETIES AND ECOTYPES  
OF AWNLESS BROME**

***T.N. Borovskaya, E.N. Kalinina***

*It's established that when cultivating awnless brome with different seeding rates and row spacing the difference in filed germination amounts to 6-10 %. The variety Vydatny of the steppe ecotype demonstrates the best indicators.*

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИТНЯКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ СЕВА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*В.А. Столепченко, З.Г. Козловская, О.М. Беляй*

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Одной из ценных в кормовом отношении засухоустойчивых многолетних злаковых трав является житняк, распространенный в засушливых регионах России и Казахстана, где он хорошо выдерживает выпас, поедается всеми сельскохозяйственными животными и является основным компонентом травосмесей (житняк + люцерна или эспарцет) в полевых и кормовых лугопастбищных севооборотах.

В южных областях Республики Беларусь почти ежегодно наблюдаются засухи, которые приводят к выгоранию пастбищных травостоев на супесчаных почвах Полесья. Негативные действия засушливых условий особенно выражены на легких по гранулометрическому составу почвах Гомельской, Брестской и части Могилевской областей, где средняя продуктивность на луговых угодьях не превышает 28–32 ц/га кормовых единиц.

По нашим наблюдениям, среди многолетних злаковых трав житняк одним из первых весной быстро вступает в вегетацию. Ценность новой культуры заключается в ее высокой засухоустойчивости, а также раннем обеспечении животноводства качественным зеленым кормом, но на сельскохозяйственных угодьях республики житняк пока не культивируется. В Государственном сортоиспытании находится сорт житняка гребенчатого Маларыцкі, который показал уровень накопления сухого вещества до 147 ц/га.

С целью изучения потенциала культуры в условиях республики на супесчаных почвах, подстилаемых песками, проведено уточнение такого агротехнического приема, как срок сева житняка. Первый срок сева был проведен во второй декаде апреля 2019 г. в условиях дефицита осадков и влаги в почве (ГТК 0,03). Полные всходы первого срока сева наблюдались в середине мая, всхожесть семян житняка при этом составила 57,7 % от количества высеянных 6 млн всхожих семян/га. Влагообеспеченность почвы ко второму сроку сева в мае улучшилась с изменением гидротермического коэффициента до 1,57. В июне ГТК составил 0,73, в июле – 1,32, в августе – 3,33, в сентябре – 0,27. Полевая всхожесть житняка в основном зависела от влажности верхнего слоя почвы. Со второй декады мая по вторую декаду июля количество выпавших осадков было ниже нормы на 17–78 %. Однако даже такое

количество осадков улучшало водный режим, когда полевая всхожесть житняка достигала 71,7 % в июне и снижалась до 63% в сентябре. В дальнейшем после появления всходов уровень выживаемости и сохранности растений житняка был обусловлен засушливыми погодными условиями вегетационного периода. Сохранность растений житняка к концу вегетации по всем срокам сева высокая.

Житняк медленно развивается в год посева, поэтому нуждается в чистых от сорняков почвах. Для защиты от сорной растительности посевы житняка всех сроков посева в первый год жизни подкашивались через 35–40 дней после появления всходов по мере отрастания культуры. В течение вегетации на посевах ранних сроков сева были проведены два подкоса, на более поздних сроках – один подкос.

Уровень продуктивности кормовой массы житняка по годам пользования обеспечивают покосы летне-осеннего кушения, прошедшие яровизацию. Урожайность зеленой массы учитывалась при проведении трех укосов в травостоях второго и третьего года жизни житняка в сенокосном режиме использования. Первый укос проводился в фазу начала выметывания при высоте травостоя 57–59 см, в котором насчитывалось до 60 % генеративных побегов от общего количества побегов. Во втором укосе высота травостоя достигала 53–55 см, в третьем – 42–44 см. Во 2-м укосе при всех сроках сева преобладают удлиненные вегетативные побеги, число которых резко снижается к третьему укосе.

Самая высокая урожайность зеленой массы за вегетационный период сформировалась в травостоях житняка первого и второго года пользования при июньском сроке сева и составила соответственно 238,0 и 285,1 ц/га (таблица), что на 44,2–69,3 % выше апрельского срока сева и на 23,7–48,6 % – майского срока сева. Наибольшую урожайность зеленой массы обеспечивают посевы житняка 2–7 летнего возраста.

Некоторое снижение продуктивности посевов наблюдалось при июльском сроке сева относительно июня за счет более низкой плотности стеблестоя.

Смещение посева на более поздние сроки вызывало снижение более чем вдвое урожайности зеленой массы житняка, как первого, так и второго года пользования, особенно при посеве в первой декаде сентября. Последний срок сева не позволил реализовать весь потенциал культуры в год посева, что негативно отразилось на уровне продуктивности растений. Оптимальным сроком сева для житняка является июнь-июль, при котором формируется максимальная продуктивность зеленой массы за вегетацию.

Таблица – Урожайность зеленой массы житняка в зависимости от сроков сева (среднее за 2020–2021 гг.)

| Срок сева, месяц    | Зеленая масса, 1-й укос, ц/га | Количество побегов, шт./м <sup>2</sup> | Зеленая масса, 2-й укос, ц/га | Количество побегов, шт./м <sup>2</sup> | Зеленая масса, 3-й укос, ц/га | Количество побегов, шт./м <sup>2</sup> | За вегетацию, ц/га |
|---------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|--|--------------------|
| 1-й год пользования |                               |  |                               |  |                               |  |                    |
| Апрель              | 82,5                          | 939                                    | 56,3                          | 771                                    | 26,3                          | 611                                    | 165,1              |
| Май                 | 89,4                          | 1289                                   | 78,7                          | 1019                                   | 36,1                          | 662                                    | 204,2              |
| Июнь                | 104,6                         | 1491                                   | 92,2                          | 1333                                   | 41,2                          | 683                                    | 238,0              |
| Июль                | 107,5                         | 1411                                   | 88,9                          | 1218                                   | 39,5                          | 596                                    | 235,9              |
| Август              | 82,2                          | 1025                                   | 97,4                          | 1194                                   | 28,7                          | 509                                    | 208,3              |
| Сентябрь            | 32,5                          | 579                                    | 35,8                          | 660                                    | 19,2                          | 341                                    | 87,3               |
| НСР <sub>05</sub>   | 19,8                          |  | 21,4                          |  | 10,7                          |  |                    |
| 2-й год пользования |                               |  |                               |  |                               |  |                    |
| Апрель              | 96,7                          | 1101                                   | 38,4                          | 526                                    | 33,3                          | 774                                    | 168,4              |
| Май                 | 110,6                         | 1595                                   | 93,7                          | 1206                                   | 45,9                          | 842                                    | 250,2              |
| Июнь                | 137,5                         | 1760                                   | 95,8                          | 1385                                   | 51,8                          | 859                                    | 285,1              |
| Июль                | 132,8                         | 1643                                   | 90,9                          | 1314                                   | 46,6                          | 703                                    | 270,3              |
| Август              | 100,6                         | 1254                                   | 78,5                          | 962                                    | 40,2                          | 713                                    | 219,3              |
| Сентябрь            | 56,9                          | 792                                    | 55,8                          | 660                                    | 33,8                          | 607                                    | 146,5              |
| НСР <sub>05</sub>   | 23,2                          |  | 14,9                          |  | 15,7                          |  |                    |

**PRODUCTIVITY OF CRESTED WHEATGRASS AT DIFFERENT SOWING TERMS UNDER THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**  
*V.A. Stolepchenko, Z.G. Kozlovskaya, O.M. Belyai*

*The cultivation agrotechnical practices of crested wheatgrass grown for hay providing the fulfillment of the potential crop productivity at six sowing terms on sandy loam soils are clarified. It has been established that the optimum sowing term for the formation of forage mass is June. Earlier sowing or its displacement to later terms leads to a decrease in the yield of green material.*

УДК 631.524.84:633.28(476.7)

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЖИТНЯКА В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ**

***Н.Н. Костюченко<sup>1</sup>, А.Н. Гапонюк<sup>1</sup>, А.В. Сорока<sup>2</sup>, В.А. Столепченко<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси»  
kost-n@rambler.ru, andnik2017@yandex.ru*

*<sup>2</sup>РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»  
agrosoilgrass@gmail.com, stolepchenko@mail.ru*

Актуальной проблемой кормопроизводства является интродукция и расширение ассортимента кормовых культур. При этом большую роль играет правильный подбор культур, которые в определенных почвенно-климатических условиях обладают высокой и устойчивой по годам урожайностью.

На юго-западе Беларуси широко распространены песчаные и супесчаные почвы. Для использования их под пашню и защиты от деградации необходимо вносить большие дозы органических и минеральных удобрений [1]. С целью повышения продуктивности низкоплодородных земель рекомендуется также высевать многолетние травы. Однако в данном регионе часто случаются засухи, негативное воздействие которых особенно выражено на легких по гранулометрическому составу почвах. В засушливых условиях одним из самых приспособленных растений для создания кормовых агрофитоценозов является житняк. В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» создан сорт житняка Маларыцкі, объединяющий качественные признаки житняка гребенчатого и райграса пастбищного. Райграс и его гибриды характеризуются интенсивным отрастанием, высокой питательностью, но низкой зимостойкостью в наших условиях. Житняк является засухоустойчивым, морозостойким растением, нетребовательным к почвам и первым вступает в вегетацию среди многолетних злаковых трав. На сельскохозяйственных угодьях Беларуси житняк гребенчатый пока не возделывается [2].

Таким образом, целью нашей работы являлось изучение особенностей формирования продуктивности белорусского сорта и традиционных сортов житняка, высеваемых в Казахстане, в условиях юго-запада Беларуси.

Исследования выполняли в 2020 г. на опытном поле СУП «Савушкино» Малоритского района Брестской области. Почва экспериментального участка – дерново-подзолистая глееватая песчаная, сменяемая с глубины 0,3–0,4 м рыхлым песком. Агрохимические показатели

исследуемой почвы: рН – 5,8, гумус – 3,2 %, фосфор – 311 мг/кг, калий – 180 мг/кг.

В опытах использовали следующие сорта житняка: белорусский сорт Маларыцкі, казахские сорта – Карабалыкский, Шортандинский, Батыр. Норма высева 10 млн шт./га. Многолетние травы высевали в первой декаде апреля. Минеральные удобрения вносили под формирование укоса в дозах, стандартных для злаковых культур. Учеты и наблюдения проведены согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Химический анализ кормов проведен по общепринятым методикам и в соответствии с действующими ГОСТами.

Одним из составляющих элементов продуктивности многолетних трав является показатель полевой всхожести. Установлено, что по густоте и полевой всхожести белорусский сорт не уступает традиционным сортам житняка из Казахстана. Полевая всхожесть сорта Маларыцкі оказалась равной 52,5 %, а казахских сортов – 51,3-54,7 %. Густота стояния трав, в том числе белорусского сорта, находилась в пределах  $513 \pm 24,64 - 547 \pm 28,41$  шт./м<sup>2</sup>.

Урожайность зеленой массы изучаемых сортов житняка в первый год жизни варьировала от 85 до 120 ц/га. У сорта Маларыцкі данный показатель составил 120 ц/га, у сортов Карабалыкский, Батыр и Шортандинский – 85, 90 и 100 ц/га соответственно.

Продуктивность белорусского и традиционных сортов житняка из Казахстана отличалась незначительно и составляла 15,8-16,4 ц/га кормовых единиц, сбор сырого протеина составил 4,2-4,8 ц/га.

Таким образом, на дерново-подзолистой заболоченной почве юго-запада Беларуси продуктивность белорусского и традиционных сортов житняка, высеваемых в Казахстане, в первый год жизни существенно не отличались.

### Литература

1. Плодородие почв и эффективное применение удобрений : мат. Межд. науч.-практ. конф., Минск, 22–25 июня 2021 г. В 2 ч. Ч. 1 / редкол. : В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2021. – 242 с.

2. Кондрацкая, И.П. Создание фертильных межродовых гибридов житняка (*Agropyron cristatum*) с райграсом пастбищным (*Lolium perenne*) с использованием геномной и клеточной биотехнологии / И.П. Кондрацкая [и др.] // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира : мат. Межд. науч. конф., посв. 85-летию Центр. бот. сада НАН Беларуси, Минск, 6-8 июня 2017 г. В 2 ч. Ч. 2 / Национальная академия наук Беларуси, Центральный ботанический сад. – Минск, 2017. – С. 238–244.

**PECULIARITIES OF WHEATGRASS PRODUCTIVITY FORMATION UNDER  
THE CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST OF BELARUS**

*Kostiuchenko N.N., Hapaniyk A.N., Soroka A.V., Stolepchenko V.A.*

*On low-fertile sandy soils of the south-west of Belarus agrophytocenoses of the Belarusian variety and traditional varieties of wheatgrass sown in Kazakhstan did not differ significantly in productivity in the first year of life: the yield of fodder units was 15,8–16,4 dt/ha, the yield of crude protein was 4,2–4,8 dt/ha.*

УДК 633.2/.3:631.5

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ  
МНОГОЛЕТНИХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТРАВΟΣМЕСЕЙ**

*Н.П. Лукашевич, И.В. Ковалева, Т.М. Шлома, И.М. Коваль*

*УО «Витебская государственная ордена «Знак Почета» академия  
ветеринарной медицины», E-mail: kormoproizvodst@mail.ru*

В настоящее время объемы производства животноводческой продукции обеспечивают внутренние потребности республики и экспортный потенциал. Главной задачей при этом является уменьшение себестоимости производимой продукции животноводства. Обеспечение животноводческой отрасли необходимым количеством травяных кормов собственного производства, которые сбалансированы по содержанию питательных веществ, позволит повысить рентабельность производства молока и мяса говядины. Как в зеленом, так и в сырьевом конвейере большое значение имеют посевы высокопродуктивных многолетних кормовых культур. Известно, что существующий дефицит растительного белка в рационах крупного рогатого скота можно снизить за счет возделывания бобовых культур как при посеве в чистом виде, так и в смеси с многолетними культурами из семейства мятликовые [1–3].

Целью наших исследований являлось сравнительное изучение многолетних кормовых агрофитоценозов, формирующих высокую продуктивность зеленой массы в течение 4–5 лет в северном регионе Республики Беларусь. Исследования проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой, подстилаемой с глубины 0,8 м моренным суглинком, почве в пос. Тулово Витебского района.

Объектом исследования являлись сорта многолетних кормовых культур, занесенные в Государственный реестр. Схема опыта: 1. Тимофеевка луговая + клевер луговой; 2. Тимофеевка луговая + овсяница луговая + мятлик луговой + клевер луговой + клевер ползучий; 3. Тимофеевка луговая + овсяница луговая + фестулолиум + мятлик луговой

+ клевер луговой + клевер ползучий; 4. Тимофеевка луговая + райграсс пастбищный + фестулолиум + мятлик луговой + клевер ползучий + лядвенец рогатый.

Полученные результаты показывают, что наибольшую урожайность зеленой массы сформировали посевы двухкомпонентной смеси тимopheевки луговой с клевером луговым на первый и второй годы использования травостоя. Она составила 479 ц/га и 417 ц/га соответственно. Так как растения клевера лугового имеют малолетнее продуктивное долголетие, то в последующие вегетационные периоды наблюдалось значительное снижение урожайности зеленой массы. На четвертый год пользования этот показатель составил 197 ц/га, при этом в структуре урожая зеленой массы более 90 % приходилось на тимopheевку луговую.

Посевы многокомпонентного агрофитоценоза тимopheевка луговая + овсяница луговая + фестулолиум + мятлик луговой + клевер луговой + клевер ползучий (вариант 3) в сумме за четыре года использования сформировали урожайность зеленой массы 1909 ц/га, в среднем за четыре года использования она составила 477,2 ц/га. Урожайность зеленой массы при посеве пятикомпонентной травосмеси (вариант 2) с участием культур с наибольшим продуктивным долголетием (овсяница луговая, мятлик луговой, клевер ползучий) была выше по сравнению с тимopheевкой луговой и клевером луговым и составила в первый год использования 528 ц/га, во второй – 513 ц/га. В последующие годы наблюдалось снижение этого показателя, в среднем за четыре года он был на уровне 440,5 ц/га.

Максимальный показатель по урожайности зеленой массы среди многолетних травосмесей в первый и во второй годы использования посевов составил 567 ц/га и 551 ц/га соответственно при включении следующих культур: тимopheевка луговая + райграсс пастбищный + фестулолиум + мятлик луговой + клевер ползучий + лядвенец рогатый (вариант 4). На третий год пользования травостоем урожайность зеленой массы снизилась на 120 ц/га и на четвертый – на 212 ц/га по сравнению с первым годом использования травосмеси. В среднем за четыре года этот показатель в четвертом варианте составил 480,0 ц/га.

Следует отметить, что в первый год использования посевов многолетних агрофитоценозов изучаемые смеси, за исключением второго варианта, обеспечили максимальный сбор сырого белка с урожаем зеленой массы по сравнению с последующими годами. В зависимости от компонентов смеси этот показатель составил от 10,7 ц/га до 14,6 ц/га. В последующие годы на посевах многолетних трав наблюдалось снижение сбора сырого белка. Это связано со снижением доли участия

в зеленой массе малолетней культуры клевера лугового. Однако многокомпонентные смеси с включением других видов бобовых культур сохранили более высокий уровень сбора белка по сравнению с двухвидовой. Так, сбор белка с урожаем зеленой массы в среднем за четыре года использования многокомпонентных смесей в вариантах 3 и 4 составил 11,42 ц/га и 12,05 ц/га соответственно. Нами установлена линейная зависимость между урожайностью зеленой массой многолетних кормовых растений и сбором сырого протеина с посевов многолетних кормовых культур, которая описывалась уравнением  $y = 0,025x + 1,086$ ,  $R^2 = 0,883$ .

Обобщающим показателем продуктивности посевов многолетних культур является выход обменной энергии с одного гектара с урожаем зеленой массы. Наибольшим этот показатель был у многокомпонентного агрофитоценоза (тимофеевка луговая + райграс пастбищный + фестулолиум + мятлик луговой + клевер ползучий + лядвенец рогатый). В первый год использования посевов он составил 13,35 Гдж/га, а во второй – 13,02 Гдж/га. В среднем за четыре года использования посевов в зависимости от варианта сбор обменной энергии был в пределах от 7,15 Гдж/га до 10,82 Гдж/га. Нами установлена линейная зависимость между сбором сырого протеина с урожаем зеленой массы посевов многолетних кормовых культур и сбором обменной энергии, которая описывалась уравнением  $y = 0,833x + 0,984$ ,  $R^2 = 0,854$ . Коэффициент корреляции составил 0,9.

Анализ результатов проведенных научно-исследовательских работ позволил выявить, что наибольшим продуктивным долголетием среди изученных вариантов характеризовались многокомпонентные травосмеси.

#### Литература

1. Тиво, П.В. Качество урожая люцерны, возделываемой в условиях Поозерья / П.В. Тиво, Л.А. Саскевич, Д.А. Постникова // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 4. – С. 7-12.
2. Мееровский, А.С. Поживной посев клевера лугового на торфяных почвах / А.С. Мееровский, А.Л. Бирюкович // Земледелие и растениеводство. – 2020. – №4. – С. 17-20.
3. Васько, П.П. Пастбищные травосмеси: подбираем компоненты / П.П. Васько, Е.Р. Клыга // Животноводство России. – 2016. – №5. – С. 53 – 55.

#### **COMPARATIVE EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY OF PERENNIAL MULTICOMPONENT MIXTURES**

***N.P. Lukashevich, I.V. Kovaleva, T.M. Shloma, I.M Koval***

*Multicomponent grass mixtures were characterized by the highest productive longevity among mixed crops, which, on average, over four years of use formed a*

green mass yield of 477.2 - 480.0 dt/ha. The harvest of crude protein with a green mass yield amounted to 11.42-12.05 dt/ha and the output of metabolizable energy - 9.87-10.82 GJ/ha.

УДК 633.2:577:631.442

## **СОДЕРЖАНИЕ НЕЙТРАЛЬНО-ДЕТЕРГЕНТНОЙ И КИСЛОТНО-ДЕТЕРГЕНТНОЙ КЛЕТЧАТКИ В МНОГОЛЕТНИХ ТРАВАХ НА МИНЕРАЛЬНЫХ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВАХ**

*А.Л. Бирюкович, Р.Т. Пастушок, Т.Г. Свиридович  
Институт мелиорации, Республика Беларусь*

Клетчатка необходима для всех сельскохозяйственных животных и, прежде всего, для жвачных. Малое количество структурных веществ и легкогидролизуемых углеводов в траве служит причиной нарушения обмена веществ у животных [1]. При содержании в рационе НДК и КДК меньше соответственно 35 и 19 % не исключается заболевание животных ацидозом [2]. Учитывая важную роль клетчатки, предлагается вместо сырой клетчатки определять нейтрально-детергентную (НДК) и кислотно-детергентную клетчатку (КДК) [3, 4].

Оптимальное содержание структурообразующих углеводов в корме – одно из основных условий нормальной работы пищеварительного тракта, а также улучшения переваримости и использования органических веществ рациона жвачными животными.

Для высокоудойных коров НДК в сухом веществе рациона составляет около 37-38 %, причем основное её количество должно поступать от грубых кормов [0].

Установлено, что в массе бобово-злаковых травостоев с клевером ползучим и гибридным, люцерной посевой, лядвенцем и злакового травостоя (овсяница красная + райграс + фестулолиум + тимофеевка – фон) на мелиорированной дерново-глеевой супесчаной почве (ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района) содержание нейтрально-детергентной клетчатки при четырехукосном использовании составило 54,2-59,3 %.

Бобово-злаковые травостой содержали большее количество нейтрально-детергентной клетчатки, чем злаковые. Без внесения удобрений в бобово-злаковых травостоях содержалось НДК на 2,4 п.п. больше, чем в злаковых, а при внесении  $P_{40}K_{90}$  весной +  $N_{45}$  перед укосом – на 1,1;  $P_{40}K_{90}$  весной +  $N_{60}$  перед укосом – на 0,9 п.п.

Содержание КДК в бобово-злаковых травостоях также было выше, чем у злаковых. Без удобрений в массе бобово-злаковых травостоев

содержалось КДК на 1,5 п.п. больше, чем в злаковых, при внесении  $P_{40}K_{90}$  весной +  $N_{45}$  перед укосом – на 1,0;  $P_{40}K_{90}$  весной +  $N_{60}$  перед укосом – на 0,6 п.п.

На многолетних травостоях на слабосмытой дерново-подзолистой супесчаной почве (Витебская обл., ВОМС) установлено, что независимо от вида трав количество КДК в них было существенно ниже содержания НДК. В свою очередь, количество КДК было больше, чем сырой клетчатки.

Таблица – Качество урожая компонентов бобово-злакового травостоя 9-г.ж., (ВОМС), %

| Культура         | Укос | Фаза            | Удобрение       | НДК  | КДК  | СК   |
|------------------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|
| Люцерна посевная | 1    | бутонизация     | $P_0K_0$        | 46,1 | 24,9 | 22,2 |
|                  |      |                 | $P_{60}K_{120}$ | 47,7 | 26,2 | 21,8 |
| колошение        |      | $P_0K_0$        | 50,9            | 28,3 | 25,7 |      |
|                  |      | $P_{60}K_{120}$ | 52,9            | 30,5 | 28,4 |      |
| Люцерна посевная | 2    | ветвление       | $P_0K_0$        | 41,9 | 22,2 | 19,6 |
|                  |      |                 | $P_{60}K_{120}$ | 42,0 | 22,6 | 19,8 |
|                  |      | бутонизация     | $P_0K_0$        | 42,9 | 23,2 | 20,9 |
|                  |      |                 | $P_{60}K_{120}$ | 46,7 | 25,8 | 23,9 |
|                  |      | цветение        | $P_0K_0$        | 48,5 | 27,2 | 25,6 |
|                  |      |                 | $P_{60}K_{120}$ | 45,7 | 25,3 | 20,7 |
| Кострец безостый | 2    | кущение         | $P_0K_0$        | 66,7 | 41,4 | 32,4 |
|                  |      |                 | $P_{60}K_{120}$ | 61,1 | 37,5 | 31,4 |
|                  |      | колошение       | $P_0K_0$        | 63,6 | 38,9 | 33,9 |
|                  |      |                 | $P_{60}K_{120}$ | 64,5 | 39,9 | 33,3 |
| Люцерна посевная | 3    | ветвление       | $P_0K_0$        | 42,1 | 22,0 | 20,0 |
|                  |      |                 | $P_{60}K_{120}$ | 44,4 | 23,6 | 20,6 |
|                  |      | кущение         | $P_0K_0$        | 62,7 | 37,7 | 27,9 |
|                  |      |                 | $P_{60}K_{120}$ | 60,4 | 35,9 | 30,6 |

Содержание детергентной клетчатки возрастало в более позднюю фазу развития бобовых растений. В фазу бутонизации ее содержалось больше, чем в фазу ветвления. У костреца безостого наблюдалась аналогичная тенденция в фазы выхода в трубку и колошения.

Устойчивого влияния минеральных удобрений на содержание в растениях НДК и КДК не наблюдалось.

Таким образом, установлено, что бобово-злаковые травостои содержали большее количество нейтрально-детергентной клетчатки в сухом веществе, чем злаковые.

### Литература

1. Новые методы оценки уровня и качества клетчатки в кормах/Н. Ф. Бондарь [и др.] // Агропанорама. – 2008. – № 5. – С. 15-19.
2. Воронов, Д. Ацидоз, кетоз и их влияние на молочную железу коровы / Д. Воронов // Белорусское сельское хозяйство. – 2019. – № 7. – С. 60-62.
3. Сизова, Ю.В. Роль нейтрально-детергентной клетчатки в кормлении молочных коров / Ю.В. Сизова / Международный научный журнал Инновационная наука. – 2015. – № 6. – С. 101-102.
4. Саханчук, А.И. Влияние фракционного состава клетчатки на переваримость кормов коровами в период сухостоя / А.И. Саханчук, А.А. Курепин // Животноводство и ветеринария, медицина. – 2012. – № 3. – С. 5-9.
5. Переднев, В. Базовые принципы физиологии и основы кормления КРС. / В. Переднев // Белорусское сельское хозяйство. – 2019. – № 4. Часть 1. – С. 36-39.

#### **THE CONTENT OF NEUTRAL-DETERGENT AND ACID-DETERGENT FIBER IN PERENNIAL GRASSES ON MINERAL RECLAIMED SOILS**

**A.L. Biryukovich, R.T. Pastushok, T.G. Sviridovich**

*The results of determining the content of neutral-detergent and acid-detergent fiber in perennial grasses on mineral reclaimed soils of the Republic of Belarus are presented. On sod-gley sandy loam soil, the content of neutral-detergent fiber was 54.2-59.3%. On slightly washed sod-podzolic sandy loam soil, the content of detergent fiber increased during the budding phase of legumes, compared with the branching phase.*

# **СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО**

## НАУЧНОЕ И ТВОРЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ ВЫДАЮЩЕГОСЯ УЧЕНОГО – СЕЛЕКЦИОНЕРА Н.Д.МУХИНА

*Э.П. Урбан*

*РВП «Научно практический центр НАН Беларуси по земледелию*

Трудно представить белорусское поле без ржи, как и булочную без ржаного и ржано-пшеничного хлеба. Озимая рожь – традиционная культура народа Беларуси. Само название на белорусском языке «жыта» сопрягается со словами «жизнь», «жить», поскольку рожь издавна была основной культурой, возделываемой древними славянами-земледельцами и ее урожаем определял не только уровень благосостояния крестьянина, но зачастую судьбу всей его семьи. Эта культура вскормила много поколений до тех пор, пока не появился «второй хлеб» – картофель.

Давно прописались в нашей республике сорта озимой ржи белорусской селекции, принесшие широкую известность и славу их создателю – профессору, доктору сельскохозяйственных наук, заслуженному деятелю науки БССР, Герою Социалистического Труда, Лауреату Государственной Премии Республики Беларусь Николаю Дмитриевичу Мухину. Его сорта и методы работы получили всеобщее признание не только в нашей стране, но и за рубежом.

С детских лет на собственном опыте Николай Дмитриевич познал нелегкий труд хлебороба и с тех пор всю свою жизнь посвятил благороднейшему делу на земле – умножению хлебных богатств страны. Около полувека проработал Н.Д. Мухин в области селекции, генетики и семеноводства зерновых культур. С самого начала научной деятельности он настойчиво разрабатывает новые, более эффективные методы селекции, которые позволили коренным образом изменить в то время относительно бедный сортимент зерновых культур Беларуси.

Под его руководством и при непосредственном участии создано и внедрено в сельскохозяйственное производство 27 сортов зерновых, зернобобовых и крупяных культур. Ярким результатом многолетней деятельности ученого и руководимого им коллектива явилось создание сорта озимой тетраплоидной ржи **Белта**, признанного шедевром мирового растениеводства. Этот прекрасный сорт, много лет господствовавший на огромном ржаном поле в миллион двести тысяч гектаров, возродил былую славу озимой ржи и знаменовал собой начало нового этапа в развитии отечественной селекции. С 1969 г. сорт Белта был допущен к использованию сначала в Беларуси, затем в России, Украине, Молдавии, Прибалтике. Этот сорт длительное время являлся важ-

нейшим генетическим источником и основой для создания новых, более урожайных с комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств сортов озимой ржи. Глубокие знания позволили Николаю Дмитриевичу Мухину совершить в селекции большой научный подвиг, который может быть приравнен к самым выдающимся достижениям в области селекции второй половины XX столетия. Огромный масштаб работ, проводимых Николаем Дмитриевичем Мухиным и его сотрудниками, высокая результативность селекции являются большим вкладом в развитие отечественной и мировой селекционной науки.

**Страницы биографии.** Николай Дмитриевич Мухин родился в деревне Арефино Починковского района Смоленской области в 1907 г. В 1935 г. окончил Белорусскую сельскохозяйственную академию и был направлен на работу старшим агрономом Петровской МТС Карельской ССР. В 1937 г. переведен на Белорусскую Государственную селекционную станцию на должность старшего научного сотрудника, а с февраля 1939 г. и до начала Отечественной войны работал заместителем директора этой станции по научной работе. В 1942 г. был назначен начальником аэродромной технической команды, а затем командиром аэродромно-технической роты, обеспечивая строительство полевых аэродромов для авиации 1-ой воздушной Армии. Войну закончил у стен города Кенигсберг. Демобилизовался в звании капитана. За боевые заслуги в период Великой Отечественной войны Н.Д. Мухин был награжден орденом Красной Звезды, медалями «За оборону Москвы», «За взятие Кенигсберга» и «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.»

С марта 1946 г. работал заместителем директора по научной работе Белорусской Государственной селекционной станции, а с декабря 1949 г. был назначен директором этой станции. В связи с объединением станции с Институтом социалистического сельского хозяйства АН БССР в порядке перевода был назначен заведующим отделом зерновых культур образованного Института земледелия. В феврале 1961 г. был назначен заместителем директора института по научной работе. В этой должности Николай Дмитриевич проработал 17 лет. С 1978 г. по 1987 г. Мухин работал заведующим отделом селекции и первичного семеноводства озимых зерновых культур.

Научные разработки Н.Д.Мухина широко известны как в странах СНГ, так и за рубежом. Им создана отечественная школа селекционеров и семеноводов, подготовлено 28 кандидатов и 2 доктора сельскохозяйственных наук.

Н.Д. Мухин принимал активное участие в общественной и политической деятельности страны. Он был избран депутатом Верховного

Совета БССР VII и IX созывов, членом Минского областного комитета ВПБ, членом Смолевичского райкома КПБ. В 1983 г. на приеме в ЦК КПСС ветеранов партии выступил с докладом.

За достижения в области народного хозяйства Николай Дмитриевич Мухин удостоен Почетного звания Героя Социалистического труда с вручением ордена В.И. Ленина и медали Золотая Звезда, а также лауреата Государственной премии. Кроме этого, был награжден орденами: Октябрьской революции, двумя Трудового Красного Знамени, двумя Знак почета, Дружбы народов ССР и Дружбы народов Германской демократической Республики.

Ему присвоено почетное звание Заслуженный деятель науки БССР, почетный житель города Минска. Президиум Верховного Совета БССР наградил Н.Д. Мухина тремя Почетными Грамотами.

**Научное наследие.** «Человек, которому удалось бы вырастить два колоса на месте, где рос один ... заслужил бы вечную благодарность человечества», – утверждал Дж. Свифт. Именно таким человеком и был Николай Дмитриевич Мухин.

Заслуги Н.Д. Мухина определяются не только личным вкладом в науку и производство. Он воспитал плеяду талантливых исследователей, преумножающих славу Белорусской школы селекции. Его плодотворная деятельность в этом плане являет собой образец заботы о молодой смене и органически связана с интересами Родины, человечества и прогресса. Теоретические и методические разработки Н.Д. Мухина и его соратников оказывали и продолжают оказывать благотворное влияние на развитие всей селекционно-генетической науки в нашей стране, а также на достижения практической селекции.

Непрерывно совершенствуя методы селекционно-семеноводческой работы, Николай Дмитриевич и его ученики-соратники, кандидаты с.-х. наук Рубан В.И., Лопатко Г.Л., Лаврукович В.А., Сергеев В.И., Щеглов И.Я., Семенова Н.Ю., Пугачева Т.И., научные сотрудники Соколова Н.А., Лаврукович С.Д., Михновец Т.В. создали новые интенсивные сорта ржи: тетраплоидной – Пуховчанка, Крыжачок (1985), Жнивень (1987), Верасень (1988), диплоидной – Белорусская-23 (1980), Радзіма (1991). Во многих случаях эти сорта превышали по урожайности сорт Белта на 6-8 ц/га, сохраняли устойчивость к полеганию при внесении даже сравнительно высоких доз азота. Под руководством профессора Н.Д.Мухина доктором с.-х. наук И.К. Коптиком были созданы и районированы 2 сорта озимой пшеницы – Березина и Надзея (1985).

За период с 1998 г. по 2022 г. созданы и внесены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь 31 сорт озимой ржи. Это тет-

раплоидные сорта Игуменская (1998), Сяброўка (1999), Спадчына (2000), Завея-2 (2001), Дубинская (2005), Полновесная (2006), Пламя (2009), Пралеска (2011), Зазерская 3 (2012), Белая Вежа (2013), Росана (2019) Камея 16 (2021); диплоидные – Зуброўка (1999), Зарница (2004), Талисман (2004), Юбилейная (2005), Нива (2005), Бирюза (2006), Лота (2006), Алькора (2008), Офелия (2010), Павлінка (2011), Голубка (2013), Вердена (2016); гибриды F<sub>1</sub>. Лобел-103 (2006), Галинка (2008), Плиса (2011) Белги (2022). Новые сорта озимой тетраплоидной ржи Веснянка (2016) и Жнейка (2018) включены в Государственный реестр сортов Российской Федерации по 2 и 3 регионам. В Государственный реестр Украины включены сорта озимой ржи: тетраплоидный – Искра, диплоидный – Купалинка.

В Республике Беларусь продолжается Государственное испытание сортов озимой диплоидной ржи и тетраплоидной ржи.

Сорта озимой ржи отечественной селекции, включённые в Государственный реестр сортов Республики Беларусь, имеют высокий уровень потенциальной продуктивности. Среди диплоидных сортов урожайность, достигнутую в процессе государственного сортоиспытания на уровне 70-75 ц /га, показывают сорта Офелия, Павлінка, Голубка, Лота. К лучшим тетраплоидным сортам, которые могут формировать урожайность на уровне 65-70 ц/га и выше относятся сорта Пламя, Пралеска, Зазерская 3, Белая Вежа, Росана, Камея 16. Высокой урожайностью на уровне 80-100 ц/га и выше отличается гибридная рожь белорусской селекции Лобел-103, Галинка, Плиса, Белги. На 2022 г. в Государственный реестр сортов Республики Беларусь включен новый белорусский гибрид F<sub>1</sub> озимой ржи Белги, который в Государственном сортоиспытании за годы испытания (2019-2021) обеспечил среднюю урожайность свыше 72 ц/га. Для использования на зелёную массу в Государственный реестр сортов Беларуси с 2016 г. включён новый сорт озимой ржи Вердена. Этот сорт может формировать урожайность сухого вещества более 80 ц/га. Сорта озимой ржи отечественной селекции занимают около 92 % посевных площадей данной культуры в Беларуси.

Лучшая память выдающемуся ученому-селекционеру – плодотворная работа его учеников, а также теплые воспоминания коллег, знавших и помнящих Николая Дмитриевича. На здании административного корпуса РУП «Научно – практический центр НАН Беларуси по земледелию» по решению ученого совета установлена мемориальная доска, посвященная жизни и деятельности выдающегося ученого.

**SCIENTIFIC AND CREATIVE HERITAGE OF THE OUTSTANDING  
SCIENTIST AND BREEDER N.D. MUKHIN**  
*E.P. Urban*

*On the 15th of February 2022, it was 115 years since the birth of an outstanding scientist and breeder, Honoured Scientist of Belarus, Hero of Socialist Labor, State Prize laureate, Professor Nikolai Dmitrievich Mukhin. This man made a major contribution to the development of domestic and world agricultural science and practice.*

УДК 631.527:633.1/8(476)

**СОСТОЯНИЕ И ПРИОРИТЕТЫ СЕЛЕКЦИИ ЗЕРНОВЫХ,  
ЗЕРНОБОБОВЫХ И КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ  
В БЕЛАРУСИ**

*Э.П.Урбан, Ф.И.Привалов*

*РУП «Научно практический центр НАН Беларуси по земледелию»*

Селекционные исследования по зерновым, зернобобовым, масличным, кормовым и техническим растениям направлены на создание системы высокоурожайных сортов, адаптированных к почвенно-экологическим условиям республики, с учетом направления их хозяйственного использования.

Созданы первые гибриды  $F_1$  на основе ЦМС озимой ржи, кукурузы, сахарной и кормовой свеклы. Развернут селекционный процесс по 19 видам многолетних бобовых и злаковых трав.

В 2021 г. на полях республики возделывались около 200 сортов сельскохозяйственных растений селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», которые занимали более 80 % посевных площадей, а по озимой ржи, овсу, кормовому ячменю, гречихе, яровой пшенице и люпину отечественные сорта занимают более 90 %.

На 2022 г. Государственный реестр сортов Беларуси пополнился 20 новыми сортами: озимая пшеница Асима, Варя; озимое тритикале Звено, Славко; гибрид  $F_1$  озимой ржи Белги; яровая пшеница Знамя; яровой ячмень Мажор; яровое тритикале Дело; овес Люкс, Квант; озимый рапс Федор, Витень, Медей; яровой рапс Феникс; гречиха Омега, Менка; горох полевой Спринт; люпин узколистный Ярлык, Купец; свекла кормовая Голиада.

В течение двух предыдущих лет в Государственный реестр внесены сорта многолетних трав: донник желтый Мядовы, клевер гибридный Балотны Прыгажун, эспарцет песчаный Караневіцкі, овсяница тростниковая Житница, райграс пастбищный Хуторской, фестулолиум Ме-

теор. В государственном сортоиспытании находится еще 5 сортов, созданных в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» – клевер луговой Ятвяг, люцерна изменчивая Чекрита, фестулолиум морфотипа овсяницы луговой Галубоўскі, тимофеевка луговая Забава, житняк гребенчатый Маларыцкі.

Все зарегистрированные сорта Центра имеют высокий уровень урожайности: у зерновых более 100 ц/га, рапса 60 ц/га, зернобобовых культур до 50 ц/га и успешно конкурируют с лучшими достижениями зарубежной селекции.

За три последних года получено 36 патентов на сорта растений и 1 патент на изобретение. В настоящее время РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» поддерживает в силе 78 патентов на сорта растений. Заключено и зарегистрировано в Национальном центре интеллектуальной собственности Республики Беларусь более 80 лицензионных договоров.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» осуществляется производство оригинальных и элитных семян собственной селекции. Ежегодно производится и реализуется не менее 1,0 тыс. т зерновых, 150-200 т зернобобовых, 100-120 т рапса, около 5 т многолетних трав.

В результате реализации текущих селекционных проектов создаётся новый исходный материал для создания высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений; разрабатываются новые методики создания исходного материала на основе использования белковых и ДНК маркеров; разрабатываются новые и совершенствуются существующие методы оценки и отбора селекционно-ценных генотипов на ранних этапах селекции с заданными параметрами для ускорения и повышения эффективности селекционного процесса сельскохозяйственных растений.

По полной схеме селекционные процессы осуществляются по озимым зерновым культурам (оз. рожь, оз. пшеница, оз. тритикале), яровым культурам (ячмень, овёс, яровая пшеница), зернобобовым культурам (горох полевой, горох посевной, люпин узколистный, люпин жёлтый, вика яровая), крупяным культурам (гречиха, просо), масличным культурам (рапс яровой и озимый, горчица белая, сурепица озимая) по 8 видам бобовых и 11 видам злаковых трав. Селекционный процесс по любой культуре включает цикл селекционных работ (от проведения гибридизации до конкурсного сортоиспытания) и занимает промежуток не менее 10-12 лет, а по многолетним культурам (многолетние бобовые и злаковые травы) до 15-18 лет. По каждой селекционируемой культуре закладывается ежегодно 15-20 селекционных питомников, в кото-

рых прорабатывается от 50 до 100 тысяч отдельных генотипов, потомств, сортообразцов.

Основными приоритетами селекции основных сельскохозяйственных растений на современном этапе развития земледелия являются повышение адаптивного потенциала устойчивости к абиотическим и биотическим факторам в сочетании с высокой продуктивностью, качеством продукции, ресурсоэнергоэкономичностью и экологической безопасностью. Основными приоритетами селекции зерновых культур на современном этапе развития земледелия являются: повышение адаптивного потенциала устойчивости к абиотическим и биотическим факторам в сочетании с высокой продуктивностью, качеством продукции, ресурсоэнергоэкономичностью и экологической безопасностью. Их реализация базируется на создании систем адаптивных взаимодополняющих сортов по следующим основным направлениям селекции: адаптивных к условиям изменения климата с широкой нормой генотипической реакции; с высокой потенциальной продуктивностью для условий интенсивного растениеводства и системы точного земледелия; экологически безопасных для органического земледелия и широкого набора разнообразных сортов целевого использования для производства специализированных видов продукции.

Селекция зерновых ведется как на улучшение отдельных показателей (содержание белка, клейковины, незаменимых аминокислот, технологических свойств зерна, зимостойкость, короткостебельность, продуктивность и т.п.), так и на комплекс хозяйственно-ценных признаков с учетом экологических условий, зоны возделывания сорта и направления его использования.

В связи со стратегией адаптации к изменению климата ставится задача повышения устойчивости новых сортов к инвазивным видам болезней и вредителей, а растений озимых – морозо- и зимостойкости. Новые сорта должны сочетать высокую отзывчивость на плодородие почвы и устойчивость к лимитирующим факторам среды.

В условиях участвующих засух более широкое развитие должна получить селекция и распространение на территории республики нетрадиционных засухоустойчивых культур: просо, чумиза, донник, лядвенец рогатый, эспарцет, озимая вика, озимая сурепица, сорго-суданковые гибриды и др.

Активно ведется селекция зерновых на повышение устойчивости к полеганию, засухе, привлекая новейший генофонд из регионов РФ и стран Западной Европы.

С целью оптимизации видового состава многолетних трав к изменяющимся погодноклиматическим условиям и с учетом наличия в

республике более 50 % песчаных и супесчаных почв ведется работа по селекции новых видов многолетних трав, являющихся межродовыми гибридами (фестулолиум морфотипа овсяницы луговой, фестулолиум морфотипа овсяницы тростниковой) для повышения кормовой продуктивности легких почв с 12-17 до 30-32 ц/га кормовых единиц.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» осуществляются селекция следующих видов зернобобовых растений: гороха посевного и полевого зернофуражного направления использования, люпина узколистного и желтого зернового, кормового и универсального направлений использования. Перспективным направлением является развертывание селекционного процесса по таким высокобелковым культурам как озимая вика, зимующий горох, люпин белый, кормовые бобы и соя. Создание адаптированных к местным условиям сортов будет особенно актуально в изменяющихся погодных условиях и потеплении климата с использованием как методов традиционной селекции, так и современных методов биотехнологии.

В селекции люпина необходимо, прежде всего, создание антракнозоустойчивых сортов, повышение адаптивности к условиям произрастания, создание различающихся по морфотипу сортов, сочетающих высокую продуктивность с ее стабильностью по годам и высокими технологическими качествами зерна. Также необходимо снизить содержание хинолизидиновых алкалоидов в семенах до 0,04-0,03 % и менее, повысить содержание в них белка до 33-36 % и более в узколистной люпине, до 43-45 % в желтом и до 40-42 % и более в белом.

При возделывании гороха будут востребованы сорта, сочетающие в себе наряду с комплексом показателей по продуктивности, технологичности, высокое содержание белка и оптимизированный углеводный комплекс. Для нужд полевого кормопроизводства в качестве высокобелкового компонента однолетних смесей необходимы сорта гороха другого типа – высокооблиственные и неприхотливые к условиям произрастания, необходима разработка технологии их устойчивого семеноводства и внедрение её в производство.

Одним из важных направлений по совершенствованию селекционного процесса является сотрудничество с ведущими селекционными организациями Беларуси, России и других стран, создание в рамках научных проектов и договоров совместных сортов и их районирование как в Беларуси, так и в РФ.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» проводит совместные исследования с рядом институтов отделения биологических наук НАН Беларуси. В результате совместных исследований совместно с ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Бе-

ларуси в рамках ГП «Инновационные биотехнологии» на основе использования новейших достижений биотехнологии, молекулярной и хромосомной инженерии растений созданы и включены в Государственный реестр сортов совместные сорта озимого тритикале Устье, Заречье, яровой пшеницы Награда, гибрид F<sub>1</sub> озимой ржи Плиса, сорта озимой тетраплоидной ржи Росана, Камея-16, озимой пшеницы Гирлянда, Асима и др.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» имеет совместные договоры по селекции сельскохозяйственных растений с ФБНГУ «Владимирский НИИСХ», ФГОУ ВПО «Брянский аграрный университет», Татарский НИИСХ и др. Результатом совместных исследований стало создание совместных сортов озимой и яровой пшеницы, ярового и озимого тритикале, овса, 6 сортов включены в государственный реестр сортов Беларуси и РФ, 5 сортов проходят государственное сортоиспытание.

Широкое распространение в Нечерноземной зоне и Центрально-Черноземном районе Российской Федерации получили ценные по качеству сорта яровой пшеницы Дарья, Сударыня, Ладья; ячменя Гонар, Атаман, Батяка, Аршын, Рейдер; ярового рапса Неман; озимого рапса Лидер, Зорны; озимой ржи Веснянка, Жнейка; тритикале озимого Свислочь, Динамо; тритикале ярового Лотас, Норманн, Доброе; овса Тройка, Фристайл; гречихи Купава и др.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в регионах Российской Федерации на 2022 г., включено 45 сортов по 15 культурам селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», из них оригинальное семеноводство поддерживается по 24 сортам. Сорта зерновых, ярового и озимого рапса, многолетних трав белорусской селекции занимают в Российской Федерации более 3 млн га.

По семеноводству ведется активное сотрудничество с Брянской, Орловской, Курской, Воронежской, Владимирской, Нижегородской, Ленинградской областями и др. регионами РФ.

Таким образом, использование современных методов селекции позволяет создавать высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных растений, отвечающих требованиям современного производства и соответствующих мировому уровню. Эффективная система семеноводства способствует обеспечению элитопроизводящих хозяйств необходимым количеством семян питомников размножения и способствует быстрому внедрению новых сортов в производство.

**STATE AND PRIORITIES OF CEREAL, LEGUME AND FODDER CROPS  
BREEDING IN BELARUS**  
*E.P.Urban, F.I.Privalov*

*The paper deals with the main results and priorities of cereal, legume and fodder crops breeding in Belarus. The new varieties included in the Variety List in recent years are presented.*

УДК 633.112.9: 633.111.1: 631.527

**ПРИОРИТЕТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ТРИТИКАЛЕ И  
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В БЕЛАРУСИ**

**С.И. Гриб, В.Н. Бушневич, Н.П. Шишлова, Е.И. Позняк,  
М.А. Дашкевич**

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
e-mail: triticale@izis.by*

Одним из важнейших факторов реализации стратегии интенсификации растениеводства является создание сортов с групповой комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам с целью существенного повышения адаптивного потенциала и уровня реализации достигнутой высокой потенциальной урожайности с хорошим качеством продукции.

С момента создания лаборатории тритикале в 1990 г. в Научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по земледелию (Белорусский НИИ земледелия) ведется интенсивная работа по селекции озимого и ярового тритикале, яровой пшеницы методами внутривидовой и отдаленной гибридизации с использованием принципа экологической селекции и биотехнологии ДНК-маркеров. Налажено первичное семеноводство и размножение новых сортов, изучение элементов сортовой агротехники.

Тритикале озимое занимает достойное место в зерновом клине Республики Беларусь. За последние 15 лет его площади в структуре посевных площадей всех зерновых и зернобобовых культур выросли с 15,1 до 19,0-21,9 %, а доля в валовом сборе зерна составляет 16,0-21,7 %. [1].

За период с 1990 г. по 2022 г. 23 сорта озимого тритикале, созданные в лаборатории (Михась, Мара, Идея, Дубрава, Рунь, Сокол, Кастусь, Антось, Импульс, Прометей, Амулет, Эра, Руно, Динамо, Благо 16, Березино, Заречье, Ковчег, Устье, Славко, Звено) включены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь. Урожайность зерна сортов Заречье, Устье, Импульс, Руно в государственном сортоис-

питании достигала 106,0-119,8 ц/га [2]. 4 сорта белорусской селекции (Михась, Кристалл, Свислочь, Динамо) и сорт Бета, созданный совместно с ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации.

В 2022 г. посевные площади тритикале озимого в Беларуси составили 404,6 тыс. га, 80,9 % из которых (327,4 тыс. га) занимали белорусские сорта. Преобладали в сортовом составе Динамо (128,0 тыс. га), Прометей (87,4 тыс. га), Благо 16 (27,1 тыс. га.) и польский сорт Гренадо (35,3 тыс. га).

Параллельно в лаборатории проводится селекционная работа с яровым тритикале. Интенсификация работ по селекции, творческая кооперация с ФГБНУ «Владемирский НИИСХ», реализация подходов экологической селекции позволила создать принципиально новый селекционный материал, обеспечивающий урожайность 7-8 т зерна с 1 га, высокую степень устойчивости к полеганию и основным болезням, высокое качество зерна, на основе которого были созданы включенные в Госреестры Беларуси и России сорта Лана (РБ, 1998 г.), Ульяна (РФ, 2006 г.), Узор (РБ, 2008 г.), Лотас (РФ, 2010 г.), Садко (РБ, 2011 г.), Норман (РФ, 2013 г.), Аморе (РФ, 2018 г.), Гелио (РБ, 2019 г.), Новое (РБ, 2021 г.), Заозерье (РФ, 2019 г.), Доброе (РФ, 2019 г.), Слово (РФ, 2019 г.), Дело (РБ, 2022 г.).

На современном этапе основными приоритетами селекции тритикале в Беларуси определены: повышение адаптивного потенциала устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам в сочетании с высокой продуктивностью, качеством продукции, ресурсо-энергоэкономичностью и экологической безопасностью. Их реализация базируется на создании системы взаимодополняющих сортов озимого и ярового тритикале, адаптивных к абиотическим и биотическим стрессам с широкой нормой генотипической реакции; сортов более узкого ареала с высокой потенциальной продуктивностью для условий интенсивного растениеводства и системы точного земледелия; экологобезопасных сортов для органического земледелия и широкого набора разнообразных сортов целевого использования для производства специализированных видов продукции.

Селекция яровой пшеницы базируется на исходном материале достижений мировой, главным образом, западноевропейской (Германии, Швеции, Франции, Польши и др.) и отечественной селекции. Созданные сорта характеризуются высокой урожайностью (7-10 т/га зерна), устойчивы к полеганию, толерантны к листовым болезням, обладают хорошим качеством зерна. Результатом селекции стало создание 18

сортов яровой мягкой пшеницы: Виза, Дарья, Рассвет, Ростань, Тома, Сабина, Василиса, Ласка, Любава, Сударыня, Славянка, Монета, Награда, Мадонна, Эврика, Ладья, Каменка, Весточка 17, Виталия, Вена, Знамя, включенных в Госреестр сортов Республики Беларусь, и 5 сортов в Российской Федерации, среди них: Дарья, Рассвет, Тома, Сударыня, Славянка и Любава относятся к группе сортов, ценных по качеству зерна.

Достижением отечественной селекции является сорт Дарья, который на протяжении последних 15-20 лет занимает большие площади посевов не только в Беларуси, но является одним из основных сортов яровой пшеницы во 2-4 регионах России благодаря высокой урожайности, устойчивости к полеганию и качеству зерна.

Приоритетными направлениями селекции яровой мягкой пшеницы в Беларуси определены: высокая и стабильная урожайность зерна, устойчивость к полеганию и комплексу болезней (мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз листьев и колоса, фузариоз зерна), высокое качество зерна для сортов разнообразного целевого направления использования.

Удельный вес сортов яровой мягкой пшеницы селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в структуре посевных площадей в 2021 году составил 90,1 %. Наибольшую площадь посева среди них занимают сорта Сударыня (23,9 %), Ласка (14,7 %), Дарья (12,7 %), Славянка (9,5 %).

#### Литература

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2021 г. / Национальный статистический комитет РБ ; сост.: И.В. Медведева [и др.]. – Минск, 2021. – 407 с.
2. Сорта, включенные в Государственный реестр сортов, – основа высоких урожаев. / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений». Часть XIV: Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр в 2019 г., – Минск, 2019. – 254 с.

#### **PRIORITIES AND RESULTS OF TRITICALE AND SPRING WHEAT BREEDING IN BELARUS**

**S.I. Grib, V.N. Bushevich, N.P. Shishlova, E.I. Poznyak, M.A. Dashkevich**

*The main priorities of researches on triticale and spring wheat breeding in Belarus are discussed. It's resulted in the creation of 54 varieties included in the National List of the Republic of Belarus and 17 varieties included in the National List of the Russian Federation.*

**РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ,  
ОРГАНИЗОВАННОЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ ПРИНЦИПУ**

*С.Е. Скатова<sup>1</sup>, А.М. Тысленко<sup>1</sup>, Д.В. Зуев<sup>1</sup>, А.Г. Лачин<sup>1</sup>, С.И. Гриб<sup>2</sup>,  
В.Н. Бушневич<sup>2</sup>, Ж.С. Пилипенко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»*

*<sup>2</sup>РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»*

Яровое тритикале культура новая, но в ряде сегментов сельскохозяйственного производства, перерабатывающей промышленности, кормопроизводства и улучшения экологии очень востребована [1, 2].

ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» (Владимирская область РФ) начал селекцию ярового тритикале с 2004 года, используя наиболее эффективный принцип организации полевой селекции – экологический [3]. Во Владимирской области находились 2 пункта селекции: на серой лесной среднесуглинистой почве и на дерново-подзолистой песчаной. С 2007 года была налажена совместная работа с РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (Минская обл.), где разработана эффективная стратегия селекции [4]. Климат обоих учреждений умеренно-континентальный со смещением географического положения от РБ до РФ на 2° северной широты и 12° восточной долготы, соответственно с сокращением безморозного периода по годам на 3-30 дней.

Условия погоды изменялись в пунктах селекции по годам не синхронно, но именно они определяли наиболее выраженные дифференцирующие факторы среды и успех отбора: на потенциал продуктивности, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам, качество зерна. На песчаных почвах условия позволяли выделять более устойчивые генотипы, прежде всего к засухе и выращиванию на малопродуктивных почвах. На серых лесных почвах, как и в Беларуси, формировались сортогенотипы с высокой, свыше 8 т/га, потенциальной урожайностью зерна. Повышая урожайный потенциал, мы стремились сохранять уровень стрессоустойчивости.

Приоритетным направлением селекции ярового тритикале было совершенствование генотипов по урожайности, как за счет улучшения показателей структуры урожая, включая выраженность всех ее элементов, в первую очередь – густоты продуктивного стеблестоя и массы колоса, так и адаптивных свойств. В Государственный реестр сортов, допущенных к использованию, в период 2012-2022 годов были внесены 6 совместных сортов: Норманн (2013), Аморе (2018), Доброе (2019), Заозерье (2019), Слово (2022) в РФ; Гелио (2019) – в РБ. Сорта

представлены двумя группами спелости: среднеранней (сорт Аморе) и среднеспелой (остальные сорта). Сорта Норманн и Гелио, интенсивные низкорослые (70–112 см). Средняя урожайность сорта Норманн 49,8 ц/га. Сорт Гелио на технологиях Владимирской области без средств защиты уступал сорту Норманн по урожайности до 3,2 ц/га. В условиях более интенсивного земледелия Беларуси он превосходил контроль Узор в среднем на 3,0 ц/га. Использование обоих сортов – зернокармное.

Сорта Доброе (высота 78-121 см) и Слово (76-122 см) менее интенсивные, но более устойчивые к засухе. Высокая адаптивность позволяла им полнее реализовать потенциал продуктивности и выйти в конкурсном сортоиспытании по урожайности на первые места соответственно – 57,1 и 59,3 ц/га. Использование сортов – универсальное.

Высокорослый (97-148 см), но с прочным стеблем и устойчивый к полеганию сорт Заозерье предпочтительнее выращивать на зеленокусное использование. Его урожайность варьировала в пределах 31,0-74,8 ц/га, средняя урожайность составила 45,2 ц/га.

Сорт Аморе низкорослый, интенсивного типа. В условиях Владимирской области наиболее губительна для яровых майско-июньская засуха, поэтому высокая засухоустойчивость обязательна. Среднеранние сорта ярового тритикале хуже, чем среднеспелые, переносят майский недостаток влаги, снижая в первую очередь густоту продуктивного стеблестоя и число зерен в колосе. Сорт Аморе являлся наиболее урожайным сортом среднеранней группы. Он близок по морфобиологическим показателям к высокоинтенсивному сорту Ровня, отличаясь от него иммунитетом к желтой ржавчине, поэтому и более стабильной урожайностью: 46,5 ц/га за 2014-2020 годы, прибавка к сорту Ровня по годам 1,5-7,5 ц/га.

Второе приоритетное направление селекции – устойчивость к болезням. Все сорта, включенные в Госреестр России, передавались на государственное сортоиспытание как иммунные или слабовосприимчивые (поражение до 5 %) к группе заболеваний: мучнистая роса, бурая, желтая, стеблевая ржавчины. С 2015 года волнами, с интервалом в 2-3 года с постоянной сменой расового состава начались эпифитотии желтой ржавчины. Сорта Заозерье и Доброе устойчивость к этому патогену потеряли. В годы эпифитотий без химической защиты это приводило к потерям 25-35 % урожайности. Сохранение относительно высокого уровня урожайности обеспечивалось высоким генетическим потенциалом их продуктивности.

Значительное отклонение условий погоды от средних многолетних значений по годам и периодам вегетации культур в восточной части

Европы осложняет селекцию зерновых культур и вызывает необходимость для объективной характеристики сорта проводить испытание несколько лет и в нескольких пунктах [4]. Нами выявлено, что в условиях Владимирской области даже при испытании в 2-3 пунктах для всесторонней оценки сорта на экологическую пригодность, выносливость к наличествующим погодным факторам, не всегда достаточно трехлетнего срока конкурсного сортоиспытания.

### Литература

1. Горбунов, В.Н. Селекционные достижения по тритикале в научных центрах России и ближнего зарубежья / В.Н. Горбунов, В.Е. Шевченко // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т.29, № 4. – С. 24-27.
2. Медведев, А.М. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации: коллективная монография / А.М. Медведев [и др.], (под общ. ред. А.М. Медведева). – Москва-Немчиновка, 2017. – 284 с.
3. Гончаренко, А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции / А.А. Гончаренко // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 3. – С.31-37.
4. Гриб, С.И. Приоритетные направления и результаты селекции тритикале в Беларуси / С.И. Гриб, В.Н. Буштевич // Тритикале. Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья: матер. заседания секции тритикале ОСХН РАН, он-лайн, 9 июня 2020 г. – Ростов-на-Дону, 2021. – С. 19-32.
5. Неттевич, Э.Д. Проблемы селекции зерновых культур в Нечерноземье / Э.Д. Неттевич // Избранные труды. Селекция и семеноводство яровых зерновых культур. – Москва – Новоивановское, МосНИИСХ: «Немчиновка», 2018. – С. 51-55.

### **RESULTS OF TRITICALE BREEDING SPRING ACCORDING TO THE ECOLOGICAL PRINCIPLE**

**S.E. Skatova, A.M. Tyslenko, D.V. Zuev, A.G. Lachin, S.I. Grib, V.N. Bushtevich.  
Zh.S. Pilipenko**

*The results of the joint spring triticale breeding by the Upper Volga Federal Agrarian Research Center and the Research and Practical Center of NAS of Belarus for Arable Farming are presented. 6 varieties have been created differing in the duration of vegetation, purpose of use, requirements for cultivation technologies. Development of varieties for the Center of the Non-Chernozem zone requires seven years of variety testing in order to combine productivity and high ecological suitability.*

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И БЛИЖАЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ В БЕЛАРУСИ

*А.А. Зубкович<sup>1</sup>, Н.В. Зубкович<sup>1</sup>, О.В. Марчук<sup>1</sup>, Б.Ю. Аношенко<sup>2</sup>,  
А.А. Ярота<sup>1</sup>, А.В. Потапчук<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
e-mail: aa\_zoubkovitch@mail.ru*

*<sup>2</sup>ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук  
Беларуси», e-mail: V.Anoshenko@cbg.org.by*

Изменение погодных и хозяйственно-экономических условий привели к уменьшению посевных площадей ярового ячменя за последние 10 лет с 529,1 тыс. га (2012 г.) до 373,4 тыс. га (2021 г.) и увеличению озимого с 17,24 тыс. га (2012 г.) до 61,9 тыс.га (2021 г.) [1, 2].

За этот период посевы отечественных сортов ярового ячменя в Республике Беларусь увеличились с 67,1 до 85,6 %, в том числе кормовые с 92,0 до 96,7 %, пивоваренные с 55,2 до 71,3%. Более 250 тыс. га занимают белорусские сорта в Российской Федерации [3].

В настоящее время в «Государственный реестр сортов» [4] включено 9 плечатых сортов ярового ячменя кормового направления использования: Гонар, Дивосны, Якуб, Батька, Магутны, Фэст, Добры, Рейдер, Корнет, Мажор и 2 голозерных: Адамант и Дева, а также 8 пивоваренных – Зазерский-85, Атаман, Бровар, Радзімич, Мустанг, Аванс, Куфаль и Колдун. Причем за последние 10 лет в Беларуси районировано 12 отечественных сортов и в Российской Федерации 7 сортов (Батька, Бровар, Аршин, Рейдер, Корнет, Дева, Корнет стойкий).

Новые сорта ярового ячменя в полной мере отвечают условиям современного производства: они более устойчивы к полеганию, генетически защищены от поражения мучнистой росой высокоэффективным геном *ml\_o*, имеют высокую выравненность зерна. Пивоваренные сорта характеризуются низким содержанием белка в зерне (11,0-11,3 %) и высокой экстрактивностью солода (до 85,0 %, Колдун, ГСИ, 2018 г.).

Создание новых голозерных сортов ячменя кормового и продовольственного направления использования (Адамант, 2019 г. и Дева, 2021 г.) дает возможность получения ценного сырья для функционального питания, а также более эффективного использования кормов в птицеводстве и свиноводстве. В настоящее время установлены различия между голозерными и плёнчатыми сортами по отдельным элементам технологии возделывания, которые позволят обосновать специфические технологические регламенты возделывания голозерных сортов.

За последние несколько лет значительно увеличился объём селекционного процесса озимого ячменя. Работы ведутся с многорядными (var. *pallidum*) и двухрядными формами (var. *nutans*).

Для сокращения времени создания зимостойких сортов подобраны оптимальные параметры оценки селекционного материала озимого ячменя по признакам морозостойкости в контролируемых условиях на стадиях наклонувшихся семян и кущения.

С 2021 г. допущен к использованию во всех областях Республики Беларусь сорт озимого ячменя Буслик.

Высокая эффективность селекционного процесса достигнута в результате целенаправленного использования высокопродуктивного исходного материала с комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств, разработки и совершенствования идентификации ценных родительских компонентов скрещивания, гибридных комбинаций и перспективных линий. Разработаны организационно-методические подходы оптимизации селекционного процесса, позволяющие повысить эффективность отбора высокопродуктивных сортообразцов [5].

На ближайшую перспективу проводится изучение возможности использования в селекции новых аллелей генов устойчивости, в первую очередь ассоциированных с устойчивостью к *P.teres* f. *teres*. В настоящее время совместно с лабораторией иммунитета ВИР (руководитель - академик РАН О.С. Афанасенко) разработаны молекулярные маркеры к эффективным в условиях России и Беларуси генам устойчивости к сетчатой пятнистости [6], что позволит проводить их пирамидирование в создаваемых сортах.

Готовятся к передаче в Государственное сортоиспытание сорта ярового пивоваренного ячменя с высоким выходом товарной продукции, низким содержанием в зерне белка и высокой экстрактивностью, кормовые будут отличаться от предшествующих увеличенным сбором протеина с единицы площади. Изучается возможность улучшения питательной ценности зерна за счет создания сортообразцов с низким содержанием фитиновой кислоты.

Новые сорта эффективно внедряются в сельскохозяйственное производство. Так, например, уже в первый год включения в Государственный реестр сорт Рейдер (2019 г.) высевался на площади 69,5 га, Колдун (2021 г.) 95,2 га, Корнет (2021 г.) – 115,5 га, Мажор (2022 г.) более 360 га (прогноз).

Необходима дальнейшая интенсификация селекционных работ с целью импортозамещения западноевропейских сортов ярового и озимого ячменя в агропромышленном производстве Республики Беларусь.

## Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 179 с.
2. Уборка урожая, сев озимых культур и заготовка кормов в Республике Беларусь на 1 ноября 2021 года. – Минск, 2021. – 32 с.
3. Бейня, В. Новые сорта ярового ячменя белорусской селекции / В. Бейня, Е. Лобач, Е. Павлович, С. Рымарчик, Т. Савченко, А.Зубкович// Белорусское сельское хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 102–104.
4. Государственный реестр сортов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2021. – 279 с.
5. Зубкович, А.А. Основные элементы повышения эффективности технологии селекционного процесса ярового ячменя / А.А. Зубкович, Б.Ю. Аношенко, Н.В. Зубкович., О.В. Марчук/ IV Вавиловская международная конференция «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире», посвященная 130-летию со дня рождения Н.И. Вавилова (20-24 ноября 2017 г.). – Санкт-Петербург, 2017. – С.258-259.
6. Afanasenko, O.Validation of Molecular Markers of Barley Net Blotch Resistance Loci on Chromosome 3H for Marker-Assisted Selection /O. Afanasenko, I. Rozanova, A. Gofman, N.Lashina, F. Novakazi, N. Mironenko, O. Baranova, A. Zubkovich // Agriculture 2022, 12, 439. [https://doi.org/ 10.3390/agriculture12040439/](https://doi.org/10.3390/agriculture12040439/)

### **MAIN RESULTS AND NEAR-TERM OUTLOOK OF BARLEY BREEDING IN BELARUS**

**A. Zoubkovitch, N. Zubkovitch, O. Marchuk, B. Anoshenko, A. Yarota, A. Potapchuk**

*Main results and outlook of spring and winter barley breeding in RUE "Research and Practical Center of NAS of Belarus for Arable Farming" are discussed.*

УДК 633.13:631.527(476)

### **ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ОВСА В БЕЛАРУСИ**

**А.А. Трушко, С.П. Халецкий, А.Г. Власов, З.В. Шемпель**  
*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»*

При возделывании овса в Республике Беларусь на площади 150-170 тыс. га формируются валовые сборы зерна 400-500 тыс. тонн, что позволяет обеспечивать пищевую промышленность сырьем для производства полезных продуктов питания человека, а животноводство дополнительным объемом концентрированных кормов. Увеличение вни-

мания к продуктам диетического и функционального питания из зерна овса обусловлено особенностями его биохимического состава – оптимальным сочетанием легкоусвояемых белковых веществ (11-14 %), углеводов (40-61 %), жиров (до 6 %), витаминов, органических соединений фосфора, железа, кальция, меди, марганца и других микроэлементов. В животноводстве это эффективный энергетический корм при выращивании птицы, молодняка скота. Зеленая масса растений овса хорошо силосуется и охотно поедается животными [1].

Одним из основных факторов увеличения производства зерна овса является создание и использование в сельхозпредприятиях высокопродуктивных сортов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям республики. За последние пять лет в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» создано и включено в Государственный реестр сортов Республики Беларусь четыре новых сорта: Мирт, Шанс, Люкс и Квант, потенциальная урожайность которых в государственном сортоиспытании достигала 95 ц/га. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, внесен сорт овса Тройка, созданный совместно с Ульяновским НИИ сельского хозяйства.

В 2021 г. посевные площади овса в республике составляли 158,4 тыс. га, на 98,6 % которых высевались сорта белорусской селекции, основные из них Лидия, Дебют, Фристайл, Факс и Золак (рисунок).

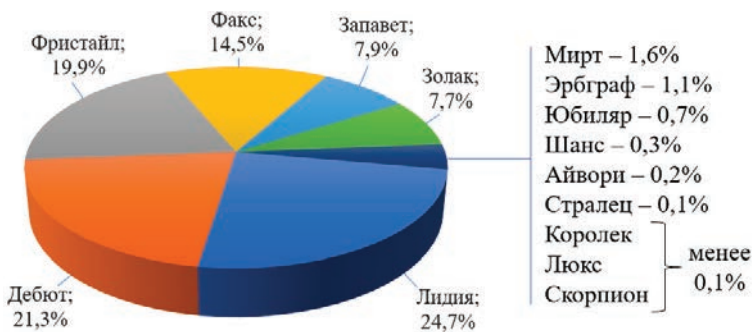


Рисунок – Сортовой состав посевов овса Республики Беларусь в 2021 г.

В настоящее время селекция овса ориентирована на создание высокопродуктивных сортов с высоким качеством зерна, устойчивых к абиотическим факторам и полеганию, толерантных к болезням. Основным методом создания нового исходного материала является внутривидовая гибридизация сортообразцов собственной селекции, коллекции Национального Банка генетических ресурсов Республики Бе-

ларусь, зарубежных селекционных учреждений. Постоянно ведется изучение коллекционного материала, скрининг и выделение генетических источников хозяйственно-ценных признаков. Для селекции на урожайность рекомендуются сорта Arta, Аргамак, Буг, Золак и Мирт, на увеличение крупности зерна – Kanton, Ivory, Bingo, числа зерен в метелке – Фристайл, Arta, Аргамак. Для создания селекционного материала с высоким качеством зерна выделены источники повышенного содержания белка в зерне – сортообразцы Omihī, Mitika, Тульский, Brusher, низкой пленчатости зерна – STN 4287 и Bingo [2].

В системных скрещиваниях проведена оценка комбинационной способности пяти высокопродуктивных сортов овса, допущенных к использованию в республике. Для признаковой селекции овса предлагается использовать сорта: по продуктивной кустистости – Мирт, по количеству зерен в метелке – Фристайл, Запавет, Мирт и Bingo. По комплексу исследованных признаков рекомендуется привлекать в скрещивания сорта Мирт и Bingo [3].

Ежегодно проводится гибридизация по 150-200 комбинациям скрещиваний. Для расширения генетического разнообразия исходного материала проводятся межвидовые скрещивания *Avena sativa*, *A. strigosa*, *A. sterilis*, *A. hirtula*. Для размножения и стабилизации геномов полученных гибридов используются биотехнологические методы: эмбриокультуры *in vitro*, полиплоидии, микрклонального размножения.

В селекционных питомниках ведется оценка и отбор морфологически выровненных генотипов по целевым полезным признакам, выделяются ценные рекомбинантные и трансгрессивные формы. Максимальный объем наблюдений и оценок селекционного материала формируется на заключительном этапе селекционного процесса. Для определения параметров адаптивности к факторам среды, экологической стабильности и пластичности конкурсное сортоиспытание овса проводится по интенсивной и базовой технологии [4]. На основании проведенных исследований был выделен новый сорт овса Люкс, который обладает наилучшими значениями вышеуказанных параметров. Сорт успешно прошел государственное сортоиспытание на десяти сортоиспытательных станциях и участках. За три года испытаний он обеспечил прибавку урожайности к контрольному сорту Мирт от 1,1 до 9 ц/га. В 2022 г. сорт Люкс включен в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в Республике Беларусь.

Одним из факторов повышения устойчивости посевов овса к полеганию является снижение высоты растений. Для создания устойчивых сортов сформирована рабочая коллекция источников короткостебель-

ности, которая активно используется в гибридизации с высокоурожайными сортами. При этом активно используется метод беккроссов. Полученные короткостебельные образцы проходят оценку в конкурсном сортоиспытании для выявления максимального сочетания хозяйственно-полезных признаков.

С целью создания сортов с укороченным вегетационным периодом была проведена оценка фотопериодической реакции коллекционных сортообразцов овса на длину светового дня. Использование в гибридизации образцов с реакцией, близкой к нейтральной, позволило создать среднеранние сорта Квант и Фатон. По результатам государственного сортоиспытания высокоурожайный (78 ц/га), толерантный к основным болезням сорт овса Квант включен в Государственный реестр для использования в республике с 2022 г.

При изучении селекционного материала постоянно ведется оценка его устойчивости к болезням. Максимальный уровень работы достигается при испытании перспективных образцов на комплексном инфекционном фоне. Пройдя этот этап, будущие сорта с высокой вероятностью исключают возможность эпифитотийного развития основных болезней в товарных посевах овса [4].

Создаваемые сорта овса должны формировать зерно с высокими качественными показателями, соответствующими требованиям перерабатывающей промышленности. В селекционном процессе постоянно проводится оценка образцов по морфологическим признакам зерна: крупность, выравненность, пленчатость. На заключительном этапе селекции ведется отбор образцов с повышенным содержанием белка и жира.

Результатом активной селекционной работы за последние 5 лет стало создание высокоурожайных, адаптированных к условиям Республики Беларусь, сортов овса Мирт, Шанс, Люкс и Квант. Выделены и включены в целевые скрещивания эффективные генетические источники хозяйственно ценных признаков и свойств для создания новых конкурентоспособных сортов овса.

### Литература

1. Халецкий, С.П. Новые сорта и технология возделывания овса / С.П. Халецкий [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2019. – прил. к № 1. – С.19–23
2. Трушко, А.А. Источники хозяйственно-ценных признаков в коллекции овса посевного/ А.А. Трушко, С.П. Халецкий // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол: Ф.И. Привалов (гл.ред.)(и др.). – Минск: ИВЦ Минфина, 2020: – Вып. 56. – С 311-319.

3. Трушко, А.А. Комбинационная способность сортов овса посевного в системе диаллельных скрещиваний по элементам урожайности/ А.А. Трушко, С.П. Халецкий // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.: редкол. Ф.И. Привалов (гл.ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018: – Вып. 54. – С 258-267.

4. Халецкий, С.П. Основные направления и результаты селекции овса / С.П. Халецкий, А.Г. Власов, З.В. Шемпель /А.А. Трушко // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси : матер. Межд. науч.-практ. конф., посв. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – С. 262–265.

***PRIORITY DIRECTIONS AND RESULTS OF OAT BREEDING IN BELARUS***  
***A.A. Trushko, S.P. Khaletsky, A.G. Vlasov, Z.V. Shempel***

*The results of breeding work on oats carried out in the RUE "Research and Practical Center of NAS of Belarus for Arable Farming" are presented in the paper. Over the past 5 years, 4 high-yielding oat varieties, such as Mirt, Shans, Luks, and Kvant, adapted to the conditions of the Republic of Belarus have been developed.*

УДК 631.527:633.13/16

**РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ГОЛОЗЕРНОГО  
ЯЧМЕНЯ В КАЗАХСКОМ НИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ  
И РАСТЕНИЕВОДСТВА**

***А.Ж. Баймуратов, Б.С. Сариев, К.К. Жундибаев***

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», Алматы, Казахстан, kazniizr@mail.ru*

В последние годы продукты из голозерного ячменя быстро приобретают большую популярность. Все структурные элементы ячменного зерна имеют высокую биологическую ценность. Для эффективного технологического использования подходит зерно именно голозерного ячменя, которое перерабатывается в муку, хлопья, крупы и другие зернопродукты без технологических потерь, имеющих место при переработке зерна пленчатого ячменя. Кроме пищевого использования голозерный ячмень является ценным кормом, особенно для животных с однокамерным желудком. Кормовая ценность голозерных форм ячменя по сравнению с пленчатыми формами значительно выше.

Огромный ареал и тысячелетия возделывания ячменя определили большое внутривидовое разнообразие рода *Hordeum* L. О значении голозерного ячменя Дагестана особое внимание обратил Н.И. Вавилов (1965) [1]. В России первым, кто обратил внимание на голозерные ячмени, был агроном Д.В. Федоров. Он пытался привлечь внимание

сельскохозяйственной общественности к проблеме возделывания голозерных ячменей. Но она, к сожалению, так и не получила должного развития [2, 3].

В Казахстане в 1963-1965 гг. О.Н. Перуанской и В.С. Лебедевой [3] создан сорт голозерного ячменя под названием Голозерный 1278, но данный сорт не был районирован из-за низкой продуктивности и осыпаемости в сравнении с пленчатыми формами.

Существующие на сегодня немногочисленные голозерные сорта ячменя инорайонного происхождения в условиях Казахстана, требующие локальной адаптации, не приспособлены обеспечивать урожайность, в т.ч. по годам и изменяющимся условиям климата. В связи с этим создание новых высокопродуктивных, с высоким качеством зерна сортов голозерного ячменя, адаптированных для условий зерносеющих регионов Казахстана, имеет большую перспективу не только для обеспечения пищевой и комбикормовой промышленности республики, но и для экспорта. С этой целью разработана технология создания голозерных сортов ячменя с использованием методов смежных биологических дисциплин. Придавая большое значение вышеизложенному, лаборатория селекции зернофуражных культур с 2014 г. начала проводить изучение особенностей голозерного ячменя в условиях Юго-Востока Казахстана.

Полевые опыты по селекции голозерного ячменя проведены в полевом стационаре отдела селекции зернофуражных культур в предгорной зоне Алматинской области. Почвы полевого стационара светло-каштановые, суглинистые. Содержание гумуса в пахотном слое достигает 1,9-2,0 %. Климат зоны в основном характеризуется мягкой зимой, прохладной влажной весной, жарким летом, теплой осенью. Одним из основных лимитирующих факторов метеоусловий зоны, влияющих на уровень продуктивности ячменя, является количество атмосферных осадков и температура воздуха за период вегетации растений.

Материалом для исследования служили 127 линий и номеров тонкопленчатого и голозерного ячменя.

В течение вегетации растений проведены фенологические наблюдения по фазам развития. Изученные образцы по длине вегетационного периода разделились на три группы: 87 дней, 95 дней и 103 дня. По скороспелости за три года выделено 12 сортообразцов.

При проведении структурного анализа основное внимание было уделено продуктивной кустистости растений. Согласно данным структурного анализа, за три года среди изученных образцов по продуктивной кустистости выделены 11 номеров с 2,5-4,0 продуктивными стеб-

лями. По морфологическим тестам признаком засухоустойчивости является длина верхнего междоузья. Среди изученных сортообразцов по данному признаку за три года выделены 11 сортообразцов, которые имели длину верхнего междоузья от 24,0 до 38,0 см при уровне стандарта 23,3 см.

Одним из показателей продуктивности является число зерен в колосе. Среди изученных сортообразцов за три года у двурядных форм выделено 23 сортообразца с количеством зерен в колосе от 26 до 32 штук, а у шестирядных форм 6 сортообразцов с количеством зерен в колосе от 72 до 98 штук, у стандартов 26 и 60 соответственно.

Высота растений изученных сортообразцов колебалась от 58,0 до 120,0 см. Сортообразцы с высотой растений свыше 110,0 см были склонены к полеганию.

У ярового голозерного ячменя по урожайности зерна за три года выделились номера d 62 и d 45, у которых этот показатель составил от 40,3 до 63,3 ц/га при урожайности стандарта 34,1-54,4 ц/га.

В 2020 г. по итогам трех лет испытания номер d 62 под названием Голозерный 62 передан в качестве нового сорта голозерного ячменя в Государственную комиссию по сортоиспытанию. Сорт создан методом индивидуального отбора из коллекционного сортообразца d 62 (ICARDA – Сирия (2014 г)). Оригинатор сорта: ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» (100%).

Авторы сорта: Б.С. Сариев, К.К. Жундибаев, А.Ж. Баймуратов, А.И. Аbugалиева

Исследования были профинансированы Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан (BR10765017).

#### Литература

1. Вавилов, Н.И. Центры происхождения культурных растений. Избр. тр. – М.: Наука, 1965. – С. 94.
2. Федоров, Д.В. Предстоящая роль ячменя в русском хозяйстве // Земледельческая газета. – Петроград, 1916. – 20. – С. 555-556.
3. Грязнов, А.А. Ячмень Карабалыкский (корм, крупа, пиво). – Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1996. – 448 с.
4. Перуанская, О.Н. Аминокислотный состав зерна ячменя / О.Н. Перуанская, В.С. Лебедева // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1980. – №7. – С. 98.

**RESULTS AND PROSPECTS OF BREEDING OF SPRING NAKED BARLEY  
IN THE KAZAKH RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE AND PLANT  
GROWING**

**A.Zh. Baimuratov, B.S. Sariev, K.K. Zhundibaev**

*In Kazakhstan, there are almost no varieties of thin-filmed and naked barley. The grain industry is mainly provided with varieties of glumiferous forms, and therefore it incurs huge costs for removing the film, which hinders to a certain extent its productivity and profitability. In this regard, the creation of thin-filmed and naked barley varieties with a high level of yield is of particular relevance, and the creation of technologies for the selection process based on the use of methods of related biological disciplines in the following areas is of particular importance.*

УДК 633.11.1:575.113.2:631.52

**ГЕНОТИПИРОВАНИЕ ПШЕНИЦЫ ПО ГЕНАМ,  
АССОЦИИРОВАННЫМ С ПРИЗНАКОМ «МАССА 1000 ЗЕРЕН»,  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ KASP**

**В.А. Лемеш<sup>1</sup>, С.И. Гриб<sup>2</sup>, Е.В. Лагуновская<sup>1</sup>, В.Н. Купень<sup>1</sup>,  
В.Н. Бушневич<sup>2</sup>, А.А. Булойчик<sup>1</sup>, В.И. Сакович<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»,

<sup>2</sup>РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

*e-mail: e.antonenko@igc.by*

Для пшеницы показатель «масса 1000 зерен» является одним из основных количественных признаков, определяющим урожайность. Он контролируется различными генетическими локусами, влияющими как на морфометрические параметры зерновки, так и на активность ключевых ферментов, участвующих в углеводном обмене (сахарозсинтаза, гликозилгидролаза, цитокиноксидаза/дегидрогеназа и др.). К генам, контролирующим массу 1000 зерен, относятся *TaSus2-2B*, *TaGW2-A1*, *TaTGW6-A1*, *TaGASR7-A1*, *TaGs3-D1*, *TaCKX-D1*, которые обеспечивают генетическую основу для накопления благоприятных аллелей, лежащих в основе данного признака [1]. Установлено, что определенные однонуклеотидные полиморфизмы (ОНП), инсерции и делеции в последовательностях указанных локусов оказывают значительное влияние на активность кодируемых ими ферментов, и, как следствие, величину показателя «масса 1000 зерен» [1–3].

Материалом для исследования служили 25 сортов и сортообразцов мягкой яровой пшеницы белорусской и зарубежной селекции. Выделение ДНК проводили стандартным фенол-хлороформным методом. Для установления аллельного состава локусов *TaSus2-2B*, *TaGW2-A1*,

*TaTGW6-A1*, *TaGs3-D1*, *TaGASR7-A1*, *TaCKX-D1* использовали наборы праймеров KASP by Design Primer Mix (LGC, Biosearch Technologies), содержащие аллель-специфичные праймеры. Протокол проведения ПЦР разработан в соответствии со стандартными рекомендациями KASP [2].

Согласно данным литературы [1] по локусу *TaSus2-2B*, кодирующему фермент сахарозосинтазу (участвует в синтезе и накоплении крахмала в эндосперме пшеницы), на основании выявленных ОНП выделяют два гаплотипа *Hap-L* и *Hap-H*. Гаплотип *Hap-H* связан с увеличением показателя «масса 1000 зерен». Анализ полученных нами данных показал, что большая часть исследуемых образцов пшеницы, по-видимому, гетерозиготна по локусу *TaSus2-2B* (гаплотип *Hap-L/Hap-H*). Только у одного образца (Э-2925) выявлен благоприятный гаплотип *Hap-H*, увеличивающий массу 1000 зерен.

По локусу *TaGW2-A1*, контролирующему признак «ширина зерновки», ОНП приводят к появлению двух гаплотипов: генотипы с широкой зерновкой имеют гаплотип *Hap-6A-A* (увеличивает массу 1000 зерен), у образцов с узкой зерновкой выявляется гаплотип *Hap-6A-G* (снижает массу 1000 зерен) [3]. В нашем исследовании все генотипы пшеницы имели неблагоприятный гаплотип *Hap-6A-G*.

Локус *TaTGW6-A1* кодирует фермент ИУК-гликозилгидролазу. Три ОНП, выявляемые у сортов с высокой и низкой массой 1000 зерен, образуют два аллеля: *TaTGW6-A1a* и *TaTGW6-A1b* [2]. Благоприятный аллель *TaTGW6-A1a*, коррелирующий с увеличением массы 1000 зерен, несли 14 из 25 исследованных образцов.

Локус *TaGs3-D1* контролирует размер зерновки пшеницы, наличие ОНП приводит к возникновению аллелей *TaGs3-D1a* и *TaGs3-D1b* [3]. Нами выделены 2 образца с аллелем *TaGs3-D1a*, увеличивающим массу 1000 зерен, – сорт Восточка-17 и сортообразец Э-2298.

Локус *TaCKX-D1* кодирует белок, регулирующий содержание цитокенинов. В зависимости от наличия делеции/инсерции выделяют 2 аллеля. В нашем исследовании все образцы несли неблагоприятный аллель *TaCKX-D1b* [1].

Локус *TaGASR7-A1* влияет на длину зерновки и массу 1000 зерен. Описаны 2 основных гаплотипа (*H1c* и *H1g*), различающиеся наличием либо отсутствием инсерции размером 1495 п.н. в 5'-проксимальной области в положении 124 п.н. перед стартовым кодоном [2]. В нашем исследовании гаплотип *H1c*, коррелирующий с большей длиной зерновки и увеличением массы 1000 зерен, выявлен у 14 из 25 генотипов.

Таким образом, показано, что генотипы, несущие благоприятные аллели одних генов, ассоциированных с признаком «масса 1000 зе-

рен», могут нести неблагоприятные аллели по другим генам, контролирующим этот сложный количественный признак. Нами выделены 1 сорт и 5 сортообразцов пшеницы, несущих комплекс аллелей, положительно коррелирующих с признаком «масса 1000 зерен»: Весточка-17, Э-2318, Э-2263, Э-2298, Э-1569, Э-2695.

*Работа выполнена в рамках мероприятия 5 «Разработать методику генотипирования KASP и применить в селекции мягкой яровой пшеницы при создании нового сорта» ГП «Научно-технологические технологии и техника» на 2021–2025 гг. подпрограммы 1 «Инновационные биотехнологии».*

### **Литература**

1. Molecular Characterization of 87 Functional Genes in Wheat Diversity Panel and Their Association With Phenotypes Under Well-Watered and Water-Limited Conditions / M. Khalid [et al.] // 2019. – Vol. 10 – Art. 717.
2. Validation of candidate gene-based markers and identification of novel loci for thousand-grain weight in spring bread wheat // D. Sehgal [et al.] / Frontiers in Plant Science. – 2019. – Vol. 10. – Art. 1189.
3. Variation in allelic frequencies at loci associated with kernel weight and their effects on kernel weight-related traits in winter wheat // L. Teng [et al.] / The Crop Journal. – 2019. – Vol. 7. – №1. – P. 30–37.
4. He, C. SNP genotyping: the KASP assay / C. He, J. Holme, J. Anthony // Methods Mol Biol. – 2014. – Vol. 1145. – P. 75–86.

### **WHEAT GENOTYPING IN RELATION TO GENES ASSOCIATED WITH THE TRAIT “1000 GRAIN WEIGHT” USING KASP TECHNOLOGY**

**V.A. Lemesh, S.I. Gryb, E.V. Lagunovskaya, V.N. Kipen, V.N. Bushtevich, A.A. Buloichik, V.I. Sakovich**

*KASP genotyping of 25 varieties and accessions of spring wheat of Belarusian and foreign breeding was carried out in relation to 6 genes associated with the trait “1000 grain weight” (TaSus2-2B, TaGW2-A1, TaTGW6-A1, TaGASR7-A1, TaGs3-D1, and TaCKX-D1). One variety and 5 accessions (Vestochka-17, E-2318, E-2263, E-2298, E-1569, and E-2695) with a complex of alleles correlating positively with the trait “1000 grain weight” were identified.*

## EXPERIENCE IN REGENERATION AND SAFETY DUPLICATION OF SEED COLLECTION ACCESSIONS IN ARMENIA

**A.E. Avagyan<sup>1</sup>, M.G. Harutyunyan<sup>2</sup>, G.G. Melyan<sup>2</sup>, M.Ts. Hovhannisyan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Scientific Center of Vegetable and Industrial Crops, Ministry of Economy of Armenia*

<sup>2</sup>*Scientific Center of Agrobiotechnology, Armenian National Agrarian University, e-mail: margarita\_harutyunyan51@mail.ru*

Plant genetic resources for food and agriculture play a vital role in supporting increasing human population and achieving global food security. Their role in near future will be even more important considering latest achievement in crop breeding technologies that enable fast search for genetic material with desired genes for their incorporation into new cultivars. As breeding of new crop varieties with high-yield potential and resilience to biotic and abiotic factors has progressed, the need for diverse genetic material has increased. In this respect the ensuring viability of stored accessions and their safety duplication in *ex situ* collections is one of the key issues of a proper management of seed gene banks. To maintain an adequate stock of germplasm to ensure genetic diversity and availability of seed material to be distributed to researchers, breeders and farmers, the periodically conducting seed regeneration to maintain seed viability on optimal level over the long term is required according to the internationally adopted standards of gene bank management. With the purpose of replenishment of seed stocks and increase seeds quantity for safety duplication of threatened accessions of the seed collection of the Laboratory of Plants Gene Pool and Breeding (nowadays “Scientific Center of Agrobiotechnology”, branch of the National Agrarian University of Armenia), the project on “Regeneration and Safety Duplication of Regionally Prioritized Crop Collections” funded by the Global Crop Diversity Trust was implemented in the Republic of Armenia. The seed collection of the Laboratory was maintained under room temperature and uncontrolled humidity for years and were not timely regenerated due to limited financial resources and technical expertise. This led to regeneration backlogs, which put important unique material in danger. The regeneration of threatened seed accessions was done in line with the genebank standards [1] and the guidelines for regeneration of accessions in seed collections [2]. The accessions that required regeneration were identified through monitoring viability and quantity of the stored germplasm. The selected site for accessions regeneration was very close to the environmental conditions of the species origin and habitat in Armenia, so that the seeds harvested

possess the same characteristics as the original population. The site location and distance from other fields sowed by wheat and barley were chosen in a way to avoid contamination from adjacent plots, to minimize unintentional gene flow. The accessions subjected to regeneration were self-pollinated crops therefore there was no risk for cross-pollination by other crop and no need in isolation. The seeds with very low germination percent were regenerated in vitro. The different culture media with different concentration of various plant growth regulators were tested, the best composition (Murasige and Skoog (MS) +0,8 mg/l GA3+vitamins) was defined. The spikes of wild species were isolated by bags to prevent spikelets from shattering. Phenological observations, biometric measures as well as phytopathological studies on accessions resistance to specific pest and diseases were performed to complete characterization data were carried out during the whole vegetation season. As a result of the project implementation the seed collection was replenished by viable seeds of unique accessions of wheat, barley and goat grass species of Armenian origin. 25 accessions of wheat (belonging to the species: *Triticum boeoticum* Boiss., *T. urartu* Thum.ex Gandil., *T. araraticum* Jakubz., *T.aestivum* L., *T. turgidum* L. ssp.dicoccon (Schrsnk) Thell., *T. durum* Desf. ), 33 accessions of barley (belonging to species: *Hordeum vulgare* L., *H. glaucum* Steud., *H. murinum* L., *H. maritimum* Huds., *H. geniculatum* All., *H. hrasdanicum* Gandilyan, *H. distichon* L.) and 117 accessions of goat grass (belonging to the species: *Aegilops cylindrica* Host., *A.triuncialis* L., *A.tauschii* Cosson, *A.biuncialis* Vis., *A.ovata* L., *A.crassa* Boiss., *A.triaristata* Willd., *A.columnaris* Zhuk. ) were successfully regenerated and multiplied. All regenerated and multiplied accessions were delivered to the Svalbard Global Seed Vault for safety duplication. In addition, wheat accessions were sent for safety duplication to CYMMIT, wheat and barley accessions – to ICARDA.

### References

1. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (2014). FAO. Rome. p.17-61.
2. N.R. S. Hamilton, K.H. Chorlton, Regeneration of accessions in seed collections: a decision guide. Handbook for genebanks, No 5, 75p.

### **ОПЫТ В РЕГЕНЕРАЦИИ И ДУБЛИРОВАНИИ В ЦЕЛЯХ БЕЗОПАСНОСТИ ХРАНЕНИЯ ОБРАЗЦОВ СЕМЕННОЙ КОЛЛЕКЦИИ В АРМЕНИИ**

**А.Э. Авакян, М.Г. Арутюнян, Г.Г. Мелян, М.Ц. Оганесян**

*Роль генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в достижении глобальной продовольственной*

безопасности становится все более и более значительной с учетом достижений в области современных технологий селекции. В связи с этим возрастает потребность в разнообразном генетическом материале, который необходимо как можно дольше сохранять жизнеспособным и качественным. Для обеспечения поддержания достаточного запаса разнообразной зародышевой плазмы и предоставления семенного материала пользователям требуется периодическое восстановление семян. С этой целью в рамках проекта Глобального фонда разнообразия сельскохозяйственных культур «Восстановление и безопасное дублирование коллекций сельскохозяйственных культур, приоритетных на региональном уровне» образцы пшеницы, ячменя и эгилопса семенной коллекций Армении были восстановлены и отправлены на дублитное сохранение в Свалбардский Глобальный Банк Семенных Фондов и в международные сельскохозяйственные исследовательские центры СИММИТ и ИКАР-ДА.

УДК 631.52+575

## **НОВЫЕ АКТИВНЫЕ КОЛЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ИНСТИТУТА ГЕНЕТИКИ И ЦИТОЛОГИИ НАН БЕЛАРУСИ**

***А.В. Кильчевский, В.А. Лемеш, А.А. Булойчик, О.Г. Давыденко,  
А.П. Ермишин, О.Г. Бабак, Е.В. Воронкова, И.С. Гордей,  
О.П. Шатарнов, В.И. Сакович***

*Институт генетики и цитологии НАН Беларуси,  
e-mail: a.buloichik@igc.by*

Селекция новых сортов культурных растений основана на использовании разнообразного генетического материала, который хранится в коллекциях. Генетические коллекции Института генетики и цитологии НАН Беларуси включают различные категории генофонда сельскохозяйственных растений и составляют 2 983 образцов, в том числе образцов ДНК и биологического материала – 2 630, из них образцов ДНК – 1 956 (пшеница – 459, рожь – 20, овес – 10, тритикале – 130, ячмень – 40, кукуруза – 51, люпин – 33, рапс – 352, картофель – 180, лен – 83, томат – 23, капуста белокочанная – 80, перец сладкий – 25, свекла сахарная – 240, соя – 73, земляника садовая – 147, смородина – 10). Всего передано в Национальный банк генетических ресурсов растений 264 образца (картофель – 143, тритикале – 47, подсолнечник – 33, лен – 41). В 2021 г. создана активная генетическая коллекция качественно новых образцов овощных, зерновых и технических растений – 89 образцов (озимая рожь – 18, картофель – 5, подсолнечник – 10, лен – 42, перец сладкий – 14).

Активная генетическая коллекция тетраплоидной ржи состоит из 18 образцов, которые получены с использованием высокоэффективного метода полиплоидизации закисью азота с последующей ржано-тритикальной гибридизацией. Заложена коллекционный питомник созданных образцов. Зимостойкость коллекционных образцов составила 94,3 %, поражение основными грибными болезнями – не более 2 баллов, устойчивость к полеганию 4,0-4,5 балла. Три новых коллекционных образца озимой тетраплоидной ржи получены на основе межвидовой гибридизации тетраплоидной ржи на гексаплоидные тритикале с последующим 1-2-кратным беккроссом гибридов F<sub>1</sub> на тетраплоидную рожь, проведена их идентификация методом цитологического анализа числа хромосом.

Учитывая важность сохранения уникальных староместных сортов в институте поддерживается коллекция белорусских ландрас льна. На данном этапе исследований проведен генетико-селекционный анализ коллекционных образцов по признакам продуктивности и морфобиологическим свойствам. Выделены образцы со значительной изменчивостью по признаку «число коробочек» (с.в. более 20) – К-782, К-786, К-791, К-5463, К-596. Проведена межвидовая и внутривидовая гибридизация. В результате молекулярно-генетических исследований инсерция LIS-1, которая ассоциирована с высокой адаптивностью генотипов льна к неблагоприятным условиям среды, обнаружена в ДНК 76 индивидуальных растений и подтверждено ее стабильное присутствие по годам у ландрас К-786, К-1044, К-6222 и К-6215. По результатам оценки форм создана активная коллекция из 42 образцов.

На основании оценки полевой устойчивости картофеля к фитофторозу, параметров продуктивности, молекулярно-генетического анализа ПЦР-маркеров генов устойчивости выделены для включения в активную коллекцию три тетраплоидных (4EBN) межвидовых гибрида, полученных на основе аллотетраплоидного вида *S. stoloniferum* (BC1 IGC16/36.1, IGC16/36.18 и BC3 IGC18/161.32). На основании данных скрещиваемости с первичными дигаплоидами *S. tuberosum* выделены две линии как источники высокой функциональной фертильности пыльцы и самосовместимости (IGC 12/40.1 и IGC 12/40.8). Для расширения генетического разнообразия первичных дигаплоидов картофеля *S. tuberosum* получены ягоды и семена от опыления гаплопродюсерами белорусских сортов Максимум, Здабытак, Вектар, Талисман и польского сорта Vzuga, являющихся источниками хозяйственно-важных признаков.

Для отбора форм перца сладкого с различным сочетанием аллелей качества проведены ДНК-типирование и фенотипическая оценка трех

популяций F<sub>2</sub> перца сладкого (П27 F<sub>2</sub> Златозар×ZongKao, П28 Шоколадная красавица×ZongKao, П29 Л160-10×ZongKao). Выполнено ДНК-типирование образцов для выявления маркеров аллелей гена *Chlorophyll retainer (Cl/cl)*, определяющих уровень накопления хлорофилла в плодах; аллелей гена каротиноида капсантин-капсорубин синтазы (*Ccs<sup>-</sup>/Ccs<sup>+</sup>*), генов R2R3Myb- транскрипционных факторов *Myb 113-like1* и *Myb 113-like2*, участвующих в регуляции накопления антоцианов (*Myb 113-like1-promIns148*, *Myb 113-like1-delT*, *Myb 113-like2-SNP C/A*). По результатам молекулярной и фенотипической оценки форм создана активная коллекция из 14 образцов *Capsicum annuum* L. для дальнейшего изучения.

При проведении полевых испытаний 58 гибридных комбинаций подсолнечника выделены перспективные комбинации для исследований по признакам урожайности. Выделены раннеспелые образцы, которые вовлечены в дальнейшие скрещивания для получения более совершенных форм с необходимыми для исследовательской работы параметрами. Из гибридов F<sub>2</sub> выделено 10 новых ветвистых линий-восстановителей фертильности. На основе I<sub>3</sub>-I<sub>7</sub> селекционных форм созданы 44 новые гибридные комбинации. Получен линейный материал для дальнейших исследований. По результатам оценки новых форм была создана активная коллекция из 10 образцов подсолнечника для дальнейшего изучения.

Таким образом, в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси созданы и проанализированы активные генетические коллекции нового генофонда сельскохозяйственных культур с использованием методов молекулярной генетики и биотехнологий. Идентификация образцов активных коллекций проведена с использованием морфобиологических, цитогенетических и молекулярных методов исследований.

Исследования выполнены в рамках подпрограммы 3 «Изучение, идентификация и рациональное использование коллекций генетических ресурсов растений» на 2021-2025 годы Государственной программы «Научно-инновационная деятельность Национальной академии наук Беларуси»

**NEW ACTIVE CROPS COLLECTIONS OF THE INSTITUTE OF GENETICS  
AND CYTOLOGY OF NAS OF BELARUS**

**A.V. Kilchevsky, V.A. Lemesh, A.A. Bulovich, O.G. Babak, A.P. Ermishin, E.V. Voronkova, O.G. Davydenko, I.S. Gordey, O.P. Shatarnov, V.I. Sakovich**

*At the Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus, active genetic collections of a new gene pool of agricultural plants have*

*been developed and analyzed using the methods of molecular genetics and biotechnology. Identification of samples of active collections was carried out using morpho-biological, cytogenetic and molecular research methods.*

УДК 633.14:631.52:575.222.78

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕТЕРОЗИСА В СЕЛЕКЦИИ ГИБРИДОВ F<sub>1</sub> ОЗИМОЙ РЖИ**

*Э.П. Урбан, С.И. Гордей, Д.Ю. Артюх*

*РУП «Научно практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
e-mail: ozrozh@yandex.ru*

Крупнейшим достижением генетики и селекции является разработка теории гетерозиса и ее практическое использование. Опыт мировой селекции показывает, что использование гетерозиса является экономически эффективным приемом увеличения продуктивности растений.

Несмотря на то, что современные популяционные сорта ржи отличаются относительно высоким потенциалом урожайности, зимостойкости, устойчивости к полеганию, в меньшей степени поражаются грибными болезнями, все же следует признать, что многие проблемы, касающиеся короткостебельности, скороспелости, улучшения хлебопекарных и кормовых качеств, пока не решены, или решаются очень медленно. Относительно медленный прогресс в селекции сортов популяций озимой ржи объясняется, в основном, использованием традиционных методов массового, индивидуального и семейного отборов, при которых отбираемый генотип контролируется только по материнской линии, а отцовский остается неизвестным. Резервы гетерозисной селекции, эффективность которой, несомненно, выше, по культуре озимой ржи в Беларуси до сих пор использовались не в полной мере.

В системе адаптивной селекции методы создания гетерозисных гибридов заслуживают особого внимания. Гибриды F<sub>1</sub> в силу своей гетерозиготности имеют, как правило, более высокий экологический гомеостаз, что ведет к стабильности урожая. Получение селекционно-ценных инцухт-линий и системы ЦМС на основе разнообразного материала дает возможность более эффективно использовать генетический потенциал сортовых популяций, создает предпосылки для повышения урожайности озимой ржи на 10-15 % и генетической защиты ее от воздействия неблагоприятных условий среды. Окупаемость затрат по гетерозисной селекции идет не только за счет прибавки урожая от эффекта гетерозиса, но и в результате увеличения отзывчивости гибридов (по сравнению с популяционными сортами) на различные приемы.

Гибридная рожь в последние годы приобретает все большую популярность, особенно в европейских странах – Германии, Дании. В Германии гибриды занимают около 60 % всех посевов ржи, а средняя урожайность их составляет 52,0 ц/га. В Польше при площади посева ржи 1,2 млн га гибридная рожь высевается на площади только 180-200 тыс. га (15-17 %). В Беларуси гибридная рожь в предыдущем году была высеяна на площади около 42 тыс. га (12 %). Популяционные сорта диплоидной и тетраплоидной ржи белорусской селекции занимают около 88 % посевных площадей, отводимых под эту культуру в республике. В Государственный реестр сортов» на 2021 г. включено 37 сортов и гибридов озимой ржи, из них 18 – белорусской селекции, в том числе гибриды F<sub>1</sub> Лобел-103, Галинка, Плиса. Из иностранных зарегистрированы гибриды F<sub>1</sub> немецкой селекции Пикассо, Зу Драйв, КВС Боно, КВС Раво, Зу Мефисто, КВС Ливадо, КВС Доларо, КВС Винетто и др.

В процессе Государственного сортоиспытания в условиях Беларуси получена урожайность гибридов (F<sub>1</sub>) на уровне 80-100 ц/га и выше.

Гибриды первого поколения (F<sub>1</sub>) являются продуктом скрещивания генетически отдаленных родительских инбредных линий, благодаря чему возникает гибридная сила, которая называется гетерозис. Однако в последующих поколениях (F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> и т. д.) из-за расщепления эффект гетерозиса теряется и, как следствие, снижается урожайность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды и болезням. В благоприятные годы с нормальным количеством осадков при строгом соблюдении технологических регламентов выращивания (внесение рекомендованных норм удобрений, средств защиты, регуляторов роста) в производственных условиях гибриды F<sub>1</sub> озимой ржи превышают в среднем на 15-20% по урожайности популяционные сорта. Использовать этот резерв повышения урожайности в условиях Беларуси важно, особенно в Гродненской, Брестской, Минской областях, где имеются весомые экономические и экологические предпосылки для возделывания гибридов F<sub>1</sub> озимой ржи.

В РУП «Научно практический центр НАН Беларуси по земледелию» на протяжении более 20 летнего периода ведётся селекция гетерозисных гибридов озимой ржи на основе системы цитоплазматической мужской стерильности.

В настоящее время 3 гибрида белорусской селекции Лобел-103 (2006 г.), Галинка (2008 г.), Плиса (2011 г.) включены в Государственный реестр сортов.

На 2022 год включен новый белорусский гибрид F<sub>1</sub> озимой ржи Белги. В Государственном сортоиспытании гибрид Белги за годы ис-

питания (2019-2021 гг.) обеспечил среднюю урожайность 72 ц/га (таблица).

Таблица 1 – Урожайность гибрида ржи F<sub>1</sub> Белги в ГСИ Беларуси

|                   | Офелия      |             |             |             | Белги F <sub>1</sub> |             |              |             |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|--------------|-------------|
|                   | 2019 г.     | 2020 г.     | 2021 г.     | среднее     | 2019 г.              | 2020 г.     | 2021 г.      | среднее     |
| Кобринская СС     | 46,0        | 64,6        | 62,9        | <b>57,8</b> | 59,2                 | 80,1        | 76,0         | <b>71,8</b> |
| Лунинецкий ГСУ    | 76,0        | 54,7        | 50,2        | <b>60,3</b> | 75,6                 | 63,7        | 61,0         | <b>66,7</b> |
| Лепельская СС     | 57,5        | 64,7        | 68,5        | <b>63,6</b> | 67,5                 | 95,1        | 83,2         | <b>81,9</b> |
| Октябрьская СС    | 42,5        | 55,3        | 37,3        | <b>45,0</b> | 51,1                 | 66,3        | 49,9         | <b>55,8</b> |
| Турская СС        | 33,0        | 70,5        | 58,6        | <b>54,0</b> | 38,7                 | 78,2        | 55,9         | <b>57,6</b> |
| Жировичская СС    | 72,7        | 67,6        | 69,3        | <b>69,8</b> | <b>93,7</b>          | <b>91,3</b> | 80,6         | <b>88,5</b> |
| Вилейская СС      | 48,2        | 56,3        | 59,6        | <b>54,7</b> | 62,0                 | 67,5        | 69,0         | <b>66,2</b> |
| Молодечненская СС | 51,9        | 71,6        | 58,7        | <b>60,7</b> | 60,7                 | 87,0        | 65,3         | <b>71,0</b> |
| Горецкая СС       | 62,7        | 59,1        | 84,9        | <b>68,9</b> | 81,2                 | 84,1        | <b>101,0</b> | <b>88,9</b> |
| <b>Среднее</b>    | <b>54,5</b> | <b>62,7</b> | <b>61,1</b> | <b>59,4</b> | <b>65,5</b>          | <b>79,2</b> | <b>71,3</b>  | <b>72,0</b> |

Максимальная урожайность гибрида Белги (101,0 ц/га) получена на Горецкой сортоиспытательной станции в 2021 г.

В отличие от популяционных сортов ржи у гибрида Белги F<sub>1</sub> более высокий уровень урожайности достигается за счет использования эффекта гетерозиса в первом поколении. Высота растений 1,20-1,25 м. Характеризуется высокой устойчивостью к полеганию (8-9 баллов), зимостойкостью (85-95 %). Масса 1000 зерен 35,7-37,9 г, натура зерна – 640-695 г/л, «число падения» – 245-270 с. Не допускается пересев гибридного сорта и использование зерна на семенные цели.

#### Литература

1. Roggen – Getreide mit Zukunft. Herausgeber: Roggenforum e. V.– Rastatt: Verlag, 2007. – 192 p.
2. Результаты испытаний сортов озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных культур на хозяйственную полезность Республики Беларусь за 2016-2018 гг. – Минск, 2019.

3. Государственный реестр сортов / Отв. ред. В.А. Бейня / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» – Минск, УП «ИВЦ Минфина, 2021. – 268 с.

4. Производственные риски выращивания гибридной ржи F<sub>2</sub> // Пропозиция – Главный журнал по вопросам агробизнеса в интернете: <https://propozitsiya.com/proizvodstvennyye-riski-vyrashchivaniya-gibridnoy-rzhi-f2>.

5. Урбан, Э.П. Селекция и проблемы возделывания гетерозисных гибридов F<sub>1</sub> озимой ржи в Республике Беларусь / Э.П. Урбан, С.И. Гордей // Вести НАН Беларуси, серия аграрных наук. – 2018. – том 56. – №4. – С.448-455.

### **USE OF HETEROSIS IN WINTER RYE F<sub>1</sub> HYBRIDS BREEDING**

*E.P.Urban, S.I.Hardzei, D.U.Artiukh*

*A number of rye F<sub>1</sub> heterosis hybrids were developed applying the CMS system at the Research and Practical Center of the NAS of Belarus for Arable Farming. The peculiarities of the productivity elements formation (heterosis structure) and grain quality were studied. The new F<sub>1</sub> hybrid Belgi with a potential productivity of over 100 dt/ha was included in the National List of Varieties of the Republic of Belarus for 2022.*

УДК 631.524/.527:551.5

### **ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ У ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ, АДЕКВАТНОЙ МЕНЯЮЩЕМУСЯ КЛИМАТУ**

*А.И. Грабовец*

*Федеральный Ростовский аграрный научный центр  
grabovets\_ai@mail.ru*

Темпы потепления климата в Ростовской области (площадь пашни 6 млн га) продолжают усиливаться. Среднегодовая температура воздуха за период 1985-2021 гг. в северной части бассейна реки Дон выросла на 1,51 °С. Осенне-зимние месяцы в сравнении с многолетними данными, потеплели на 2,8-3,3 °С. Весенне-летние месяцы стали жарче на 2,6 °С – 5,7 °С (май). Засухи при наливе зерна – обычное явление. За время исследований периоды с морозами были в 2014 г. (-29 °С), 2015 г. (-26,5 °С), 2016 г. (-29,2 °С) и 2017 г. (-23 °С) с температурами на глубине узла кущения озимых зерновых -7-17 °С. Частые оттепели обуславливали образование ледяной корки на посевах (2003 г., 2006 г., 2014 г. и др.). Усилилось проявление низких температур и заморозков в апреле – мае при вегетации озимой пшеницы (2000 г., 2002 г., 2006 г., 2009 г., 2010 г., 2014 г., 2020 г.). В весенне-летний период отмечаются абсолютно не предсказуемые погодные условия.

Тем не менее, при этих обстоятельствах ставится задача получения генотипов не только адекватно реагирующих на усиление аридизации, но и с некоторым запасом экологической пластичности. Особенно важное значение приобретает тщательная разработка модели сорта, проработка генофонда, как местного, так и инорайонного, в плане максимальной приближенности к ней. При этом проводится определение сопряженности урожая в складывающейся климатической обстановке с элементами его структуры и другими свойствами (в том числе емкость ценоза, особенности водопотребления, эффективность работы листьев в процессе фотосинтеза и др.). Таким образом, выделяются маркеры продуктивности при работе с популяциями (в нашем случае это масса зерна с растения). Полностью разделяем суждения Р.А. Ричардса и др. [1] о массе зерна с растения и с единицы площади как о наиболее объективных показателях оценки жаро-, засухоустойчивости генотипа.

Вторым этапом является создание исходного селекционного материала, генетическая изменчивость которого позволила бы решить выше поставленную задачу. Это решается путём гибридизации. Используются традиционные технологии селекции злаков (метод Педигри и balked population method). Маркерная селекция имеет большое значение, но она решает отдельный фрагмент общей проблемы адаптации, но не закрывает ее полностью. Только генетическая коадаптация, когда в зависимости от гетерогенности популяции, условий среды и отборов селекционера происходит приспособление взаимодействующих аллелей в генофонде популяции путем рекомбинации способствует появлению кроссверов с адекватной вызовам среды адаптивностью.

Перед гибридизацией проводили подбор родителей по определённой схеме: 1) тщательный анализ их свойств и признаков с учетом максимальной приближенности к модели будущего сорта; 2) желательно со средним уровнем выраженности признаков, чтобы при трансгрессиях уровень приблизился к филогенетическому потолку (морозо-зимостойкость, качество зерна и др.); 3) в каждой зоне имеется определенный филогенезом свой предел максимального выражения признака; 4) у родителей должно быть как можно меньше общих генов, контролируемых селекционируемым признаком; 5) максимальная дивергентность исходных форм по интересующим нас свойствам, но не накладывающая ограничения на рекомбинацию из-за слишком большой отдаленности морфобиотипов из-за несоответствия системы генотип – среда; 6) использование сортообразцов как со всего мира, так и местного генофонда.

Определенное значение имеют объемы прорабатываемого селекционного материала (гибридизация 350-400 комбинаций, объем проработки генотипов – 35-40 тысяч).

Наши многолетние исследования (2001-2021 гг.[2]) показали, что перспективность комбинаций можно определить у значительного их числа, изучая характер наследования исследуемых признаков у гибридов  $F_1$ . Почему не у всех? Определенный процент занимают гены модификации. Они проявляются в  $F_1$ , а поздних поколениях новые признаки морфобиотипа не наследуются.

Особый интерес представляли комбинации со сверхдоминированием признака. В любой год доля генотипов от общего числа комбинаций со сверхдоминированием могла быть, как высокой (44-60 %), так и относительно низкой (21-38 %). Однако она в преобладающем числе случаев существенно превышала количество гибридов с депрессиями (Д) и с отрицательным частичным доминированием (-ЧД). Остальные типы наследования (ЧД, неполное доминирование - НД, полное - ПД) проявлялись спорадически. Комбинации с Д и -ЧД выбраковывали.

Изучение характера наследования этих признаков продолжали в  $F_2$ . Здесь для дальнейшего испытания оставляли комбинации с превышением родителей по массе зерна с растения (взвешивали массу зерна с 25 растений), с промежуточным наследованием этого признака и при его наследовании по типу лучшего родителя. После проверки выделенных популяций в селекционном питомнике, начиная с  $F_3$  выявилось, что при превышении гибридами родителей в  $F_2$  трансгрессия проявилась в среднем у 80,8 % комбинаций (пятая часть была модификациями или с меньшими значениями вариационного ряда значения признака), при промежуточном наследовании у 67 %, по типу лучшего родителя у 11,1 % (с довольно низкой частотой и степенью).

Вышеприведенные принципы были взяты за основу селекционной технологии. Они позволяли создавать рекомбинанты с высоким уровнем экологической пластичности, что подтверждается большим регионов допуска сортов для возделывания (таблица).

### Литература

1. Ричардс З.А., Кондон А.Г., Ребецке Г. Дж. Признаки, по которым улучшают урожайность в условиях засухи / З.А. Ричардс, А.Г. Кондон, Г.Дж. Ребецке // В сб: Применение физиологии в селекции пшеницы. – Киев-Логос. – 2007. – С.184-207.
2. Grabovets, A. I. Plus-Transgression in Winter Wheat Breeding on Frost Resistance and Productivity // A.I. Grabovets, M.A. Fomenko; ISSN 1068-3674, Russian Agricultural Sciences, 2019, Vol. 45, No. 5, pp. 407–411. © Allerton Press, Inc., 2019.

| Сорт                   | Год включения в Госреестр | Регионы допуска в РФ | Максимальная в разные годы урожайность зерна, т/га |
|------------------------|---------------------------|----------------------|--|
| Озимая пшеница         |                           |                      |  |
| Губернатор Дона        | 2008                      | 5, 6, 7, 8, 9        | 11,24  |
| Донэко                 | 2010                      | 5, 6, 7, 8, 9        | 9,6  |
| Донская лира           | 2011                      | 5, 6, 7, 8           | 10,1   |
| Донэра                 | 2015                      | 5, 6, 7, 8           | 9,8  |
| Донмира                | 2019                      | 6, 9                 | 9,6  |
| Былина Дона            | 2020                      | 6,8                  | 10,2   |
| Пальмира 18            | 2022                      | 5,6,7                | 10,9   |
| Озимое тритикале       |                           |                      |  |
| Легион                 | 2009                      | 3, 5, 6, 7, 9        | 10,3   |
| Топаз                  | 2012                      | 3, 5, 7, 9, 11       | 10,6   |
| Ацтек                  | 2014                      | 4, 5, 6, 7, 9        | 10,6   |
| Арго                   | 2018                      | 3, 4, 5, 6, 8        | 95 т/га корма                                      |
| Атаман Платов          | 2018                      | 3, 5, 6, 7           | 10,0   |
| Гектор                 | 2019                      | 3, 4, 5, 6, 7        | 10,4   |
| Богуслав               | 2021                      | 3, 4, 7              | 11,36  |
| Форте                  | 2022                      | 3,4,5,6,7            | 11,2   |
| Яровая твердая пшеница |                           |                      |  |
| Донская элегия         | 2009                      | 5, 6, 7, 8, 9        | 6,0  |
| Мелодия Дона           | 2014                      | 6, 7, 9              | 6,4  |

**PRINCIPLES FOR CREATING GENETIC VARIABILITY APPROPRIATE TO CHANGING CLIMATE**

*A.I. Grabovets*

УДК 633.14«324»:631[527:524.84]

**АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОЗИМОЙ РЖИ  
В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ИСПЫТАНИИ**

*В.В. Чугаева, А.С. Будько*

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

В маргинальных условиях умеренно-континентального климата Республики Беларусь концепция адаптивного сорта, как важнейшего элемента технологии, имеет большое значение. Основная задача адаптивной селекции – сочетание в одном генотипе высокой продуктивности и экологической стабильности при возделывании в неблагоприятных условиях. Генотип оказывает решающую роль в формировании устойчивости растений к условиям окружающей среды [1].

Для широкого внедрения в производство новых сортов озимой ржи и правильного их размещения по зонам возделывания необходима информация об их экологической адаптивности. Наиболее ценную информацию можно получить при испытании в разных регионах.

Объектами исследований служили 4 сорта диплоидной ржи, 3 тетраплоидной и гибрид  $F_1$  селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Параметры адаптивности рассчитывали по урожайности данных сортов на девяти станциях ГСИ в шести областях Республики Беларусь и урожайности, полученной в опытах РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», за 2020–2021 гг.

Под адаптивным потенциалом принято понимать уровень предела устойчивости культурных растений к неблагоприятным факторам. Результаты оценки адаптивного потенциала озимой ржи представлены в таблице.

Таблица – Параметры адаптивности озимой ржи (2021 г.)

| Сорт         | $Y_{\max}$ | $Y_{\min}$ | $Y_{\min} - Y_{\max}$ | $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$ | V, % | Ном  |
|--------------|------------|------------|-----------------------|---------------------------|------|------|
| Офелия (К)   | 72,0       | 46,3       | -25,7                 | 59,2                      | 12,5 | 35,3 |
| Забава       | 80,1       | 50,5       | -29,6                 | 65,3                      | 15,9 | 24,0 |
| РПД 19       | 75,4       | 44,6       | -30,8                 | 60,0                      | 15,4 | 26,6 |
| РПД 201      | 75,5       | 43,3       | -32,2                 | 59,4                      | 17,0 | 22,5 |
| РПД 202      | 76,8       | 41,9       | -34,9                 | 59,4                      | 17,8 | 22,3 |
| БЕЛГИ        | 88,9       | 55,8       | -33,1                 | 72,4                      | 16,6 | 22,1 |
| Пралеска (К) | 76,7       | 45,6       | -31,1                 | 61,2                      | 16,4 | 25,1 |
| Виксана      | 65,6       | 42,5       | -23,1                 | 54,1                      | 14,4 | 29,0 |
| ЖТ 218       | 66,7       | 38,7       | -28,0                 | 52,7                      | 16,7 | 22,9 |
| РПТ 20       | 76,7       | 28,3       | -48,4                 | 52,5                      | 28,0 | 8,8  |

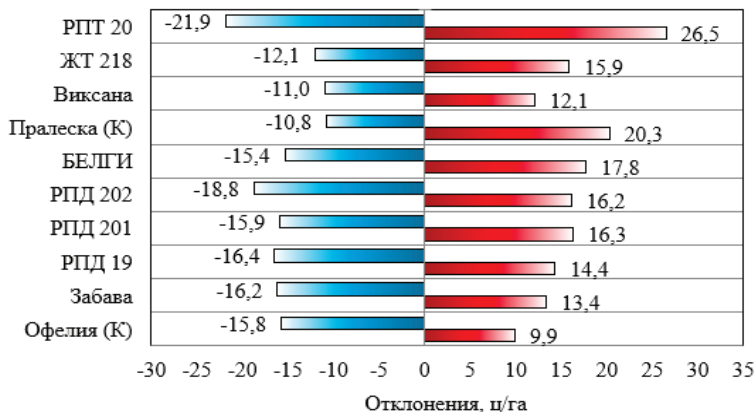
Как показывают данные таблицы, урожайность озимой ржи в зависимости от генотипа и пункта испытания изменялась от 28,3 ц/га до 88,9 ц/га. Урожайность диплоидных сортов изменялась в пределах от 41,9 ц/га до 80,1 ц/га, тетраплоидных – от 28,3 ц/га до 76,7 ц/га. Урожайность гибрида  $F_1$  Белги находилась в пределах 55,8–88,9 ц/га.

Наименьшей разницей между минимальной и максимальной урожайностью, что характеризует высокую стрессоустойчивость, отличилась Виксана ( $Y_{\min} - Y_{\max} = -23,1$  ц/га), Офелия ( $Y_{\min} - Y_{\max} = -25,7$  ц/га), ЖТ 218 ( $Y_{\min} - Y_{\max} = -28$  ц/га).

Наибольшей генетической гибкостью отличился гибрид  $F_1$  Белги (72,4 ц/га). Среди диплоидных высоким данным показателем характе-

ризовался сорт Забава (65,3 ц/га), среди тетраплоидных – Пралеска (31,1 ц/га).

Согласно классификации Ю.Л. Гужова [2], по уровню варьирования урожайности основное количество исследуемых генотипов относятся к средней группе ( $V=12,1-18,0$  %), за исключением РПТ 20, – высокий уровень варьирования ( $V=24,1-36,0$  %) (рисунок).



**Рисунок – Варьирование урожайности озимой ржи относительно ее средней (2021 г.)**

Как следует из данных гистограммы (рисунок), наибольшими отклонениями урожайности, относительно средней, характеризуются РПТ 20 ( $-21,9 >< +26,5$  ц/га), РПД 202 ( $-18,8 >< +16,2$  ц/га). Данные генотипы относятся к интенсивному типу, на улучшение условий они реагируют значительной прибавкой урожая, однако при ухудшении условий также значительно сокращают урожайность. Наименьшие отклонения урожайности показали Офелия ( $-15,8 >< +9,9$  ц/га), Виксана ( $-11 >< +12,1$  ц/га). Данными особенностями характеризуются генотипы экстенсивного типа – слабо реагируют на изменение условий.

Большую ценность и значимость представляют генотипы, которые при сопоставлении отклонений проявляют значительный перевес в сторону положительных.

Сопоставление показателя гомеостатичности (Ном) с коэффициентом вариации ( $V$  %) дает информацию об устойчивости урожайности в изменяющихся условиях среды. Так, самой высокой стабильностью характеризуются Офелия (Ном=35,3;  $V=12,5$  %), Виксана (Ном=29;  $V=14,4$  %). Наименее устойчивым является РПТ 20 (Ном=8,8;  $V=28$  %) – высокая вариабельность и низкая гомеостатичность.

Благодаря оценке адаптивного потенциала возможно ускорение селекционного процесса и внедрение сортов и гибридов с высоким потенциалом продуктивности, устойчивых к воздействию абиотических и биотических факторов среды, а также эффективное использование материально-финансовых ресурсов, экологическую безопасность, энергосбережение и повышает рентабельность сельскохозяйственного производства.

#### Литература

1. Будько, А.С. Оценка селекционных образцов озимой мягкой пшеницы по параметрам экологической адаптивности / А.С. Будько, Э.П. Урбан // Земледелие и растениеводство. – 2022. – №1(140). – С. 13-16.
2. Гужов, Ю.Л. Закономерности модификационного и генотипического варьирования количественных признаков у сортов яровой пшеницы с разным числом генов карликовости / Ю.Л. Гужов // Сельскохозяйственная биология. – 1978. – № 1. – С. 49-56.

#### **ADAPTIVE CAPACITY OF WINTER RYE IN REGIONAL TESTING**

**V.V.Chugueva, A.S.Budzko**

*The paper presents the results of the calculations of adaptive parameters with regard to the yield of four varieties of diploid rye, three ones of tetraploid rye and hybrid F<sub>1</sub> obtained with testing in different regions. The characterization in terms of stress resistance, genetic flexibility and homeostaticity is given. The variation level of the trait is identified.*

УДК 631.527.14

#### **ОЦЕНКА ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**В.И. Мазалов**, e-mail [mazalov-1958@mail.ru](mailto:mazalov-1958@mail.ru), **В.Г. Небытов**, e-mail [nebuytov@yandex.ru](mailto:nebuytov@yandex.ru), **В.Е. Ушакова**<sup>2</sup>, e-mail [ushakova.vera99@gmail.com](mailto:ushakova.vera99@gmail.com)  
Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция - ФГБНУ Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, Орловская область, Новодеревеньковский р-н, п. Шатилово, д.79.  
Факультет агротехники и энергообеспечения, кафедра технообеспечения безопасности

Озимая рожь после пшеницы – одна из значимых продовольственных культур, ее зерно имеет высокое кормовое значение. Традиционно Орловская губерния ранее считалась зоной серых хлебов, где господство ржи как основной зерновой культуры занимало 90 % пашни [1, 2].

Озимая рожь одна из первых полевых культур, с которыми была начата селекционная работа в 1912 г. П.И. Лисицыным. В 1929 г. районирован сорт Лисицына, долгие годы возделывавшийся во многих областях Советского Союза. П.И. Лисицыну, первому в СССР, Народным Комиссариатом Земледелия было вручено авторское свидетельство № 1 (1929 г.). Из диплоидных сортов озимой ржи селекции Шатиловской СХОС в 1963 г. был районирован сорт Орловский гибрид, в 1985 году – Орловская 9, существенно повысивший урожайность в Орловской и в других областях Российской Федерации [3]. Несмотря на то, что рожь надёжная страховая культура, еще в 60 годы в связи с районированием сорта озимой пшеницы Мироновская 808 ее посевные площади в Орловской области стали сокращаться. С 2010 г. по 2020 г. произошло более чем десятикратное сокращение ее посевов до 1,7 тыс. га. Исходя из требований современного рынка, необходимы не только сорта озимой ржи с высоким уровнем продуктивности, устойчивостью к полеганию с хорошими хлебопекарными качествами, но и для использования на корм для животных [4-6].

Изучение сортов озимой ржи проводилось в 2018-2021 гг. на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе с высоким содержанием гумуса, средним подвижного фосфора и обменного калия. Предшественник – чистый пар, удобрения внесены в дозе  $N_{45}P_{45}K_{45}$ .

В среднем за 4 года наиболее высокой урожайностью – 5,18 т/га – выделился сорт Таловская 44, наименьшей – 3,35 т/га – сорт Графиня (таблица).

| Сорт          | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Среднее | $b_i$ | $S_i^2$ |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|
| Татьяна       | 4,7     | 5,3     | 5,3     | 4,1     | 4,85    | 0,67  | 0,32    |
| Московская 15 | 4,6     | 5,0     | 4,4     | 3,9     | 4,48    | 0,70  | 0,12    |
| Московская 12 | 5,2     | 5,1     | 4,8     | 3,5     | 4,65    | 1,47  | 0,06    |
| ГК 870/99     | 5,2     | 3,6     | 4,8     | 3,9     | 4,38    | 0,81  | 0,37    |
| Таловская 41  | 5,0     | 5,7     | 4,7     | 3,7     | 4,78    | 1,29  | 0,12    |
| Таловская 44  | 6,2     | 5,5     | 4,8     | 4,2     | 5,18    | 1,59  | 0,80    |
| Графиня       | 4,4     | 2,6     | 3,0     | 3,4     | 3,35    | 0,48  | 0,58    |
| $\Sigma Y_j$  | 35,3    | 32,8    | 31,8    | 26,7    |         |       |         |
| $v$           | 7       | 7       | 7       | 7       |         |       |         |
| $Y_j$         | 5,04    | 4,69    | 4,54    | 3,81    |         |       |         |
| $I_j$         | 0,52    | 0,16    | 0,02    | -0,71   | 0,7994  |       |         |
| $НСР_{05}$    | 0,15    | 0,13    | 0,16    | 0,14    |         |       |         |

Между сортом Таловская 44 и сортами Татьяна, Московская 15, Московская 12, Таловская 41, Графиня, линией ГК 870/99 различия в

урожайности составили 0,33-1,83 т/га. Из сравниваемых сортов наибольшей реакцией на условия года отличились сорта Таловская 44 ( $b_i=1,59$ ), Московская 12 ( $b_i=1,47$ ), Таловская 41 ( $b_i=1,29$ ). Сорта Татьяна, Московская 15, Таловская 41, Графиня слабее реагировали на изменения условий среды, коэффициенты линейной регрессии были равны  $b_i=0,48-0,67$ . Наибольшая стабильность урожайности зерна при изменении погодных условий с наименьшими значениями  $S_i^2 = 0,06$  отмечена у сорта Московская 12. Сорт Таловская 44 с наиболее высоким значением показателя пластичности ( $b_i=1,59$ ) отличался наименьшей стабильностью (наибольшим значением  $S_i^2=0,80$ ). С учетом средних показателей урожайности за 2018-2021 гг. наиболее оптимальным являлось сочетание параметров пластичности и стабильности коэффициента линейной регрессии ( $b_i$ ), близким к 1, и значением параметра стабильности  $S_i^2$ . Данным условиям отвечал сорт Московская 12 (со средней урожайностью 4,65 т/га,  $b_i = 1,47$ ,  $S_i^2 = 0,06$ ) и сорт Таловская 41 (со средней урожайностью 4,78 т/га,  $b_i = 1,29$ ,  $S_i^2 = 0,12$ ).

#### Литература

1. Винер, В.В. Рожь. Правила возделывания для северных и средних черноземных губерний по наблюдениям на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции. – Санкт-Петербург, 1911. – С. 11.
2. Винер, В.В. Отчет Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции (Новосильского уезда, Тульской губернии). – 1906. Опытное поле 1899-1900 гг. – С. 211-212.
3. Авдеева, М.И. Селекция озимой диплоидной ржи в Орловской области / М.И. Авдеева, Л.Н. Боровлева // Научно-технический бюллетень ВИР. – 1987. – № 171. – С. 36-37.
4. Гончаренко, А.А. Новые направления в селекции озимой ржи на целевое использование / А.А. Гончаренко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – №2 (18). – С. 25-32.
5. Кобылянский, В.Д. Теоретические основы селекции зернофуражной ржи с низким содержанием водорастворимых пентозанов / В.Д. Кобылянский, О.В. Солодوخина // Сельскохозяйственная биология. – 2013. – № 2. – С. 31-39.
6. Ермолаева, Т. Я. Сравнительная оценка сортов озимой ржи по хозяйственно-биологическим признакам / Т.Я. Ермолаева [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 7. – С. 14-20.

#### **ASSESSMENT OF PLASTICITY AND STABILITY OF THE YIELD OF WINTER RYE VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION** *Mazalov V. I., Nebytov V. G. V.E. Ushakova*

*The results of studies on the indicators of plasticity and stability of the yield of varieties and line GC 870/99 of winter rye on leached chernozem of the Orel region are presented. The Talovskaya 44 was identified as a variety with the highest yield -*

5.18 t/ha. The differences in the yield between the Talovskaya 44 variety and the Tatiana, Moskovskaya 15, Moskovskaya 12, Talovskaya 41, Grafinya, GC 870/99 line were 0,33-1,83 t/ha. The varieties Talovskaya 44, Moskovskaya 12, Talovskaya 41 had the greatest response to the conditions of the year, the coefficients of linear regression were equal ( $b_i=1,59$ ; 1,47; 1,29). The varieties of winter rye Moskovskaya 12 (with an average yield of 4,65 t/ha,  $b_i = 1,47$ ,  $S_i^2 = 0,06$ ) and Talovskaya 41 (with an average yield of 4,78 t/ha,  $b_i = 1,29$ ,  $S_i^2 = 0,12$ ) had the optimal combination of plasticity and stability.

УДК 633.14

## **КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ ДЗИВА В ОРИГИНАЛЬНОМ СЕМЕНОВОДСТВЕ**

***О.С. Радовня***

*Комитет по сельскому хозяйству и продовольствию Минского  
облисполкома, e-mail: okrad@tut.by*

Озимая рожь является культурой универсального использования. При этом, ко всем современным сортам озимой ржи независимо от направления использования предъявляется требование высокой устойчивости к предуборочному прорастанию зерна.

В период 2005-2014 гг. нами была реализована специальная селекционная программа по созданию сорта озимой ржи, обладающего повышенной устойчивостью к предуборочному прорастанию зерна. В результате был создан диплоидный сорт *Дзива*, который по результатам государственного сортоиспытания с 2021 г. допущен к возделыванию в Витебской, Минской и Могилевской областях, в которых уборка озимой ржи проходит в более поздние сроки и в более влажных условиях.

Селекционная программа предполагала проведение в 2006-2009 гг. трехкратных повторных отборов на провокационном фоне «перестой на корню» (3 недели после наступления технической спелости).

Первичное семеноводство сорта *Дзива* в соответствии с методикой выращивания оригинальных семян озимой ржи [2] было начато в 2017 г. В питомнике предварительного размножения были отобраны элитные растения и высеяны разреженным способом в питомнике отбора. В 2018 г. в питомнике отбора до начала цветения был проведен негативный отбор по признакам высоты растений, скороспелости и равномерности развития.

Отбор элитных растений в поле проводился 17 августа по признакам высоты растений, равномерности развития побегов, устойчивости

к полеганию. Лабораторный анализ прошли 256 образцов по признакам качества зерна (прорастание, содержание сырого белка, масса 1000 зерен).

Погодные условия 2018 г. отличались повышенной влажностью в июле, сумма осадков составила 169 мм (189 % к норме). В первой декаде августа выпало всего 14,2 мм осадков, но высокие дневные температуры воздуха на фоне достаточного увлажнения почвы вызывали обильное выпадение росы, что способствовало прорастанию зерна озимой ржи на корню.

Применение в первичном семеноводстве провокационного фона «перестоя на корню» позволило нам оценить изменение устойчивости сорта к предуборочному прорастанию зерна после 7-летнего выращивания без контроля данного признака и улучшить структуру популяции сорта для последующего размножения.

Степень прорастания зерна определялась как отношение количества проросших зерновок к массе образца. Удельный вес образцов со степенью прорастания зерна до 1,0 % (устойчивые к прорастанию) составил 24,2 %, от 1,1 до 10 % – 34,4 % (слабопрорастающие); от 10,1 до 50,0 % – 26,6 % (среднепрорастающие); от 50,1 до 100 % (сильнопрорастающие) – 14,8%.

Масса 1000 зерен определялась как отношение массы образца к количеству всех зерен в образце. Среди всех отобранных элитных растений массу 1000 зерен до 30 г имело 1,4 % образцов, от 30,1 до 40,0 г – 37,5 %, от 40,1 до 50,0 г – 53,8 %, от 50,1 до 60,0 г – 6,8 %, более 60,1 г – 0,5 % ( $3\sigma = 17,8$  г).

Содержание сырого белка определялось методом инфракрасной спектроскопии на приборе Perten DA 7250. Удельный вес образцов с содержанием сырого белка до 13,0% составил 4,0%, от 13,1 до 17,0% - 45,4%; от 17,1 до 21,0% - 40,8%; более 21,1% - 9,7% ( $3\sigma = 20,8\%$ ).

Проведенный корреляционный анализ (таблица) показал, что степень прорастания зерна в сорте Дзівa при длительном перестое на корню не зависит от признаков продуктивности (масса образца, вес зерна с 1 колоса, количество зерен в образце, масса 1000 зерен), что позволяет проводить улучшающее семеноводство данного сорта по признаку устойчивости к прорастанию зерна без опасности снижения урожайности сорта.

В исследованиях содержание сырого белка в зерне лишь в слабой степени коррелировало с массой образца ( $r = -0,35$ ). При этом количество зерновок в образце оказало на данный признак более значимое влияние ( $r = -0,48$ ).

Интересно, что развитие корневых гнилей перед уборкой (определялись визуально [1]) не находилось в линейной зависимости ни с одним из изучаемых признаков, за исключением веса зерна с 1 колоса ( $r=0,33$ ). Прямое направление зависимости говорит о сложности влияния корневых гнилей на продукционные процессы озимой ржи и невозможности проведения косвенной оценки устойчивости селекционного материала к корневым гнилям по признакам продуктивности.

Таблица – Корреляции селекционных признаков у озимой ржи Дзива в питомнике отбора (2018 год, разреженный посев, перестой на корню 3 недели)

| Признак                    | Вес зерна с 1 колоса | Масса 1000 зерен | Развитие корневых гнилей | Количество зерен в образце | Степень прорастания зерна | Содержание сырого белка |
|----------------------------|----------------------|------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Масса образца              | 0,53                 | 0,41             | -0,01                    | 0,05                       | -0,03                     | -0,35                   |
| Вес зерна с 1 колоса       |                      | 0,53             | 0,33                     | 0,41                       | -0,01                     | -0,16                   |
| Масса 1000 зерен           |                      |                  | 0,21                     | 0,20                       | -0,01                     | 0,11                    |
| Развитие корневых гнилей   |                      |                  |                          | 0,05                       | -0,06                     | 0,09                    |
| Количество зерен в образце |                      |                  |                          |                            | -0,02                     | -0,48                   |
| Степень прорастания зерна  |                      |                  |                          |                            |                           | 0,04                    |
| Содержание сырого белка    |                      |                  |                          |                            |                           |                         |

Таким образом, распределение частот встречаемости образцов по количественным признакам (масса 1000 зерен, содержание сырого белка) в популяции озимой ржи Дзива является близким к нормальному распределению Гаусса.

Размножение сорта Дзива в течение 7 лет без контроля качественного признака устойчивости к предуборочному прорастанию зерна приводит к появлению в популяции 41,2 % средне- и сильнопрорастающих растений, что в отдельные годы может существенно ухудшить качество зерна. Для предотвращения этого предлагается вести первичное семеноводство сорта Дзива по типу улучшающего (с отбором растений на провокационном фоне «перестоя на корню»), а также использовать для посева семена не ниже II репродукции. Отсутствие тесных корреляционных связей признака устойчивости к прорастанию зерна с

другими хозяйственно-ценными признаками позволяет сохранить высокую урожайность и качество сорта в процессе семеноводства.

Содержание сырого белка в зерне озимой ржи Дзива при разреженной густоте стояния растений находится в слабой отрицательной корреляции с массой образца, что позволяет проводить отборы высокопродуктивных элитных образцов без опасности существенного снижения данного показателя.

#### Литература

1. Попов, Ю.В. Шкала учета корневых гнилей // Зерновое хозяйство. – 1985. – № 9. – С. 21-22.
2. Урбан, Э.П. Методика выращивания оригинальных семян озимой ржи / Э. П. Урбан // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 3 – С.24-27.

#### **CORRELATION ANALYSIS OF GRAIN QUALITY CHARACTERS OF WINTER RYE VAR. DZIVA IN THE ORIGINAL SEED PRODUCTION**

*O. Radaunia*

*The research results on the evaluation of elite plants of winter rye var. Dziwa in the selection nursery during the original seed production are presented. Multiplication of the variety for 7 years without control of the character of resistance to preharvest grain germination leads to the appearance of 41.2% of medium- and strong-germinating plants in the population. In spaced crops, resistance to preharvest germination of grain did not depend on productivity characters. Crude protein content in grain was more dependent on the number of grains in a sample ( $r = -0.48$ ) than on the sample weight ( $r = -0.35$ ).*

УДК 633.111«324»:631.527:631.524.82

#### **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ У СОРТООБРАЗЦОВ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ**

*А.С. Будько*

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

Селекция на повышение продуктивности пшеницы мягкой озимой сопряжена с уменьшением высоты растения. Различие по высоте растений до 20 см приводит к накоплению различной биомассы и разной потребности соломы для формирования единицы зерна. Таким образом, урожайность у низкостебельных сортов может повышаться за счёт более рационального распределения между вегетативной и генеративной частями растений в пользу последней [2]. Низкорослые сорта более устойчивы к полеганию, благодаря этому уборка проходит с минимальными потерями.

В связи с этим, при селекции низкорослых высокопродуктивных сортов пшеницы мягкой озимой немаловажно отслеживать динамику изменчивости высоты растений под влиянием условий произрастания. Данная информация позволит выделить ценные генотипы, тщательно подбирать родительские формы и, тем самым, повысить эффективность селекционного процесса.

Исследования проводили в 2016-2019 гг. в Смолевичском районе Минской области в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Объектом исследований служили перспективные сортообразцы пшеницы мягкой озимой и сорт Элегия, который является контролем (К).

Погодные условия в годы исследований были разными. Благодаря этому удалось более точно определить границы изменчивости высоты растений изучаемых сортообразцов, исходя из сложившихся внешних условий произрастания, обусловленных гидротермическим режимом (таблица).

Таблица – **Изменчивость высоты растений сортообразцов пшеницы мягкой озимой (среднее за 2017–2019 гг.)**

| Сортообразец               | Высота растений, см |         |         |         | V, % |
|----------------------------|---------------------|---------|---------|---------|------|
|                            | 2017 г.             | 2018 г. | 2019 г. | средняя |      |
| Элегия (К)                 | 99,1                | 67,3    | 98,5    | 88,3    | 20,6 |
| 1372                       | 101,2               | 70,3    | 117,2   | 96,2    | 24,8 |
| 1339-1-1                   | 99,1                | 73,7    | 95,3    | 89,4    | 15,3 |
| 1385                       | 94,5                | 70,7    | 95,5    | 86,9    | 16,2 |
| 1172-3-2                   | 113,6               | 79,7    | 119,2   | 104,2   | 20,5 |
| 1172-3-1                   | 135,4               | 80,3    | 105,5   | 107,1   | 25,8 |
| 1228-4-1                   | 102,1               | 73,3    | 95,5    | 90,3    | 16,7 |
| 1228-4-2                   | 96,4                | 67,2    | 98,5    | 87,4    | 20,0 |
| 1391                       | 113,1               | 67,2    | 105,3   | 95,2    | 25,8 |
| 1338-1-1                   | 113,2               | 73,7    | 102,5   | 96,5    | 21,2 |
| 1202-1                     | 99,3                | 74,3    | 99,5    | 91,0    | 15,9 |
| 1209-2-1                   | 99,2                | 58,4    | 86,2    | 81,3    | 25,6 |
| 1202-2                     | 94,2                | 71,2    | 103,5   | 89,6    | 18,6 |
| 1128-4-11                  | 94,3                | 63,1    | 97,5    | 85,0    | 22,4 |
| 1328-2-3                   | 119,5               | 70,3    | 117,5   | 102,4   | 27,2 |
| средняя                    | 104,9               | 70,7    | 102,5   | -       | -    |
| V, %                       | 11,1                | 8,1     | 9,1     | -       | -    |
| $\bar{I}_j$ (индекс среды) | 12,2                | -22,0   | 9,8     | -       | -    |

Согласно результатам исследований, представленным в таблице, наиболее высокорослый фенотип у сортообразцов пшеницы мягкой озимой сформировался в 2017 г., наиболее низкий – в 2018 г. Индекс условий среды ( $\dot{I}_j$ ) изменялся от  $\dot{I}_j = +12,2$  до  $\dot{I}_j = -22$  соответственно. Положительное значение индекса формируется благодаря более полной реализации потенциальных возможностей генотипов в благоприятных условиях, и, в свою очередь, высокие отрицательные индексы свидетельствуют о низкой реализации потенциальных возможностей растений, связанных с неблагоприятными условиями произрастания.

Высота растений за период исследований в зависимости от условий и генотипа изменялась от 135 см до 58 см. Наиболее высокорослым оказался сортообразец №1172-3-1. Наименьшей высотой характеризовался сортообразец №1209-2-1.

Согласно классификации Ю.Л. Гужова [2], по уровню варьирования высоты растений, исследуемые генотипы относятся к средней группе ( $V=15,3-18,6\%$ ), умеренно высокой ( $V=20,0-24,8\%$ ) и высокой ( $V=25,6-27,2\%$ ).

Наименьшей изменчивостью высоты в зависимости от условий произрастания характеризовались сортообразцы №1339-1-1 и №1202-1, их коэффициенты вариации находились на уровне  $V=15,3\%$  и  $V=15,9\%$  соответственно. Самым нестабильным был сортообразец №1328-2-3 ( $V=27,2\%$ ), который относится к группе с высоким уровнем варьирования признака.

Таким образом, по итогам исследований, определены границы изменчивости перспективных сортообразцов пшеницы мягкой озимой. Проведена группировка генотипов по уровню варьирования высоты растений. Выделены сортообразцы с наименьшим и наибольшим уровнем варьирования признака. Наиболее ценными для селекции низкорослых сортов являются генотипы, которые характеризуются наименьшим размахом изменчивости признака.

#### Литература

1. Гужов, Ю.Л. Закономерности модификационного и генотипического варьирования количественных признаков у сортов яровой пшеницы с разным числом генов карликовости / Ю.Л. Гужов // Сельскохозяйственная биология. – 1978. – № 1. – С. 49-56.
2. Косенко, С.В. Влияние высоты растений на урожайность и элементы продуктивности озимой мягкой пшеницы в условиях лесостепи среднего Поволжья / С.В. Косенко, В.Г. Кривобочек // Нива Поволжья. – 2009. – № 3(12). – С. 46-48.

## HEIGHT VARIABILITY OF SOFT WINTER WHEAT PLANTS

A.S.Budzko

*The results of the study of height variability of soft winter wheat varieties are presented. The boundaries of height variability of promising varieties of soft winter wheat are determined. The varieties with the lowest and the highest level of trait variation are identified. The genotypes with the smallest range of trait variation are the most valuable for breeding of short varieties.*

УДК 633.11: 631.527

### ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ДОНОР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНА МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**Б.В. Романов, А.А. Козлов**

*Федеральный Ростовский аграрный научный центр*

Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является основным хлебным злаком для человечества. Соответственно, к ней такое пристальное внимание. В частности, в Нечерноземье благодаря селекции ее урожайность увеличилась более чем в 10 раз [7]. Продуктивность пшеницы формируется за счет количества и крупности зерен в колосе, массы зерна с колоса и числа продуктивных побегов на м<sup>2</sup> [1, 8]. Однако в последнее время все большее внимание уделяется и качеству зерна [10]. Для поддержания баланса между урожайностью и качеством необходимо грамотное использование видового разнообразия рода *Triticum*, вовлечение в селекционный процесс так называемых синтетиков и культурных растений с модифицированными генами [2, 5, 9]. Работа с коллекцией видов пшениц показала, что наиболее продуктивны голозерные тетраплоиды *T.durum*, *T.turgidum* L. и *T.policum* L. А<sup>4</sup>А<sup>4</sup>ВВ [4]. Выделение из «гексаполоникум» (*T.policum* А<sup>4</sup>В х *Ae.tauschii* D) под воздействием супермутагена N-НММ (нитрозометилмочевина) высокопродуктивного генотипа, а в дальнейшем и линии 2/3-15, идентичной *T.aestivum* А<sup>4</sup>ВD, было вполне закономерным [6]. Целью настоящей работы являлось сравнение продукционных и качественных характеристики линии 2/13-15 со стародавними и современными сортами мягкой пшеницы.

Оценка продукционных признаков в сезоне 2019-2020 показала, что колосья линии 2/3-15 достаточно крупные и существенно превосходили таковые у стародавних сортов Безостая 1 и Мироновская 808. Более того, у линии 2/3-15 больше число колосков, зерен и, как следствие, масса зерна с колоса. Так, масса зерна с колоса у линии 3,17 г, а у Безостой 1 2,78 г, Мироновской 808 2,12 г, то есть по такому важному

признаку как масса зерна с колоса линия 2/3-15 достоверно превышает сравниваемые стародавние сорта. Линия 2/3-15 превосходит по массе зерна с колоса и современные сорта Находка и Безостая 100. У нее масса зерна с колоса в сезоне 2020-2021, когда проводили исследования, составила 3,74 г, что существенно выше, чем у Безостой 100 (2,56 г) и сорта Находка (2,62 г). Ее преимущество определялось большим количеством колосков и зерновок в колосе. Следует отметить, что линия 2/3-15 выделялась и своей низкорослостью по сравнению как со стародавними, так и современными сортами озимой мягкой пшеницы. По крайней мере, ее высота в наших исследованиях колебалась от 60-80 см, а у сортов озимой мягкой она варьировала от 90-110 см.

Качественные показатели зерна линии 2/3-15 весьма достойные: содержание белка по данным сезона 2020-2021 гг. 20,64%, тогда как у сравниваемых сортов мягкой пшеницы оно колебалось от 13 до 17%. Очевидно, этот высокий процент белка у изучаемой линии определяется входением в ее состав пшеницы *T.polonicum* L., у представитель которой оно достигает до 26,9 % [3]. Более того, у нее рекордное количество клейковины – 51,16 %. Следовательно, как вариант, эту пшеницу можно возделывать для получения клейковины, и она может служить донором для повышения качества зерна мягкой пшеницы.

Таким образом, относительная низкорослость, превосходные продукционные и особенно качественные показатели зерна линии 2/3-15 делают ее весьма привлекательным и ценным исходным селекционным материалом для использования в селекции на повышение качества зерна мягкой пшеницы.

### Литература

1. Ворончихин, В.В. Урожайность и элементы структуры урожая коллекции озимой гексаплоидной тритикале в центральном районе Нечерноземной зоны / В.В. Ворончихин, В.В. Пыльнев, В.С. Рубец // Известия Тимирязевской с.-х. академии. – 2018. – № 1: . 69-81. DOI 10/26897/0021-342{-2018-1-69-81.
2. Давоян, Р.О. Создание и изучение интрогрессивных линий мягкой пшеницы, полученных на основе синтетической формы RS7 / Р.О. Давоян [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – № 23(7). – С. 827-835. DOI 10.18699/VJ19.556
3. Пшеницы мира. – М.: Агропромиздат, 1987. – 559 с.
4. Романов, Б.В. Введение в феномономика количественных признаков рода TRITICUM. – п.Персиановский, 2010. – 36 с.
5. Романов, Б.В. Перспективы использования видового разнообразия пшеницы в зерновом хозяйстве / Б.В. Романов, А.В. Парамонов, И.Ю. Сорокина // Актуальные проблемы использования почвенных ресурсов и пути оптимизации антропогенного воздействия на агроценозы: цифровизация, экологизация,

основы органического земледелия, посв. 181-летию Донского ГАУ: матер. Межд. науч.-практ. конф.) ; 23 сентября 2021. – п.Персиановский. – С.188-192.

6. Романов, Б.В. Перспективные линии мягкой и шарозерной пшениц / Б.В. Романов, Л.А. Черногор, В.И. Медведева// Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК : матер. всерос. (национ.) науч.-практ. конф. – п.Персиановский, 2021. – С. 147-152.

7. Сандухадзе, Б.И. Научная селекция озимой мягкой пшеницы в Нечерноземной зоне России: история, методы и результаты / Б.И. Сандухадзе [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – №25(4). – С. 367-373 DOI 10/18699/VJ21/53-о

8. Стасюк, А.И. Фенотипическая изменчивость селекционных линий мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по элементам структуры урожая в экологических условиях Западной Сибири и Татарстана / А.И. Стасюк [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – №1. – С. 78-91.

9. Хакимова, А.Г. Генетическое разнообразие и селекционная ценность синтетической гексаплоидной пшеницы, привлеченной в коллекцию ВИР / А.Г. Хакимова [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – 23(6). – С.738-745. DOI 10.18699/VJ19.548.

10. Vitale, J. Economics of wheat breeding strategies: focusing on Oklahoma hard red winter wheat / agronomy / J. Vitale, B. Adam, Vitale P. – 2020. – №10(2). – С. 238. DOI 10.3390/agronomy 10020238.

## **PROMISING DONOR FOR IMPROVING THE QUALITY OF SOFT WHEAT GRAIN**

*Romanov B.V., Kozlov A.A.*

*This paper presents the results of a comparative analysis of old and modern varieties of winter soft wheat with a relatively high-productive, low-growing line 2/3-15 with a high grain quality selected from so-called "hexapolicum". It is shown that the studied line significantly outperforms the representatives of old and modern varieties in its productivity and quality of grain.*

УДК 575.1/.2'316:[633.14+633.11]

## **ПЕНТАПЛОИДНЫЕ РЖАНО-СЕКАЛОТРИТИКУМНЫЕ ГИБРИДЫ КАК ИСТОЧНИК ИЗМЕНЧИВОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИНТЕЗА НОВЫХ ЛИНИЙ ГЕКСАПЛОИДНЫХ СЕКАЛОТРИТИКУМ И ФОРМ ТЕТРАПЛОИДНОЙ РЖИ С РЕКОМБИНАНТНЫМ ГЕНОМОМ**

*О.М. Люсиков, И.С. Гордей, В.Е. Шимко, И.А. Гордей  
ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»  
e-mail: O.Lyusikov@igc.by*

Генофонд амфидиплоидов пшеницы с рожью в настоящее время весьма ограничен. С одной стороны, для эффективного селекционного

процесса тритикале совершенно необходимы новые источники генетического разнообразия, актуально вовлечение современных высококачественных сортов пшеницы и ржи, с другой – длительный процесс цитологической стабилизации первичных пшенично-ржаных аллополиплоидных гибридов ограничивает возможности их синтеза *de novo* и оперативного применения.

В лаборатории цитогеномики растений ИГЦ НАН Беларуси разработана эффективная технология создания и селекции нового типа амфидиплоидов ржи с пшеницей – гексаплоидных секалотритикум (*Secalotriticum*, <sup>S</sup>RRAABB,  $2n = 6x = 42$ ). Технология основана на однократном беккресе на гексаплоидные тритикале частично фертильных пентаплоидных ржано-тритикальных гибридов  $F_1$  (<sup>S</sup>RRABR,  $5x = 35$ ). В отличие от ранее известных попыток синтеза ржано-пшеничных амфидиплоидов секалотрикум (*Secalotricum*) путем многократных возвратных скрещиваний (Sanchez-Monge, Jouve, Куркиев, Гончаров), однократный беккрес пентаплоидов  $F_1$  позволяет получать геномно сбалансированные гексаплоидные генотипы уже в  $F_1BC_1$  амфиплоидном поколении, при этом максимально сохранять гетерогенность R-геномов различного происхождения и повысить рекомбинационный потенциал секалотритикум.

Нами установлено, что процесс цитологической стабилизации у секалотритикум протекает более динамично и глубоко в сравнении с исходными формами тритикале и зависит от специфического сочетания и взаимодействия ряда цитогенетических факторов стабилизации мейоза исходных видов ржи и пшеницы, характерного для отдельных генотипов ржано-тритикальных пентаплоидов  $F_1$ . Основные из этих факторов – десинаптическое происхождение, сохранение униполярной ориентации центромер и преимущественно редукционный тип первого мейотического деления унивалентных хромосом, а также эквационный тип деления и регулярная полярная сегрегация хромосом во втором делении мейоза. Они формируют устойчивый комплекс, стабильно наследуемый в амфиплоидных поколениях, и в условиях цитоплазмы ржаного типа способствуют нормализации мейоза ржано-тритикальных гибридов  $F_1$  (формированию у них функциональных частично нередуцированных гамет RAB ( $3x = 21$ )) и в последующем – стабилизации мейоза амфидиплоидов секалотритикум. Цитологическая стабилизация линий первичных секалотритикум на уровне исходных тритикале (9,4% клеток с аномалиями в мейозе, мейотический индекс  $> 95\%$ ), происходила уже в  $F_3 - F_5$  (у вторичных тритикале – в  $F_5 - F_7$ ).

Наличие у секалотритикум (STr) специфических факторов стабильности генома приводило к снижению показателей мейотической стабильности амфидиплоидов при реципрокной гибридизации с тритикале (Tr) с 94 до 86 % в ряду  $^S\text{STr} - ^S\text{STr} \times \text{Tr} - ^T/\text{Tr} \times \text{STr} - ^T/\text{Tr}$ . Стабильность мейоза у гибридов  $\text{STr} \times \text{Tr}$  была выше, чем у реципрокных  $\text{Tr} \times \text{STr}$ , но уровни исходных STr не достигала. Поэтому целесообразны самостоятельная селекция секалотритикум и их использование в рекомбинационной селекции в качестве источника факторов стабильности генома гетероплазматических тритикале.

Поскольку стабильные линии секалотритикум изначально обладают сформированным комплексом факторов стабилизации мейоза, использование их для интродукции генетического материала современных сортов ржи в полигеном гетероплазматических тритикале наиболее эффективно. Уровень формирования частично нередуцированных RAB-гамет у ржано-секалотритикумных гибридов  $F_1$  (до 62,6 %, в среднем – 32,1 %) в два раза превышал таковой у ржано-тритикальных (до 28 %, в среднем – 16,9 %) (рисунок). Также беккросс ржано-секалотритикумных пентаплоидов  $F_1$  (утилизация «комплектных» частично нередуцированных гамет  $RR'$  ( $2x = 14$ )) на тетраплоидную рожь представляется инновационным источником изменчивости и стабильности новых форм тетраплоидной ржи.

Гексаплоидные амфиплоиды  $F_1BC_1$ , полученные после однократно беккросса на исходный секалотритикум ржано-секалотритикумных пентаплоидов  $F_1$ , формировали линии первичных секалотритикум, стабилизация генома которых в самоопыляемой популяции происходила преимущественно в первых поколениях и достигала показателей исходных форм в  $F_3$ .

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Б20-060).

***RYE-SECALOTRITICUM PENTAPLOID HYBRIDS AS A SOURCE OF VARIABILITY AND IMPROVEMENT OF THE SYNTHESIS EFFICIENCY OF HEXAPLOID SECALOTRITICUM AND RECOMBINANT TETRAPLOID RYE***

***O.M. Lyusikov, I.S. Gordej, V.E. Shimko, I.A. Gordej***

*The results of the study and cytogenetic substantiation for the effectiveness of using hexaploid secalotriticum lines with a complex of genome stability cytogenetic factors as initial hybridization components for involving a new gene pool of tetraploid rye in the synthesis and selection process of heteroplasmic hexaploid triticale forms are presented.*

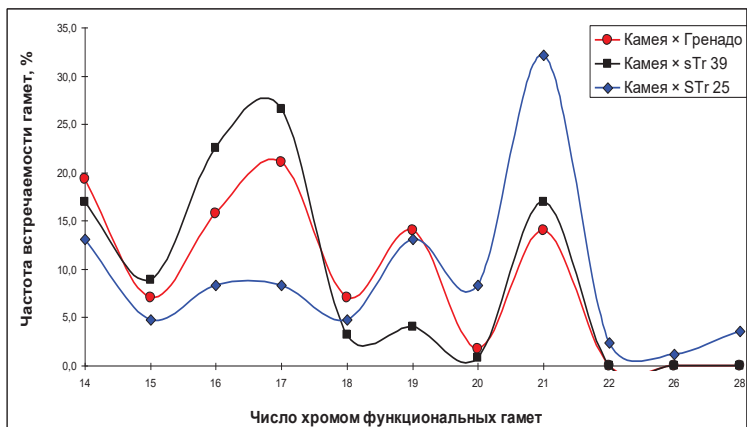


Рисунок – Распределение функциональных гамет гибридов F<sub>1</sub> комбинаций скрещивания тетраплоидной ржи Каменя с тритикале Гренадо, секалотрикум (аллоплазматическое тритикале) sTR 39 и секалотрикум STr 25 по числу хромом

УДК 633.112.9 «З24»:631[527:524.86]: 632.48:551.5

## УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ КОЛЛЕКЦИИ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО К МУЧНИСТОЙ РОСЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

**В.Н. Бушневич, С.И. Гриб, Е.И. Позняк**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»  
e-mail: triticale@tut.by

Тритикале озимое (*x Triticosecale Wittmack*) занимает достойное место в зерновом клине Республики Беларусь. Относительно недавно отличительной чертой культуры являлась ее устойчивость к наиболее опасным болезням. Однако в настоящее время в связи с расширением посевных площадей под зерновыми культурами фитопатологическая ситуация ухудшилась. Это привело к увеличению ряда листостебельных болезней в посевах тритикале озимого, которые приводят к значительному снижению урожайности и качества его зерна.

В условиях Республики Беларусь наиболее распространенной и вредоносной болезнью, которая способна привести к существенному снижению урожайности зерна тритикале озимого, является мучнистая роса.

Вредоносность мучнистой росы (*Blumeria graminis* (DC) Speer.) зависит от фазы развития растения на момент эпифитотии. При значительном поражении растений мучнистой росой в фазу кушения за счет сокращения количества продуктивных стеблей снижение урожайности зерна может достигать 10-35 % [1-3]. При появлении болезни в более поздний период развития растений происходит снижение продуктивности за счет уменьшения массы 1000 зерен вследствие ухудшения налива зерна [4]. Поэтому для правильной организации мер борьбы с мучнистой росой необходимо прогнозировать болезнь, т.е. заранее предвидеть характер ее развития (сроки появления, интенсивность и т.д.). Это поможет существенно снизить применение химических средств защиты растений и приведет к значительному экономическому и экологическому эффекту.

Исследования проводили в 2017-2020 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области. Погодные условия в годы исследований существенно различались как по температурному режиму, так и по влагообеспеченности. Для количественной оценки изменения метеорологических условий и их влияния на развитие мучнистой росы в посевах тритикале озимого использовали среднесуточную температуру и количество осадков по декадам за апрель-июль, а также ГТК (рассчитанный по методике Г.Т. Селянинова) по месяцам [5].

Объектами исследований являлись 92 сорта коллекции тритикале озимого различного эколого-географического происхождения.

Исследования проводили на среднеокультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (гумус – 2,1-2,3%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 220-260 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 200-300 мг/кг почвы, рН<sub>KCl</sub> 5,8-6,2). Технология возделывания тритикале озимого в опытах соответствовала отраслевому регламенту. Оценка устойчивости сортов к мучнистой росе проводили в естественных условиях по 9-бальной шкале.

ГТК в годы исследований (2018 г., 2019 г. и 2020 г.) составлял: в мае 0,19; 1,71 и 1,65, в июне – 0,82; 0,79 и 2,56, в июле – 2,17, 2,16 и 1,55 соответственно.

Анализ полученных результатов свидетельствует о дифференцированной реакции сортов коллекции тритикале озимого на метеорологические условия, складывающиеся в период вегетации растений. Было установлено, что в годы исследований в среднем по выборке устойчивость к мучнистой росе составила 6,8; 5,7 и 3,5 балла соответственно. Наиболее интенсивное развитие болезни было отмечено в условиях 2020 г., когда в июне выпало избыточное количество осадков (ГТК = 2,56). Необходимо отметить существенное уменьшение развития

мучнистой росы в посевах озимого тритикале в 2018 г., когда условия мая и июня характеризовались как острозасушливые (ГТК составил 0,19 и 0,82).

Для оценки влияния метеорологических условий на устойчивость к мучнистой росе тритикале озимого использовали корреляционный анализ. При этом было отмечено избирательное действие среднесуточных температур воздуха и количества осадков по декадам на развитие болезни. Корреляционный анализ показал, что наибольшее влияние на устойчивость сортов коллекции тритикале озимого к мучнистой росе оказывала температура воздуха в 1-й и 2-й декадах апреля ( $r = 0,805$  и  $0,871$ ), во 2-й и 3-й декадах мая ( $r = 0,921^*$  и  $0,923^*$ ), в 3-й декаде июня ( $r = -0,955^*$ ) и в 1-й и 3-й декадах июля ( $r = -0,753$  и  $0,888^*$ ). Снижению развития мучнистой росы у сортов коллекции способствовала пониженная влагообеспеченность во 2-й декаде апреля ( $r = -0,906^*$ ) и со 2-й декады мая по 3-ю декаду июня ( $r = -0,945^*$ ;  $-0,762$ ;  $-0,987^{**}$ ;  $-0,955^*$ ;  $-0,899^*$ ), а также избыток влаги во 2-й декаде июля ( $r = 0,757$ ) (рисунок).

Выявлена сильная корреляционная зависимость между устойчивостью к мучнистой росе и ГТК: в мае ( $r = -0,733$ ); в июне ( $r = -0,939^*$ ), в июле ( $r = 0,949^*$ ).

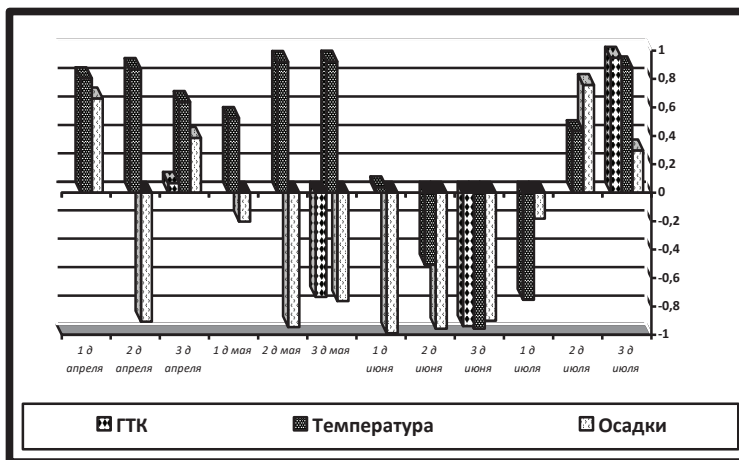


Рисунок – Корреляционная зависимость между устойчивостью к мучнистой росе сортов тритикале озимого и метеорологическими условиями в период вегетации растений

На основании проведенных исследований были выявлены наиболее восприимчивые к мучнистой росе (устойчивость на уровне 3-4 баллов)

образцы тритикале: Ampiac, Beauval, Trilogie (FRA), Versus (DEU), Mundo, Trias, Zorro (POL).

Выделены образцы коллекции тритикале озимого, которые могут быть рекомендованы для использования в селекции на устойчивость (на уровне 7-8 баллов) к мучнистой росе: Линда, Трибун, Доктрина 110, ПРАГ 538, Л 9 и Л 29 (RUS), Mostral и Imola (FRA).

Таким образом, выявленные различия корреляционной зависимости между устойчивостью к мучнистой росе тритикале озимого и метеорологическими условиями в период вегетации растений целесообразно использовать для прогноза возможных эпифитотий данной болезни с целью эффективного применения химических средств защиты растений.

Рекомендованы для использования в селекции на устойчивость к мучнистой росе образцы коллекции тритикале озимого: Линда, Трибун, Доктрина 110, ПРАГ 538, Л 9 и Л 29 (RUS), Mostral и Imola (FRA).

#### **Литература**

1. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В.Ф. Пересыпкин. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 480 с.

2. 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.

3. Шкаликов, В.А. Защита растений от болезней / В.А. Шкаликов. – М.: Колос, 2001. – 248 с.

4. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер. – Ландвиртшафтсферлаг Мюнстер-Хилтруп и БАСФ АГ, 2004. – 192 с.

5. Селянинов, Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г.Т. Селянинов // Мировой агроклиматический справочник. – Л., 1937. – С. 25-27.

#### ***RESISTANCE OF WINTER TRITICALE COLLECTION VARIETIES TO MILDEW DEPENDING ON METEOROLOGICAL CONDITIONS DURING THE VEGETATION PERIOD***

***V.N. Bushtevich, S.I.Grib, E.I. Poznyak***

*The paper states the results of the research on identifying correlations between resistance of 92 varieties of winter triticale collection to mildew and meteorological conditions during the vegetation period.*

УДК 635.65:631.559:631[527+524.84]

## ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ И СКОРОСПЕЛОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*Е.В. Пилипенко, П.Л. Зарогодников*

*РУП «Гомельская областная сельскохозяйственная опытная стан-  
ция» НАН Беларуси, goshos-nan@yandex.by*

Сельскохозяйственное производство взаимодействует со сложной системой природных факторов, из числа которых метеорологические условия относятся к наиболее изменчивым и нерегулируемым человеком [1, с 13-14]. Республика Беларусь относится к зоне достаточного увлажнения и только южная и юго-восточная ее части принадлежат к зоне с неустойчивым увлажнением. Среднегодовое количество осадков способно полностью удовлетворить потребность гороха. Наибольшее их количество приходится на возвышенности Белорусской гряды, наименьшее – на юг Гомельской области. В период активной вегетации культур суммы температур выросли во всех регионах. Наибольшие приросты термических ресурсов во все периоды отмечались в южных регионах страны. При этом максимальными значениями характеризуется юго-восток Беларуси – Гомельская область [2, с 5-6]. Сильное влияние на продуктивность, продолжительность вегетационного периода и качество получаемого урожая оказывают воздушная и почвенная засуха, возвратные холода, поздние весенние и ранневесенние заморозки, избыточное переувлажнение в период налива и созревания зерна. Слабая устойчивость сортов зернобобовых культур к неблагоприятным факторам среды – одна из причин их невысокой и нестабильной по годам урожайности [3, с 3-4].

Цель исследований: выделить наиболее урожайные и скороспелые сорта гороха для условий Гомельской области.

Исследования проводили в РУП «Гомельская ОСХОС НАН Беларуси» в севообороте опытного поля на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве. Пахотный горизонт характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН (в КСl) – 5,49; содержание подвижных форм фосфора  $P_2O_5$  – 288 мг/кг и обменного калия  $K_2O$  – 249 мг/кг почвы, магния 175 мг/кг, бора 0,51 мг/кг, меди 1,03 мг/кг и цинка 1,91 мг/кг, гумус – 1,70 %. Технология возделывания гороха общепринятая. Посев проводили во второй декаде апреля. Норма высева согласно схеме опыта. Способ посева рядовой.

Метеорологические условия вегетационного периода 2020 г. были сложными и носили разнообразный характер. Выпавшие осадки за период вегетации (с апреля по июль) составили 230,6 мм или 86,7 % от нормы среднеголетних значений 266,0 мм при температуре воздуха 14,8 °С, что на +1,0 °С выше нормы (13,8 °С).

Вегетационный период 2021 г. характеризовался количеством выпавших осадков 197,6 мм или 63,5 % от среднеголетних значений (266,0 мм) и неравномерным распределением по месяцам. Сочетание высоких температур воздуха с недостаточным количеством атмосферных осадков обусловили возникновение атмосферной засухи, что отрицательно повлияло на получение высокого урожая.

Установлено, что от стадии прорастания (ДК 00) до появления всходов (ДК 09) прошло 14-16 дней после посева. Недостаток влаги в почве способствовал задержке всходов гороха на 5-7 дней. Фаза формирования главного побега, его удлинения и стеблевания длилась 23-27 дней. Период начала закладки генеративных органов (ДК 40-49) является решающим в образовании урожая гороха, а недостаток влаги в этот период является критическим. Соцветия в пазухах листьев были сформированы только в верхней части, что снизило урожайность. Продолжительность цветения составила 25-34 дня. Высокая температура воздуха во второй декаде июня с недостатком влаги отрицательно повлияла на урожайность гороха в стадии ДК 60-69. Многие цветки опадали, а в образовавшихся бобах сформированы недоразвитые зерна. В жарких сухих условиях (ДК 70-75) сформировалось мало семян в бобе. Фаза созревания в наших условиях сократилась на 25-34 дней. Высокие температуры и отсутствие влаги в почве не способствовали наливу зерна в бобе (ДК 77-79 стадия). Вегетационный период изучаемых сортообразцов в среднем составил 76-79 дней при высоте растений 58,0-99,0 см. Наиболее высокие растения сформированы у сортообразцов гороха посевного М-830/90 и гороха полевого М-830/33а, где высота растений составила 72,0 и 99,0 см соответственно (таблица 1).

Урожайность зерна у сортообразцов гороха в опыте в среднем составила от 20,1 до 23,4 ц/га. Наиболее высоким этот показатель был у сортообразца гороха полевого М-830/33а (23,4 ц/га), посевного М-830/90 (23,1 ц/га) и К-103/12 (23,3 ц/га). Прибавка зерна к контрольному сорту Жнивеньский (20,1 ц/га) составила 3,3 ц/га, к контрольному сорту Минский зерновой (21,5 ц/га) 1,6-1,8 ц/га. Она получена за счет наибольшего количества бобов, семян и массы семян с одного растения. Масса 1000 зерен изучаемых сортообразцов составила от 273,1 до 304,5 г, что ниже контроля на 25,5-33,1 г.

Таблица 1 – **Вегетационный период и высота растений гороха (среднее за 2020-2021 гг.)**

| Вариант                     | Вегетационный период, дней |         |         | Высота растений<br>(в среднем за 2020-2021 гг.), см |
|-----------------------------|----------------------------|---------|---------|---|
|                             | 2020 г.                    | 2021 г. | среднее |   |
| <b>Горох полевой</b>        |                            |         |         |   |
| Жнивеньский – контроль      | 86                         | 69      | 78      | 95  |
| М-830/33а                   | 86                         | 68      | 77      | 99  |
| НСР <sub>05</sub>           |                            |         |         | 0,7   |
| <b>Горох посевной</b>       |                            |         |         |   |
| Минский зерновой – контроль | 87                         | 69      | 78      | 58  |
| К-103/12                    | 85                         | 68      | 76      | 60  |
| М-830/90                    | 84                         | 68      | 76      | 72  |
| НСР <sub>05</sub>           |                            |         |         | 1,3   |

Урожайность зеленой массы гороха составила от 241,5 до 296,5 ц/га. Полученная урожайность зеленой была у сортообразцов М-830/33а (296,5 ц/га) и М-830/90 (264,5 ц/га), прибавка к стандартам составила 23,0-23,5 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность зерна, зеленой массы и элементы структуры урожая

| Вариант                    | Урожайность, ц/га |               | Количество, шт.   |                   | Масса, г              |            |
|----------------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------|
|                            | зерна             | зеленой массы | бобов на растении | семян на растении | семян одного растения | 1000 зерен |
| <b>Горох полевой</b>       |                   |               |                   |                   |                       |            |
| Жнивеньский – контроль     | 20,1              | 273,0         | 3,9               | 7,8               | 25,5                  | 318,0      |
| М-830/33а                  | 23,4              | 296,5         | 5,2               | 10,5              | 29,5                  | 292,5      |
| НСР <sub>05</sub>          | 1,7               | 17,5          | 0,9               | 1,1               | 1,2                   | 2,9        |
| <b>Горох посевной</b>      |                   |               |                   |                   |                       |            |
| Мински зерновой - контроль | 21,5              | 241,5         | 4,5               | 9,0               | 26,7                  | 306,2      |
| К-103/12                   | 23,1              | 262,5         | 4,5               | 9,3               | 28,0                  | 304,5      |
| М-830/90                   | 23,3              | 264,5         | 5,2               | 12,3              | 28,7                  | 273,1      |
| НСР <sub>05</sub>          | 1,6               | 20,6          | 0,8               | 1,2               | 1,1                   | 2,7        |

Таким образом, выделившиеся селекционные образцы М-830/33а, М-830/90 и К-103/12 более устойчивы к периодам с недостаточным количеством влаги и высоким температурам, осыпaeмости семян и к

полеганию. Полученные данные по урожайности зерна, зеленой массы, к полеганию растений и осыпаемости при уборке требуют дальнейшего изучения.

#### Литература

1. Замятин, С.А. Тенденции в изменении климата, влияющие на земледелие / С.А.Замятин [и др.] // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 13-14.
2. Вильдфлуш, И.Р. Справочник агронома / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И.Р. Вильдфлуша, П.А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
3. Чекалин, Н.М. Селекция зернобобовых культур / Н.М. Чекалин, Н.И. Корсаков; Всесоюз. Акад.с.-х. наук им. В.И.Ленина. – М.: Колос, 1981. – 336 с.

#### **ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY AND EARLY RIPENESS OF PEA VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE GOMEL REGION**

*E.V. Pilipenko, P.L. Zarogodnikov*

*The article presents the results of the research on early ripeness, yield and resistance to lodging of breeding varieties. Three cultivars with high indicators of yield, resistance to lodging and ability to shed during harvesting were identified.*

УДК 633.12:631.527:631.524.5

#### **ОБ ИЗМЕНЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АРХИТЕКТониКИ И ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ ГРЕЧИХИ ПРИ ОТБОРЕ ПО КОМПЛЕКСУ СОПРЯЖЕННЫХ ПРИЗНАКОВ**

*Н.А. Лужинская, О.Н. Поповицкая, А.Т. Кошечая*

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

Гречиха является одной из основных крупяных культур в Беларуси, белок которой по усвояемости не уступает продуктам животноводства. Ее крупа считается продуктом диетического питания. Однако в последние годы в республике отмечается крайне нестабильное производство гречневого зерна. 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.

В целях повышения адаптивности и продуктивности растений разных морфотипов в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» изучалось влияние элементов вегетативной архитектуры на производственные параметры сорта в зависимости от плоидности и генетического контроля ростовых процессов гречихи. Для этого из генотипов, сочетающих несколько сопряженных признаков, характеризующих габитус растения и продуктивность популяции в зависимости от плоидности и степени детерминации ростовых процессов, в

2019 г. были сформированы и размножены в условиях изоляции 9 популяций гречихи: 5 диплоидных (Черноглазка-3, Жняярка-3, Абос-3, Темп-3 dt) и 4 тетраплоидных (Марта-3, Танюша-3, Ружа-3 dt, К-649-3 dt).

В 2020 г. проведен морфологический анализ изучаемых образцов гречихи по признакам габитуса растения и продуктивности (всего 11 признаков), который показал, что сложившиеся относительно благоприятные для вегетации гречихи погодные условия позволили выявить сортообразцы гречихи, у которых в результате отбора существенно изменились величины отдельных морфологических признаков. Так, анализ по габитусу отобранных растений выявил тенденцию уменьшения высоты растения у всех изучаемых диплоидных популяций (на 1,0-25,0 см или 1,2-21,7 %) и одной тетраплоидной (ГК-649-3) на 9,0 см или 9,8 % в сравнении с исходными формами (таблица).

Таблица – **Результаты морфологического анализа растений гречихи у созданных и исходных образцов гречихи**

| Образец                        | Высота, см | Узлы в ЗВ*, шт. | Ветви, шт. | Плоды на соцветии, шт. | Соцветия, шт. | Плоды, шт. | Завязи, шт. | Масса зерна, г |
|--------------------------------|------------|-----------------|------------|------------------------|---------------|------------|-------------|----------------|
| <i>Диплоидная гречиха</i>      |            |                 |            |                        |               |            |             |                |
| <i>Влада – контроль</i>        | 91,5       | 6,4             | 2,3        | 7,6                    | 10,6          | 55,5       | 71,5        | 1,7            |
| Темп                           | 84,4       | 5,5             | 3,8        | 9,4                    | 14,5          | 91,8       | 119,9       | 2,9            |
| Темп-3                         | 83,4       | 5,1             | 2,7        | 10,4                   | 20,6          | 133,6      | 157,6       | 4,0            |
| Черноглазка                    | 107,7      | 6,3             | 3,6        | 6,0                    | 25,8          | 85,0       | 102,1       | 2,4            |
| Черноглазка-3                  | 91,3       | 5,3             | 3,0        | 8,1                    | 33,9          | 135,1      | 151,9       | 3,7            |
| Абос                           | 113,3      | 5,6             | 2,8        | 5,6                    | 18,8          | 50,7       | 63,9        | 1,2            |
| Абос-3                         | 97,2       | 5,2             | 1,7        | 8,4                    | 32,8          | 100,6      | 113,4       | 2,6            |
| Жняярка                        | 115,2      | 6,8             | 2,8        | 5,2                    | 20,9          | 52,3       | 67,8        | 1,5            |
| Жняярка-3                      | 99,7       | 5,3             | 2,1        | 8,0                    | 30,1          | 103,4      | 115,0       | 3,0            |
| Аметист                        | 115,4      | 5,8             | 2,9        | 5,8                    | 20,6          | 71,8       | 93,9        | 2,2            |
| Аметист-3                      | 90,4       | 5,0             | 2,0        | 10,6                   | 34,0          | 152,5      | 174,0       | 4,3            |
| <i>Тетраплоидная гречиха</i>   |            |                 |            |                        |               |            |             |                |
| <i>Александрина – контроль</i> | 104,9      | 5,4             | 1,4        | 4,0                    | 18,3          | 49,4       | 66,7        | 1,9            |
| Марта                          | 96,8       | 5,0             | 1,0        | 3,8                    | 17,4          | 45,3       | 62,2        | 1,7            |
| Марта-3                        | 105,4      | 4,4             | 2,6        | 4,6                    | 22,6          | 58,7       | 78,6        | 2,3            |
| Танюша                         | 89,1       | 4,7             | 1,2        | 3,9                    | 15,6          | 39,1       | 54,6        | 1,4            |
| Танюша-3                       | 92,5       | 4,8             | 1,8        | 5,5                    | 24,6          | 69,9       | 87,0        | 2,4            |
| Ружа                           | 80,9       | 5,9             | 2,1        | 6,6                    | 10,5          | 48,4       | 64,1        | 1,9            |
| Ружа-3                         | 83,7       | 5,3             | 2,7        | 8,8                    | 12,0          | 71,5       | 89,6        | 2,9            |
| К-649                          | 92,2       | 6,3             | 2,3        | 5,9                    | 9,6           | 43,3       | 65,3        | 1,8            |
| К-649-3                        | 83,2       | 6,0             | 2,1        | 7,7                    | 10,0          | 58,6       | 78,2        | 2,5            |

Примечание – \*зона ветвления стебля

Одним из наиболее важных показателей в оценке скороспелости сортообразцов гречихи является число узлов в зоне ветвления стебля. В условиях 2020 г. отмечено стабильное снижение этого показателя у всех созданных популяций в сравнении с исходным материалом и контролем, кроме сортообразца К-649-3, у которого число узлов в зоне ветвления стебля оказалось выше, чем у контроля, хотя и снизилось по отношению к исходной форме. Самое низкое число узлов в зоне ветвления стебля имели тетраплоидные образцы Марга-3 и Танюша-3 – 4,4 и 4,8 шт.

Уменьшение числа узлов в зоне ветвления стебля по сравнению с исходными формами способствовало снижению числа ветвей 1-го порядка у растений всех созданных диплоидных популяций и тетраплоидного сортообразца К-649-3. В среднем наибольшее число ветвей 1-го порядка имели растения диплоидной популяции Черноглазка-3 (3,0 шт.). Самое низкое значение этого показателя отмечено у образцов Абос-3 и Танюша-3 – 1,7 и 1,8 шт. соответственно.

Анализ показателей продуктивности растения показал, что в результате отбора генотипов по взаимодействию нескольких сопряженных признаков у всех сформированных популяций гречихи по сравнению с исходными увеличилось число соцветий (на 0,4-14,0 шт. или 4,2-74,5 %), плодов (на 13,4-80,7 шт. или 29,6-112,4 %) и завязей (на 12,9-80,1 шт. или 19,8-85,3 %) на растении, а также озерненность соцветия (на 0,8-4,8 шт. или 21,1-82,8 %), причем увеличение этих показателей у диплоидных сортообразцов было значительно выше. Аналогичная закономерность, как правило, отмечена и по сравнению с контрольными сортами Влада и Александрина для диплоидных и тетраплоидных популяций соответственно (таблица).

Продуктивность растения у всех созданных сортообразцов гречихи независимо от пloidности также увеличилась и по отношению к исходным формам, и к контрольным сортам. Так, в диплоидной группе в зависимости от популяции это увеличение составило 1,1-2,1 г (37,9-95,5 %) по сравнению с исходными образцами и 0,9-2,6 г (52,9-152,9 %) с контролем, а в тетраплоидной – 0,6-1,0 и 0,4-1,0 г (35,3-52,6 и 21,1-52,6 %) соответственно (таблица).

Таким образом, сравнительный анализ комплекса показателей габитуса и элементов продуктивности индивидуального растения у созданных популяций совместно с исходными формами и контролем выявил целесообразность последующих циклов отбора для дальнейшего совершенствования в процессе селекции.

**ABOUT CHANGES OF THE INDICATORS OF ARCHITECTONICS AND  
PRODUCTIVITY OF BUCKWHEAT PLANTS WHEN SELECTING IN TERMS  
OF A SET OF CONJUGATE TRAITS**

*N.A. Luzhinskaya, O.N. Popovitskaya, A.T. Koshevaya*

*The paper presents the results of the comparative analysis of the indicators of habitus and an individual plant productivity of buckwheat populations created due to selection in terms of a set of conjugate traits together with initial forms and control. The necessity of the next selection cycles is identified for further improvement of the populations in the process of breeding.*

УДК 633.15:631.527:631.559

**НОВЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ГИБРИДЫ НА МИРОВОМ  
УРОВНЕ ДОСТИЖЕНИЙ В СЕЛЕКЦИИ КУКУРУЗЫ**

**В.И. Кравцов<sup>1</sup>, Л.П. Шиманский<sup>1</sup>, М.А. Мелешкевич<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РНДУП «Полесский институт растениеводства»

*vit.krawtsov2016@yandex.ru,*

<sup>2</sup>РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Современная селекция кукурузы в Беларуси имеет недавнюю историю. Перед отечественными селекционерами, которые начали эту работу после распада СССР, сначала стояла задача обеспечить сельхозпроизводителей дешевыми семенами для получения силосной массы, чтобы в полной мере удовлетворить потребность животноводческой отрасли в высокоэнергетическом корме. Эта работа успешно выполнена. С 2003 г. по 2021 г. в Государственный реестр было внесено 10 гибридов кукурузы. В настоящее время в связи с расширением посевов кукурузы, выращиваемых на зерно, акцент сделан на создание скоро-спелых гибридов не только силосного направления, но и зернового. Основными поставщиками семян для этих целей являются западноевропейские компании, имеющие многолетний опыт создания высокопродуктивных зерновых гибридов, исчисляемый многими десятками лет. Из 342 внесенных в Реестр Республики Беларусь гибридов 2/3 приходится на эти страны, в первую очередь, Францию и Германию. Поэтому конкуренция в этом направлении работы очень сильная. Несмотря на это, по итогам государственного сортоиспытания с 2022 г. допущены к использованию 3 новых гибрида: трехлинейный Вивален 3218 для выращивания на зерно и силос, простой Вивален 1118 и трехлинейный Дарьян для возделывания на силос.

Применение для оценки экологической стабильности новых гибридов кукурузы метода экологического сортоиспытания в различных зонах и трехлетней оценки в контрастных погодных и почвенных ус-

ловиях показало свою высокую эффективность и позволило повысить качество и достоверность результатов изучения новых гибридов кукурузы. Созданные с использованием нового исходного материала, обладающего высокой комбинаторикой, гибриды Вивален 3218, Вивален 1118 и Дарьян показали стабильно высокий уровень кормовой и зерновой продуктивности в трехлетнем цикле селекционного испытания в двух экологических точках (Жодино, Криничный) и подтверждены результатами оценки в системе Государственного сортоиспытания.

По данным трехлетнего испытания в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию (центральная зона) эти гибриды показали сбор сухого вещества 180-194 ц/га, зерна стандартной влажности 86,8-89,5 ц/га, которая при уборке равнялась 39,5-41,4 % (таблица 1).

Таблица 1 - Результаты конкурсного испытания гибридов кукурузы в центральной части Беларуси (среднее за 2019-2021 гг.)

| Гибрид            | Урожайность, ц/га |            |             | Влажность зерна, % |
|-------------------|-------------------|------------|-------------|--------------------|
|                   | ЗМ                | СВ         | зерна       |                    |
| Вивален 3218      | 538               | <b>180</b> | <b>89,5</b> | 40,7               |
| Вивален 1118      | <b>581</b>        | <b>193</b> | <b>86,8</b> | 39,5               |
| Дарьян            | <b>585</b>        | <b>194</b> | <b>87,8</b> | 41,4               |
| Полесский 212 СВ  | 489               | 154        | 68,5        | 41,8               |
| Рикардинио        | 511               | 170        | <b>87,5</b> | 42,3               |
| ДН Пивиха         | 540               | 167        | 72,2        | 41,9               |
| Ладога            | <b>591</b>        | 171        | 68,9        | 44,2               |
| Лювена            | <b>585</b>        | 161        | 63,0        | 45,1               |
| Полтава           | <b>570</b>        | 154        | 56,1        | 44,9               |
| НСР <sub>05</sub> | 44                | 14         | 6,9         |                    |

Относительно контрольного гибрида (Полесский 212) прибавка сухого вещества находится на уровне 17-26 %, зерна – 27-31 %. Новые гибриды показали такую же урожайность зерна, как широко распространенный в Беларуси гибрид немецкой селекции Рикардинио, и на 20-24 % превзошли высеваемый на большой площади (в 2021 г. – 64 тыс. га) совместный с украинскими селекционерами гибрид ДН Пивиха. Более поздние гибриды Ладога, Лювена и Полтава оказались неконкурентными даже по сбору сухого вещества.

В Южной зоне испытаний (п. Криничный) экспериментальные гибриды проходили оценку по зерновой продуктивности. Особенностью климатических условий во все годы испытаний было то, что в период вегетации наблюдались периоды воздушной и почвенной засухи и

аномально высоких температур во второй половине лета. Стрессовые условия негативно сказались на урожайности зерна изучаемых гибридов и не позволили им полностью реализовать свой потенциал. Однако по новым гибридам наблюдается относительно низкая вариабельность урожайности зерна, что указывает на их экологическую стабильность. В среднем за 2019-2021 гг. урожайность зерна стандартной влажности составила 74,0-84,6 ц/га, что на 6,5-17,1 ц/га больше, чем получено у контрольного гибрида Полесский 212 (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты конкурсного испытания гибридов кукурузы в южной части Беларуси (среднее за 2019-2021 гг.)

| Гибрид                      | Урожайность зерна при 14 % влажности, ц/га | Влажность зерна, % |
|-----------------------------|--|--------------------|
| Вивален 3218                | 84,6                                       | 28,5               |
| Вивален 1118                | 73,4                                       | 30,8               |
| Дарьян                      | 74,0                                       | 29,0               |
| Полесский 212 СВ – контроль | 67,5                                       | 30,5               |
| НСР <sub>05</sub>           | 6,2  |                    |

Оригинаторами гибрида Дарьян (ФАО 210) являются Полесский институт растениеводства (материнская форма – простой гибрид Дарья) и РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (отцовская форма – линия ЛЖ 48). Гибрид обладает уникальной холодостойкостью, приспособлен для ранних сроков сева, в экстремальных погодных условиях показывает высокую полевую всхожесть (98 %), обладает интенсивным стартовым ростом, устойчив к корневому и стеблевому полеганию, поражению пузырчатой и пыльной головней, стеблевыми гнилями, характеризуется идеальной выполненностью початка при опылении отцовским компонентом и быстрой отдачей влаги зерном. Отличительные особенности гибрида: желтое с красным рисунком зубовидное зерно в первом поколении и кремнисто-зубовидное во втором, широкий эректоидно расположенный лист.

Трехлинейный среднеранний гибрид Вивален 3218 (ФАО 230) создан в Полесском институте растениеводства и предназначен для выращивания на силос и зерно на всех типах почв. Отличается быстрым стартовым ростом и высоким темпом накопления вегетативной массы в начальный период развития. Обладает высокими показателями засухоустойчивости, жаростойкости, устойчивостью к предуборочному полеганию. Ремонтантность выражена в средней степени. Холодостойкость гибрида высокая. Устойчив к пузырчатой головне, листовым

болезням и болезням початка. Характеризуется стабильной зерновой продуктивностью.

Простой среднеранний гибрид Вивален 1118 (ФАО 230) также селекции Полесского института растениеводства преимущественно силосного направления использования. Отличается интенсивным ювенильным развитием и высоким темпом накопления вегетативной массы в начальный период роста. Обладает высокими показателями адаптивности, стабильности и устойчивостью к предуборочному полеганию. Холодостойкость гибрида высокая. Толерантен к пузырчатой головне, листовым болезням и болезням початка.

Таким образом, новые гибриды Дарьян, Вивален 3218 и Вивален 1118 по трехлетним результатам конкурсного испытания в различных экологических зонах при контрастных метеоусловиях показали стабильно высокую продуктивность и могут быть достойными конкурентами широко распространенному в Беларуси гибриду Полесский 212, занимавшему в 2021 г. каждый четвертый гектар посева кукурузы.

#### **NEW DOMESTIC HYBRIDS - THE WORLD LEVEL OF ACHIEVEMENTS IN CORN BREEDING**

*V.I. Kravtsov, L.P. Shimansky, M.A. Meleshkevich*

*The article presents the results of environmental testing of new highly productive corn hybrids Vivalen 3218, Vivalen 1118, Daryan, included in the National List in 2022.*

УДК 633.15: 631.527.5

### **СОЗДАНИЕ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ОСНОВЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ КОЛЛЕКЦИИ РЕДИПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ ВИР ИМ. Н.И. ВАВИЛОВА**

***Б.Р. Шомахов<sup>1</sup>, Р.С. Кушхова<sup>1</sup>,***

***З.Т. Хаширова<sup>1</sup>, А.Х. Гяургиев<sup>1</sup>, Э.Б. Хатэфов<sup>2</sup>***

*<sup>2</sup>Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского  
научного центра РАН, Россия, e-mail: kbniish2007@yandex.ru*

*<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт  
генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Россия,  
e-mail: haed1967@rambler.ru*

Поиск и введение в селекционные программы новых линий кукурузы является одной из актуальных проблем гибридной селекции. Получение новых комбинаций селекционно ценных признаков и создание на их основе инбредных линий остается единственным резервом повышения продуктивности современных гибридов кукурузы. Поэтому

поиск новых методов, направленных на расширение генетического разнообразия исходного селекционного материала, весьма актуален. Одним из таких методов является создание редиплоидных линий методом ресинтеза тетраплоидных генотипов кукурузы.

Для проведения исследований были использованы 26 редиплоидных линий коллекции кукурузы ВИР и 17 стерильных тестеров с М- и С- типами ЦМС селекции ВНИИ кукурузы, НИЦ им. П. П. Лукьяненко, агрофирмы «ОТБОР» и ИСХ КБ НИЦ РАН, относящихся к различным группам спелости по классификации ФАО. Всего изучено 360 гибридных комбинаций. Фенологические наблюдения и учет урожая редиплоидных линий кукурузы и их гибридов проводили по методике ВИР [1, 2], агротехнические мероприятия – согласно методическим указаниям по производству гибридных семян кукурузы [3], систематизация групп спелости по шкале ФАО, хозяйственно ценные признаки и их описания даны согласно «Широкому унифицированному классификатору СЭВ вида *Zea mays* L.» [4]. Уборочную влажность зерна определяли в период уборки спелых початков влагомером для зерна «ФАО-НА-М» в трехкратной повторности. Дисперсионный анализ проведен по методике Б. А. Доспехова [5]. Селекционный индекс рассчитывался по методике, предложенной Н. А. Орлянским [6].

Результаты исследований селекционной ценности редиплоидных линий кукурузы показывают эффективность применения метода редиплоидизации тетраплоидных популяций для расширения генетического полиморфизма и обогащения генофонда кукурузы новым исходным материалом, обладающим высоким потенциалом продуктивности. Редиплоидные линии кукурузы, изученные в опыте, прошли через полиплоидное состояние и претерпели существенные перестройки генетического материала, которые привели к расширению спектра изменчивости хромосом, несущих гены хозяйственно ценных признаков. Возможно, что этот механизм повышения уровня генетической изменчивости был выработан в процессе длительной эволюции растений как путь для преодоления инбредной депрессии тетраплоидов, сопровождающейся снижением фертильности растений, которая угрожала его сохранности как вида в природе. Поэтому перестройки внутри генома, возникающие в процессе редиплоидизации тетраплоидного генома, неизбежно влекут за собой возникновение новых сочетаний аллелей генов и появления отличных от исходных родительских форм более продуктивных генотипов [7]. Таким образом, использование механизма редиплоидизации тетраплоидных генотипов имеет перспективы в создании нового исходного материала для гибридной селекции растений.

Анализ урожайности экспериментальных гибридов между 26 линиями редиплоидной кукурузы и 17 стерильными тестерами показали, что они представляют селекционную ценность для их дальнейшего вовлечения в гибридную селекцию. Результаты исследований позволили выделить 34 гибридные комбинации, показавшие в испытаниях значения урожая зерна на уровне стандарта или выше. В раннеспелой группе выделены 24, в среднеспелой 6 и позднеспелой 4 лучших по урожайности гибрида. Наиболее выдающимся гибридом, превысившим стандарт на 3 значения НСР, оказалась комбинация (Rf7c × КБ 595-10-5) × 6199-2 со значением урожая зерна 13,58 т/га при НСР<sub>05</sub>=0,52 т/га. Рекомендовано первичное семеноводство этой комбинации для производственных посевов и передачи на Государственное сортоиспытание.

### Литература

1. Филев, Д.С. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой / Д.С. Филев [и др.]. – Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. – 57 с.
2. Шмараев, Г.Е. Методические указания по изучению и поддержанию образцов коллекции кукурузы / Г.Е. Шмараев, Г.В. Матвеева. – Ленинград, ВИР, 1985. – 49 с.
3. Сотченко, В.С. Методические указания по производству гибридных семян кукурузы / Сотченко В.С. [и др.]. – Пятигорск: Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы; 2019. – С. 3-27.
4. Кукеков, В.Г. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ видов *Zea mays* L. – Ленинград: ВИР; 1977. – 80 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Орлянский, Н.А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья: дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.0105 / Н.А. Орлянский. – Воронеж, 2004. – 320 с.
7. Гордей, И.С. Молекулярно-генетические эффекты дупликации генома у ржи (*Secale cereale* L.) / И.С. Гордей, Н.Б. Белько, И.А. Гордей // Фактори експериментальної еволюції організмів. – 2013. – 13. – С. 156-161.

### **CREATION OF CORN HYBRIDS BASED ON THE SOURCE MATERIAL FROM THE COLLECTION OF REDIPLOID LINES OF VIR NAMED AFTER N.I. VAVILOV**

**B.R. Shomahov, R.S. Kushkhova, Z.T. Khashirova, A.Kh. Gyaurgiev, E.B. Khatefov**

*One of the promising directions for creating new inbred lines with high combinational ability is the rediploidization (resynthesis) of tetraploid maize populations. The material of the study was 26 rediploid maize lines from the*

*collection of genetic resources of the VIR named after N.I. Vavilov. 17 sterile testers with M and C types of CMS took part in the system of crosses of test crosses. The combination (Rf7c × KB 595-10-5) × 6199-2 with a grain yield value of 13.58 t/ha, with HCP05=0.52 t/ha, turned out to be the most outstanding hybrid that exceeded the standard by 3 HCP values.*

УДК 633.15:631.527

## **СОЗДАНИЕ ГИБРИДОВ РАННЕСПЕЛОЙ КУКУРУЗЫ В МОЛДОВЕ**

***П. Борозан, С. Мустьяца, В. Спыну, А. Спыну, М. Статник***  
*Институт растениеводства «Порумбень»*  
*e-mail: [pantelimon.borozan@yahoo.com](mailto:pantelimon.borozan@yahoo.com)*

Полномасштабная селекционная программа с раннеспелой кукурузой в Молдове была начата с 1982 г. в сотрудничестве с Белорусским НИИ земледелия и кормов. Первый гибрид трехлинейного типа Бемо 181СВ был районирован в 1988 г., а до конца 20-го столетия в различных странах была зарегистрирована серия гибридов с торговой маркой Бемо. Широкое использование в северных регионах имели Бемо 181СВ, Бемо 182СВ и Бемо 172СВ, семена которых выращивались и в южных районах Беларуси. Отметим, что двойной межлинейный гибрид Бемо 182СВ был одним из самых распространенных гибридов, занимаая в отдельные годы в странах СНГ до 1,5 млн га, и возделывался более 20 лет.

В настоящее время объемы экспорта гибридных семян сократились существенно и усилия селекционеров направлены на выведение среднеранних гибридов для регистрации в Молдове, Румынии и Украине. Для экспорта в Республику Беларусь фирма «Форевер» производит около 3 тысяч тонн семян гибридов, допущенных к использованию на зерно и силос в зависимости от степени размножения родительских форм. Фирме «Форевер» предоставлена исключительная лицензия на выращивание, обработку и продажу гибридных семян при размножении родительских форм оригинатором. Перечень и общая характеристика районированных гибридов скороспелой кукурузы за 2006-2021 гг. приводятся в таблице 1. Отметим, что все представленные гибриды в зависимости от спроса потребителей включены в семеноводство, за исключением Росмолд 159СВ, районированного в Российской Федерации. Большинство гибридов относятся к простому - АхВ и простому модифицированному (А × А<sub>1</sub>) × В типам скрещивания родительских компонентов. Только Порумбень 176МВ, Росмолд 159СВ из ультра-ранней группы спелости с индексом ФАО 160-170 и Фармек (ФАО

240) силосного типа синтезированы в трехлинейном варианте. Гибриды с полукремнистым зерном Порумбень 176МВ, Росмолд 202МВ и Бемо 203 представлены скрещиваниями зубовидных материнских форм с кремнистыми отцовскими линиями, а Росмолд 159СВ имеет кремнистую материнскую форму. В последние годы существенно возросла доля экспериментальных гибридов с полукремнистой консистенцией зерна за счет включения кремнистых линий из последующего цикла селекции с более высокой общей комбинационной способностью. Остальные районированные гибриды за исключением Алиментар 325 характеризуются зубовидным зерном и были реализованы в гетерозисной модели Рейд Айодент х БССС-В37.

Таблица 1 – Общая характеристика районированных гибридов кукурузы

| Гибрид          | Тип гибрида           | Группа спелости, ФАО | Страна регистрации    | Год районирования |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|
| Порумбень 176МВ | (АхВ)хС               | 170                  | Беларусь<br>Казахстан | 2006<br>2016      |
| Росмолд 159СВ   | (АхВ)хС               | 160                  | Россия                | 2012              |
| Росмолд 202СВ   | (АхА <sub>1</sub> )хВ | 200                  | Россия                | 2012              |
| Бемо 235        | АхВ                   | 230                  | Беларусь<br>Казахстан | 2014<br>2018      |
| Бемо 203        | (АхА <sub>1</sub> )хВ | 200                  | Беларусь              | 2015              |
| Порумбень 220   | А х В                 | 220                  | Беларусь              | 2017              |
| Порумбень 243   | А х В                 | 240                  | Беларусь              | 2017              |
| Порумбень 230   | А х В                 | 230                  | Беларусь              | 2018              |
| Порумбень 221   | (АхА <sub>1</sub> )хВ | 220                  | Беларусь              | 2019              |
| Фармек          | (АхВ)хС               | 230                  | Беларусь              | 2021              |
| Алиментар 325   | А х В                 | 300                  | Молдова               | 2015              |
| Порумбень 310   | А х В                 | 310                  | Молдова               | 2015              |
| Порумбень 305   | А х В                 | 300                  | Молдова               | 2017              |

В Молдове простой гибрид Алиментар 325 с кремнистой консистенцией зерна с 2015 г. районирован для пищевого использования, главным образом, как сырье для кукурузной муки. В связи с энергетическим кризисом в последние годы резко повысился спрос на семена среднеранних гибридов Порумбень 305 и Порумбень 310, характеризующихся высоким потенциалом продуктивности и быстрой влагоотдачей зерном после физиологической спелости. С переходом на прямую уборку зерна наметилась тенденция посева ранних гибридов Бемо 235 и Порумбень 220, которые обеспечивают меньшую влажность убранной продукции. Внимание фермеров к данной группе спелости

объясняется и возможностями более раннего освобождения полей для сева озимых зерновых в оптимальные сроки при поверхностной обработке почвы без вспашки. Районированные в Республике Беларусь гибриды с индексом спелости ФАО 220-240 с зубовидным типом зерна оказались весьма перспективными и для северной части и предгорных районов Румынии. Демонстрационные опыты в этих новых ареалах констатировали эффективность возделывания раннеспелых гибридов кукурузы на зерно и в более южных регионах. Отметим, что в условиях 2021 г. с 504 мм осадков за май – август данные гибриды сформировали урожай зерна порядка 10 т/га при более низкой влажности зерна. Оценка стандартных гибридов ФАО 200-460 из конкурсного сортоиспытания за последние 5 лет на основе интегрального индекса ПВС (продуктивность, влажность зерна, период до созревания) выявила превышение на 10 % у Бемо 235 и Порумбень 310 относительно среднеспелого стандарта ФАО 460.

Анализ многолетних данных констатирует более высокую селекционную ценность гибридов, реализованных в гетерозисной модели Рейд Айодент х БССС-В37, по зерновой продуктивности, темпам накопления сухих веществ в период налива зерна и скорости снижения влажности зерна после физиологической спелости в сравнении с классической моделью северного экотипа Рейд Айодент х Еврофлинт. Отметим также определенные преимущества инбредных линий из группы Рейд Айодент в процессе промышленного семеноводства по продуктивности, выходу кондиционных семян коммерческих фракций и устойчивости проявления ЦМС М типа в условиях Молдовы. Экспериментальные сравнительные проверки гибридов из других гетерозисных моделей выявили перспективность использования скрещиваний родительских форм типа БССС-В37 х Еврофлинт, особенно по силосной продуктивности и БССС-В37 х Рейд Айодент по зерновой продуктивности.

#### **DEVELOPMENT OF EARLY MAIZE HYBRIDS IN MOLDOVA**

***P. Borozan, S. Musteața, V. Spînu, A. Spînu, M. Statnic***

*The results of the development of early maize hybrids for grain and export to northern regions of Moldova are summarized. The characteristics of 13 hybrids with the domination of A x B and (A x A<sub>1</sub>) x B crossing registered in the last 10 years are presented.*

**РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ РАННЕСПЕЛЫХ ЛИНИЙ  
КУКУРУЗЫ В МОЛДОВЕ*****С. Мустяца, П. Борозан, В. Спыну, А. Спыну, М. Статник****Институт растениеводства «Порумбень»,**e-mail: pantelimon.borozan@yahoo.com*

Работы по созданию раннеспелых линий кукурузы были начаты с 1976 г., однако целенаправленные исследования стали проводиться с 1982 г. Основу исходного материала в 1981-1990 гг. составляли иностранные гибриды с закрытой родословной – 32,2 %, трехлинейные и двойные межлинейные гибриды – 30,5 %, простые гибриды – 25,6 %, сорта с кремнистым типом зерна – 5,2 %, популяции с широкой генетической основой – 3,6 % и популяции с родственными компонентами – 2,9%. В последующие десятилетия существенно снизилась доля иностранных гибридов, двойных и трехлинейных гибридов, популяций с широкой генетической основой, и были исключены кремнистые сорта. Доминирующее положение в исходном материале занимали простые гибриды – 47,0 % с участием 50 % в генотипе среднеранних доноров благоприятных генов интродуцированных линий D27 и D29 и родственные скрещивания линий в пределах гетерозисных групп – 18,8 %. Последние 12 лет стартовый селекционный материал представлен родственными гибридами  $A \times A_1$  – 56,7 %, простыми гибридами – 31,6 % и однокроссными скрещиваниями – 11,4 %. Гибриды ведущих иностранных фирм привлекаются более редко (в случаях наличия отличительных признаков) из-за затруднений при подборе партнеров в процессе синтеза гибридных комбинаций. Ретроспективный анализ родословной линий из рабочей коллекции констатирует существенные изменения по соотношению доли групп зародышевой плазмы кукурузы. Отметим, что с 1981 года в рабочую коллекцию были переведены 532 экспериментальные линии, протестированные по комбинационной способности в системных скрещиваниях типа топкросса. Кремнистая плазма раннеспелой кукурузы постоянно улучшалась в селекционном процессе на базе линий родственных  $F_2$ ,  $F_7$  из французского сорта Лакон, EP1, Co255, MA21, созданных с плазмой сорта Лизаргарат, ДК105 из германского сорта Гелберландмаис и CM7 с плазмой Оттава флинт. Рекомбинация в исходном материале перечисленных источников и вовлечение среднеранних линий Pi187, Lo3 и ИК169-3 привели к исчезновению характерных признаков для исходных групп и сформиро-

ванию смешанной группы Еврофлинт с более широкой генетической основой (таблица 1).

**Таблица 1 – Соотношение основных групп зародышевой плазмы в педигри инбредных линий рабочей коллекции (в %)**

| Гетерозисные группы | 1981-1990 гг. | 1991-2000 гг. | 2001-2010 гг. | 2011-2020 гг. | Число коммерческих линий |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|
| Еврофлинт           | 23,8          | 29,0          | 30,3          | 28,6          | 8                        |
| Дент Канады         | 14,3          | 5,6           | 7,4           | 2,4           | 7                        |
| Дент микст          | 24,9          | 22,5          | 18,0          | 7,9           | 5                        |
| Ланкастер           | 5,7           | 10,3          | 11,5          | 18,3          | 2                        |
| Рейд Айодент        | 2,8           | 6,1           | 20,5          | 33,3          | 9                        |
| БССС-В14            | 17,2          | 17,7          | 4,1           | -             | 2                        |
| БССС-В37            | 1,9           | 4,0           | 8,2           | 9,5           | 3                        |
| Другие              | 9,4           | 4,8           | -             | -             | -                        |

На протяжении 1991-2020 гг. доля линий с кремнистой плазмой в рабочей коллекции составила 29,3 %. Первые раннеспелые зубовидные линии, в т.ч. МКР33, МКР35 и МКР42, использованные в коммерческих гибридах, были выведены из гибридов фирмы Пионер, США и отнесены в группе Дент микст, преобладающей в 1981-1990 гг. В этот период многие оригинальные линии содержали плазму групп БССС-В14 и Дент Канады, представленной родоначальниками Со72-75, Со125 и CG12. Группы зародышевой плазмы Вигор (PLS61), Миннесота 13 (W153R, W401), Рейд Вилсон (P346, A654), Нортвестерн дент (P354) совокупно составляли 9,4 % в педигри оригинальных линий. Ориентация к использованию более поздних элитных линий, как доноров комбинационной способности в исходном материале с ранними компонентами способствовала созданию линий с улучшенными характеристиками. Существенный генетический прогресс достигнут в гетерозисной группе Айодент. Среднепоздние элитные линии в сочетаниях с раннеспелыми из синтетика МКР33 и среднеранними донорами позволили повысить общую комбинационную способность новых линий. Доля этой гетерозисной группы в линиях рабочей коллекции возросла за четыре десятилетия от 2,8 % до 33,3 %. Отметим, что 6 инбредных линий являются материнскими компонентами 9 гибридов кукурузы ФАО 200-300, зарегистрированных после 2012 г. Современные оригинальные линии отличаются от исходных родоначальников на 6-10 дней более короткой продолжительностью периода от всходов до цветения репродуктивных органов. Благодаря стабильности появления

ЦМС М типа и сравнительно более высокой продуктивности, в т.ч. выходу кондиционных семян коммерческих фракций, линии Айодент предпочтительно используются как материнские формы простых и простых модифицированных гибридов. Целенаправленная селекция на сокращение вегетационного периода у инбредных линий из групп Ланкастер и БССС-В37 позволила увеличить их совокупную долю от 7,6 % до 27,8 %. Зародышевая плазма Ланкастер менее адаптирована к засушливому климату Молдовы и, как правило, линии используются как отцовские формы. В процессе улучшения толерантности к засухе и скороспелости интенсивно привлекались простые скрещивания элитных поздних линий с ультрапоздними линиями, родственными с канадским донором CG12. Из этого материала были выведены две коммерческие линии и ряд экспериментальных линий из последнего цикла селекции. Генетической базой для селекции на раннепоздних в группе БССС-В37 составили скрещивания элитных среднепоздних линий с донором Д27, родственным с линией МК271. Последующее включение линий родственными с ОН43 из Ланкастера, характеризующиеся отсутствием антоциановой окраски у пыльников, нитей и стержня початков, завершилось созданием 3 коммерческих и 6 экспериментальных линий из последних циклов кумулятивной селекции. Отметим, что основным типом исходного материала для группы БССС-В37 являются однокросные и близкородственные скрещивания.

Итогом многолетней селекционной работы является создание 36 линий родительских форм коммерческих гибридов, в т.ч. Бемо 181СВ, Бемо 182СВ, Бемо172СВ, Бемо 203 и Бемо 235, выведенных в рамках программы сотрудничества с партнерами из Республики Беларусь.

#### **RESULTS OF THE DEVELOPMENT OF EARLY RIPENING MAIZE LINES IN MOLDOVA**

*S. Musteața, P. Borozan, V. Spînu, A. Spînu, M. Statnic*

*The initial material used for the development of lines is analyzed. and germplasm using for early inbreds development are presented. The lines of the working collection of the last ten years contain germplasm of the heterosis groups Iodent – 30%. Euroflint – 29%, Lancaster – 18%. BSSS-B37 – 10% and Dent mixt – 8%.*

## ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ГИБРИДНОСТИ ТРЕХЛИНЕЙНЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПО БЕЛКОВЫМ МАРКЕРАМ

*Г.Е. Комарова, А.И. Ротарь, Е.А. Ротарь<sup>1</sup>*

*Государственный аграрный университет Молдовы, <sup>1</sup>Институт растениеводства «Порумбень», galinacotarova@gmail.com*

На текущий момент семена коммерческих простых и трехлинейных гибридов кукурузы, производимых в Молдове, имеют достаточно большой рынок сбыта в Республике Беларусь. Необходимым официальным требованием для продажи предлагаемых партий семян является выдача сертификатов электрофоретической оценки (ЭФ) белков на основе молдавского стандарта SM-2003. В указанном стандарте представлены алгоритмы расчета уровня гибридности (УГ) анализируемых партий семян как для простых (УГ<sub>1</sub>), так и для трехлинейных (УГ<sub>2</sub>) гибридов, базовой основой которых изначально послужила методика ОСТ 10 003-93 РФ. Однако для трехлинейных гибридов использование алгоритма подсчета УГ по количеству ЭФ спектров обнаруженных гомозигот материнской родительской формы вызывает ряд вопросов у производителей семян и определенные трудности в процессе повторной проверки на степень гибридности закупаемых партий семян в Беларуси. Поэтому задача настоящей работы состояла в проведении селекционно-генетического осмысления в интерпретации характера наследования и расщепления во втором поколении гомо- и гетерозиготных форм трехлинейных гибридов кукурузы. В качестве изучаемого материала использовали 4 трехлинейных гибрида кукурузы (Бемо 172, Бемо 203, Порумбень 176, Порумбень 221) и их 11 родительских форм. Семена указанных форм анализировали методом электрофореза в полиакриламидном геле в кислой среде. Расчет формул полученных электрофоретических (ЭФ) спектров и ЭФ матриц проводились с использованием программного обеспечения FOREZ.

Формула, предложенная для оценки уровня гибридности семян трехлинейного гибрида по ЭФ-ским спектрам зеина в стандартах ОС-10-003-93 и SM-2003, экспериментально обоснована и позволяет учитывать «квоты» всех возможных гомозиготных форм, которые могут проявиться на 2-ой год репродукции семенного материала.

Уровень гибридности семян трехлинейных и двойных межлинейных гибридов УГ<sub>2</sub> в процентах определяется по формуле:

$$УГ_2 = [(N - 4n) : N] \times 100\%$$

где N – количество анализируемых зерен (равное 200 шт.);

$n$  – количество гомозигот, идентичных самоопыленной линии материнского гибрида, которая отличается от отцовской формы отсутствием компонента в данной зоне спектра.

Для определения степени гибридности семян трехлинейных гибридов на уровне белковых маркеров зеина следует учитывать механизм действий семеноводов в двухэтапном процессе получения семенного материала этой категории гибридов кукурузы. Этот процесс предусматривает получение гетерозисного эффекта на трех вариантах гибридных комбинаций:

- 1) кодоминантный характер наследования белковых маркеров для *базисной формулы трехлинейного гибрида (B)*;
- 2) кодоминантный характер наследования белковых маркеров для *простого материнского родительского гибрида (C)*;
- 3) кодоминантный характер наследования белковых маркеров для возможной *простой гибридной комбинации между материнской линией родительского гибрида и отцовской линией оцениваемого трехлинейного гибрида (D)*.

Таким образом, при выдаче сертификатов, очень важно понимать целенаправленность селекционной сути оценки гибридности семян трехлинейных гибридов по белковым маркерам.

*Во-первых:* проведение расчета уровня гибридности по базисной формуле трехлинейного гибрида будет отражать чистоту работы семеноводов в соответствии с предложенной селекционерами формулой трехлинейного гибрида:

$$УГ_3 = [B : N] \times 100\%, \text{ где}$$

$N$  – количество анализируемых зерен (равное 200 шт.)

$B$  – количество зерен, ЭФ-ский спектр которых соответствует матрице трехлинейного гибрида (см. спектр №1 представленного паспорта);

*Во-вторых,* проведение расчета уровня гибридности по совокупности всех возможных гибридных комбинаций (сложных и простых) позволит оценивать полученный семенной материал по общему гетерозисному эффекту на уровне белковых маркеров:

$$УГ_4 = [(B+C+D):N] \times 100\%, \text{ где}$$

$N$  – количество анализируемых зерен (равное 200 шт.)

$B$  – количество зерен, ЭФ-ский спектр которых соответствует матрице *трехлинейного гибрида*;

$C$  – количество зерен, ЭФ-ский спектр которых соответствует матрице *простого материнского родительского гибрида*;

$D$  – количество зерен, ЭФ-ский спектр которых соответствует матрице *простой гибридной комбинации между материнской линией*

***родительского гибрида и отцовской линией оцениваемого трехлинейного гибрида.***

*Следует учитывать, что указанный подход наиболее эффективен в том случае, когда отцовская гомозигота простой родительской гибридной комбинации трехлинейного гибрида имеет дополнительный маркерный компонент только по сравнению с ЭФ-скими спектрами отдельных анализируемых гибридных комбинаций (B, C, D).*

Следовательно, при использовании формул УГ<sub>3</sub> и УГ<sub>4</sub> (с точки зрения понимания селекционером специфики создания трехлинейных и простых модифицированных гибридов кукурузы) определение уровня гибридности трехлинейных гибридов по белковым маркерам проламиновой фракции позволяет ставить вопрос о выдаче для них сертификатов в двух вариантах:

а) по УГ<sub>3</sub> – оценка уровня гибридности семян, истинно соответствующую исходной формуле трехлинейного гибрида;

б) по УГ<sub>4</sub> – оценка уровня гибридности семян по совокупности всех возможных гибридных комбинаций (сложных и простых), что позволит оценивать полученный семенной материал по общему генетическому эффекту на уровне белковых маркеров.

Важно помнить, что в большинстве случаев величина УГ<sub>3</sub> будет ниже, чем УГ<sub>4</sub>:  $УГ_3 < УГ_4$

Таким образом, использование формулы УГ<sub>4</sub> и, соответственно, селекционного понимания специфики создания трехлинейных и простых модифицированных гибридов кукурузы для определения их уровня гибридности по белковым маркерам позволит найти со стороны семеноводческих фирм большее понимание важности, целесообразности и объективности проводимой оценки для выдаваемого сертификата.

#### ***POSSIBILITIES OF HYBRIDITY LEVEL ASSESSMENT OF THREE-LINE MAIZE HYBRIDS BY PROTEIN MARKERS***

***G.E. Komarova, A.I. Rotar, E.A. Rotar***

*The paper presents the experimental interpretation of possible algorithms for the assessment of hybridity level of maize seeds at the level of protein markers, taking into account the mechanism of seed production in a two-step process of seed production of three-line maize hybrids.*

**СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ  
В ПРОИЗВОДСТВО ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ИНСТИТУТА  
РАСТЕНИЕВОДСТВА «ПОРУМБЕНЬ»**

*А. Спиваченко, П. Борозан, С. Мистрец  
Институт растениеводства «Порумбень»  
e-mail: silvia.mistret@yahoo.com*

Возделывание кукурузы в Молдавии обусловлено традицией и опытом возделывания, благоприятными условиями для роста и развития этой культуры. Главным условием получения хороших результатов является наличие гибридов, отвечающих последним достижениям в области селекции и семеноводства, с хорошей приспособленностью к условиям выращивания, соблюдение технологии и механизации всего процесса возделывания кукурузы.

В Республике Молдова установлена четко определенная система испытаний с использованием различных методов оценки и селекционных индексов, основанная на изучении гибридов на агрономическую ценность путем проведения конкурсных, экологических испытаний и экспертной оценки (ООС).

Для поддержания площадей посева гибридами кукурузы молдавской селекции исследования нашего института направлены на создание и улучшение сортимента гибридов, адаптированных к различным климатическим условиям, особенно к лимитирующим факторам, главным из которых является недостаточная влажность.

В результате многолетней работы выявлено, что для создания и внедрения в производство нового гибрида необходимо 12-14 лет. Для сокращения этого периода селекционеры применяют различные способы: на стадии создания гомозиготных линий используют раннее тестирование на комбинационную способность, на стадии создания гибридов используют зимние питомники для получения второго урожая в год, а на стадии испытания – широкое экологическое испытание в климатических зонах, предполагаемых для производства.

В данной статье приводится краткое описание используемой в нашем институте схемы тестирования, оценки и продвижения гибридов кукурузы в производство. Лаборатории селекции занимаются созданием и улучшением гомозиготных линий и гибридов кукурузы ФАО 150-460. Новые гибридные комбинации изучаются в контрольном и предварительном испытании в двух повторениях при одной густоте стояния растений. Выделенные гибриды предварительного испытания передаются для более детального изучения в конкурсное испытание, где

изучается ежегодно 150 гибридов, относящихся к 6 группам спелости (25 гибридов в группе) при двух густотах стояния растений. В каждой группе спелости в качестве стандартов используется 2-3 гибрида, в том числе 1-2 отечественной селекции и один гибрид зарубежного происхождения. Наряду с гибридами в конкурсном испытании изучаются и их родительские формы. Основные изучаемые признаки у родительских форм – совпадение цветения репродуктивных органов, способность образования пыльцы у отцовских форм и степень стерильности у материнских форм, а также продуктивность.

Отобранные гибриды после первого года испытания изучаются в экологической сети, в предполагаемых зонах выращивания. Гибриды с периодом вегетации ФАО 150-300 тестируются в северной части Республики Молдова, Беларуси и России, а поздние гибриды ФАО 301-460 изучаются в 3 экологических пунктах: Молдове, Румынии и Казахстане. Отметим, что важную информацию о создаваемых гибридах кукурузы в этом плане позволяет получить именно экологическое сортоиспытание, где гибриды испытываются в различных почвенно-климатических условиях. Это также позволяет выделять генотипы с более широкой адаптивной способностью или гибриды для конкретных условий выращивания. Экологическое испытание раннеспелых гибридов на протяжении многих лет проводится в условиях Южной и Центральной зоны Беларуси, где ежегодно изучается набор отобранных гибридов нашей селекции. Данные конкурсного и экологического испытания служат основанием для передачи гибридов в Государственную инспекцию по испытанию и охране сортов растений. На официальные испытания передаются только гибриды, превышающие все стандарты 2 года подряд в конкурсном испытании и имеющие преимущество перед стандартом в первый год по всем экологическим пунктам. Отметим, что главными критериями оценки гибридов служат продуктивность, скороспелость в зонах с ограниченной суммой эффективных температур, способность быстрой влагоотдачи зерном после физиологического созревания, устойчивость к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям внешней среды, устойчивость к полеганию и ломкости стебля. Результаты плодотворной работы с белорусскими коллегами отражены в Государственном реестре сортов сельскохозяйственных растений Беларуси, где зарегистрированы за последние годы более 10 гибридов кукурузы. Данные гибриды имеют преимущества от предыдущих по зерновой продуктивности, темпам накопления сухих веществ в период налива зерна и скорости снижения влажности зерна после физиологической спелости.

Таблица – Количество гибридов кукурузы, включенных в Государственные реестры сортов растений разных стран за последние 10 лет

| Страна      | Количество гибридов | Группа ФАО | Год районирования |
|-------------|---------------------|------------|-------------------|
| Р. Молдова  | 26                  | 250-460    | 2011-2021         |
| Р. Беларусь | 7                   | 180 250    | 2011-2021         |
| Румыния     | 6                   | 300-460    | 2016-2021         |
| Казахстан   | 5                   | 240-380    | 2016-2021         |
| Украина     | 4                   | 300-460    | 2020-2021         |
| Россия      | 3                   | 160-250    | 2012              |

Гибриды, включенные в Государственные реестры и признанные перспективными, являются предметом их внедрения в производство, которым на первом этапе занимается лаборатория семеноводства. Данная лаборатория помимо размножения первичных семян, полученных от селекционеров, и производства семян высших категорий, координирует размножение родительских форм с сельскохозяйственными предпринимателями. Производство семян первого поколения осуществляется совместно с семеноводческими хозяйствами и кукурузокалибровочными заводами. Продажа семян и продвижение гибридов в производство осуществляется специалистами отдела рекламы и международных связей.

В результате работы данной системы сотрудниками нашего Института на протяжении более 45 лет зарегистрировано 200 гибридов кукурузы, из которых более 60 % внедрены в производстве Молдавии, Беларуси, Украины, Казахстана и Румынии.

**SYSTEM OF TESTING MAIZE HYBRIDS OF THE INSTITUTE OF CROP SCIENCE “PORUMBENI” AND USING THEM IN PRODUCTION.**

*Spivachenko A., Borozan P. Mistręts S.*

*This article states a brief description of the scheme used at the Institute of Crop Science “Porumbeni” to test, study, evaluate and promote maize hybrids in production. Based on the results of environmental variety testing with the use of the methodology and different breeding indices, it is possible to identify promising hybrids with a high adaptive capacity for various growing conditions.*

## ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТДАЧИ ВЛАГИ ЗЕРНОМ ПРИ СОЗРЕВАНИИ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ

*А. Спыну*

*Институт растениеводства «Порумбень», Молдова  
angelapatlatii@yahoo.com*

При улучшении кукурузы исходный селекционный материал оценивают по основным хозяйственно-ценным признакам [1]. В исследованиях были изучены 10 среднеспелых и 10 среднепозднеспелых линий. Различные метеорологические условия в опытах 2019 г. и 2021 г. послужили благоприятным фоном для отбора генотипов, адаптированных к местным условиям.

Динамику снижения влажности зерна определяли в течение пяти этапов [2], первый этап проводили в последнюю декаду августа в 2019 г. и во вторую декаду сентября в 2021 г., а затем с интервалом в семь дней в течение сентября и октября (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика содержания влаги в зерне среднеспелых линий, %

| Линия   | 2019 г.         |                  |                  |                  |                 | 2021 г.         |                  |                  |                  |                 |
|---------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
|         | I этап<br>21.08 | II этап<br>28.08 | III этап<br>6.09 | IV этап<br>13.09 | V этап<br>19.09 | I этап<br>20.09 | II этап<br>27.09 | III этап<br>4.10 | IV этап<br>11.10 | V этап<br>18.10 |
| AG 8383 | 16,2            | 13,5             | 11,0             | 10,7             | 10,2            | 26,4            | 21,3             | 17,5             | 16,1             | 15,2            |
| AG 5845 | 18,3            | 16,4             | 14,0             | 10,1             | 9,7             | 27,5            | 22,4             | 18,6             | 15,6             | 14,3            |
| МКР 55  | 18,7            | 17,1             | 16,0             | 15,1             | 13,6            | 28,4            | 26,5             | 23,1             | 18,5             | 16,4            |
| МКР 56  | 27,8            | 25,6             | 18,9             | 16,6             | 15,3            | 26,8            | 25,5             | 23,6             | 20,4             | 19,4            |
| РН 207  | 17,6            | 15,2             | 11,3             | 10,4             | 10,1            | 27,7            | 26,1             | 21,5             | 19,1             | 16,3            |
| AG 6015 | 18,3            | 15,6             | 12,2             | 10,2             | 9,8             | 27,2            | 26,3             | 19,4             | 18,2             | 15,1            |
| AS 525  | 15,4            | 12,8             | 12,0             | 11,0             | 10,2            | 34,2            | 30,3             | 24,1             | 20,2             | 18,7            |
| AS 528  | 26,7            | 25,4             | 23,5             | 22,9             | 18,2            | 33,5            | 30,1             | 26,4             | 21,1             | 19,1            |
| AS6751  | 21,4            | 20,5             | 16,8             | 15,7             | 13,4            | 33,7            | 31,6             | 23,4             | 18,2             | 15,6            |
| AS6063  | 23,5            | 22,5             | 21,7             | 18,4             | 15,7            | 36,5            | 33,2             | 29,6             | 24,2             | 20,3            |

Из 10 среднеспелых линий, изученных в 2019 г., линия МКР 56 имела наибольшую начальную влажность (27,8 %) и достигла на конечной стадии 15,3 % влажности зерна. У нее в среднем была лучшая скорость потери воды зерном, составляющая 3,1 %, а в 2021 г. эта линия имела самую низкую скорость потери влаги (1,9 %). Линия AS525 имела самую низкую начальную влажность зерна (15,4 %), а на последнем этапе показала 10,2 %, зафиксировав среднюю интенсивность потери воды зерном 1,3 % в сутки. По этапам определения влаги в зер-

не наибольшая скорость потери воды отмечена у линии МКР56, между вторым и третьим этапами она потеряла 6,7 % влажности.

В 2021 г. самый высокий процент влажности был зафиксирован у линии AS6063, имеющей начальную влажность 36,5 % и теряющую на этапах определения в среднем 4,1 % в сутки. На последней стадии она имела влажность зерна 20,3 %. Наилучшая скорость потери влаги на стадиях определения была у линии AS6751: средняя потеря воды из зерна составила 4,5 %. У линии AG8383 наблюдалась наименьшая интенсивность высыхания зерна, потеря влаги зерном в среднем составила 2,8 %.

В наборе среднепозднеспелых линий в 2019 г. наибольшая влажность в начале опыта отмечена у линии РНР38 – 32,1 %, на пятом этапе определения влажность зерна составила 21,4 %, потеряв в среднем 2,7 % влаги (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика содержания влаги в зерне среднепоздних линий, %

| Линия   | 2019 г.         |                  |                  |                  |                 | 2021 г.         |                  |                  |                  |                 |
|---------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
|         | I этап<br>21.08 | II этап<br>28.08 | III этап<br>6.09 | IV этап<br>13.09 | V этап<br>19.09 | I этап<br>20.09 | II этап<br>27.09 | III этап<br>4.10 | IV этап<br>11.10 | V этап<br>18.10 |
| AG 2448 | 21,6            | 20,9             | 16,7             | 14,8             | 13,4            | 31,1            | 28,9             | 24,6             | 19,7             | 17,4            |
| AG 7460 | 22,2            | 19,6             | 13,2             | 10,7             | 10,1            | 30,1            | 27,8             | 24,3             | 18,6             | 15,1            |
| AG 5290 | 23,8            | 21,5             | 18,7             | 14,1             | 12,5            | 34,2            | 30,1             | 26,7             | 21,3             | 18,6            |
| MV 922  | 22,3            | 20,4             | 18,4             | 16,2             | 13,3            | 34,3            | 31,8             | 26,4             | 23,1             | 20,4            |
| MK 267  | 19,7            | 18,1             | 12,3             | 10,4             | 9,9             | 28,4            | 27,1             | 23,1             | 18,5             | 15,2            |
| AS 587  | 25,3            | 24,1             | 20,4             | 18,6             | 14,8            | 34,7            | 32,5             | 25,9             | 19,3             | 16,5            |
| AG 4992 | 18,7            | 16,9             | 13,6             | 10,2             | 10,0            | 37,5            | 32,3             | 24,6             | 19,1             | 15,5            |
| AS6022  | 23,4            | 21,9             | 18,9             | 11,1             | 10,3            | 38,8            | 34,1             | 32,1             | 29,1             | 24,3            |
| PHR38   | 32,1            | 28,5             | 27,3             | 26,6             | 21,4            | 35,6            | 32,4             | 30,2             | 29,7             | 23,7            |
| MV8228  | 22,6            | 20,2             | 18,1             | 16,6             | 14,2            | 32,5            | 28,9             | 24,1             | 21,6             | 18,7            |

Линия с наименьшим процентом потери влаги между четвертой и пятой стадиями – AG4992 (0,2 % в сутки), а самый высокий процент отдачи влаги был у линии AS6022 – 7,8 % между третьим и четвертым этапом. Линия МК267, имеющая низкую влажность 19,7 % в начале эксперимента, в итоге достигла самого низкого процента влажности (9,9 %) и теряла по 2,5 % влаги зерном на всех стадиях.

В 2021 г. наибольшая влажность зафиксирована у линий AS6022 (38,8 %) и AG4992 (37,5 %) и достигла на завершающей стадии влажности 24,3 % и 15,5 % соответственно. Как видно, линия AG4992 имела очень высокий показатель водоотдачи зерном и в среднем она потеряла 5,5 %, а линия AS6022 только 3,6 %. Наименьший процент отдачи

влаги между третьим и четвертым этапами определения составил 0,5 % в сутки у линии РНР38.

Линия МК267 с самой низкой начальной влажностью 28,4 % достигла таковой в конце эксперимента, показав 15,2 % и среднюю влагоотдачу 3,3 % в сутки.

Интенсивность высухания зерна определяли в периоды между отбором проб, а физиологическая зрелость линий обычно наступала между вторым и третьим этапами определения влажности. Данная методика позволила установить, что динамика высухания зерна не является линейной, а интенсивность отдачи влаги изменяется по мере созревания зерна кукурузы (таблица 3).

Таблица 3 – Интенсивность высухания зерна у среднеспелых линий кукурузы, % в сутки (2019 г. и 2021 г.)

| Линия   | Период между этапами |        |        |      | Среднее |
|---------|----------------------|--------|--------|------|---------|
|         | I–II                 | II–III | III–IV | IV–V |         |
| AG 8383 | 3,9                  | 3,2    | 0,9    | 0,7  | 2,2     |
| AG 5845 | 3,5                  | 3,1    | 3,5    | 0,9  | 2,7     |
| МКР 55  | 1,8                  | 2,3    | 2,8    | 1,8  | 2,1     |
| МКР 56  | 1,8                  | 4,3    | 2,8    | 1,2  | 2,5     |
| РН 207  | 2,0                  | 4,3    | 1,7    | 1,6  | 2,4     |
| AG 6015 | 1,8                  | 5,2    | 1,6    | 1,8  | 2,6     |
| AS 525  | 3,3                  | 3,5    | 2,5    | 1,2  | 2,6     |
| AS 528  | 2,4                  | 2,8    | 3,0    | 3,4  | 2,9     |
| AS6751  | 1,5                  | 6,0    | 3,2    | 2,5  | 3,3     |
| AS6063  | 2,2                  | 2,2    | 4,4    | 3,3  | 3,0     |

Установлено, что наибольший интерес для улучшения представляют генотипы с высокой скоростью потери влаги после наступления физиологического созревания, т. е. после прекращения накопления сухого вещества в зерне. Высокая скорость высухания зерна (3,0-3,3 % в сутки) после наступления физиологического созревания отмечена у самоопыленных среднеспелых линий кукурузы AS6063, AS6751. Остальные линии в этом наборе сохраняли интенсивность высухания зерна от 2,1 % до 2,9 % в сутки.

Инбредными среднепоздними линиями с интенсивным темпом потери влаги зерном были AS587 с 3,6 % и AG4992 с 3,8 % в сутки (таблица 4).

Линиями с наименьшей потерей влажности зерном являлись AG2448 – 2,7 %, РНР38 и MV8228 – по 2,8 % в сутки. По данным, полученным в опыте за годы изучения, можно увидеть, что в наборе

Таблица 4 – **Интенсивность высухания зерна у среднепоздних линий кукурузы, % в сутки (2019 и 2021 г.)**

| Линия   | Период между этапами |        |        |      | Среднее |
|---------|----------------------|--------|--------|------|---------|
|         | I–II                 | II–III | III–IV | IV–V |         |
| AG 2448 | 1,5                  | 4,3    | 3,4    | 1,9  | 2,7     |
| AG 7460 | 2,5                  | 5,0    | 4,1    | 2,1  | 3,4     |
| AG 5290 | 3,2                  | 3,1    | 5,0    | 2,2  | 3,4     |
| MV 922  | 2,2                  | 3,7    | 2,8    | 2,8  | 2,9     |
| MK 267  | 1,5                  | 4,9    | 3,3    | 1,9  | 2,9     |
| AS 587  | 1,7                  | 5,2    | 4,2    | 3,3  | 3,6     |
| AG 4992 | 3,5                  | 5,5    | 4,5    | 1,9  | 3,8     |
| AS6022  | 3,1                  | 2,5    | 5,4    | 2,8  | 3,5     |
| RHP38   | 3,4                  | 1,7    | 0,6    | 5,6  | 2,8     |
| MV8228  | 3,0                  | 3,5    | 2,0    | 2,7  | 2,8     |

среднеспелых линий наибольшую скорость отдачи воды зерном имеет линия AS6751, а линия МКР55 показала наименьший процент потери влаги.

Среди среднепоздних линий хорошей интенсивностью высухания зерна отличалась линия AG4992, а наименьшая скорость потери влаги отмечена у линий AG2448, RHP38 и MV8228.

### **Литература**

1. Асыка, Ю.А. Подбор исходного материала с целью создания гибридов кукурузы с быстрой потерей влаги зерном при созревании: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / ВСГИ. – Одесса, 1985. – 20 с.
2. Игнатъев, А.С. Оценка нового исходного материала при создании среднеранних и среднеспелых гибридов кукурузы с интенсивным высушиванием зерна: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Рассвет, 2011.

### ***INTENSITY OF GRAIN MOISTURE LOSS OF INBRED MAIZE LINES IN THE PROCESS OF MATURING***

*A.Spynu*

*The intensity of grain drying of inbred maize lines during five periods of moisture determination was studied. The lines with the best rate of grain moisture loss at the ripening stage were identified. Taking into account the dynamics of moisture loss the initial material was selected which had both a high grain yield and a rapid return of moisture at the physiological maturity stage.*

## ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЦЕННОСТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ГИБРИДОВ ВОСКОВИДНОЙ КУКУРУЗЫ

**С.П. Аннаев<sup>1</sup>, А.М. Кагермазов<sup>1</sup>, А.В. Хачидогов<sup>1</sup>, М.Р. Фирсова<sup>2</sup>, Э.Б. Хатефов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН, Россия. e-mail: kbniish2007@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Россия. \*e-mail: haed1967@rambler.ru*

Одним из инновационных направлений развития агропромышленного комплекса является глубокая переработка зерна, базирующаяся на передовых технологиях и технических средствах. В технологической цепочке при глубокой переработке зерна кукурузы процесс выработки крахмала происходит с выделением из зерна зародыша, замочной воды, клетчатки. В последующих этапах дальнейшей переработки из побочной продукции в виде зародыша получают кукурузное масло, из белка и клетчатки ценные кормовые добавки, а крахмал направляют на производство заменителей сахара в виде глюкозных и глюкозно-фруктозного сиропов, крахмальной и мальтозной патоки, кристаллической глюкозы, мальтодекстринов, а также модифицированных крахмалов [1]. Использование достижений биотехнологии предусматривает производство на основе глюкозного сиропа пищевых кислот, аминокислот, полиолов (мальтит, ксилит, сорбит) и биопластиков. С 2007 г. первое место по продажам крахмала приходится на кукурузный крахмал, который занимает более 50 % мирового рынка. На втором месте со значением 30% мирового рынка занимает маниоковый крахмал. Третье место прочно занимает крахмал, получаемый из картофеля (не более 7%). На российском рынке крахмалов и крахмалопродуктов более 80 % занимает кукурузный крахмал, который имеет ряд преимуществ по технологичности и качеству сырья перед картофельным [2, 3]. Для производства крахмала из кукурузного зерна чаще всего используют сорта и гибриды кукурузы, характеризующиеся высоким содержанием крахмала, который состоит до 80 % из амилопектина и до 20 % из амилозы. Различия между этими двумя крахмалами сводятся к тому, что амилозный крахмал имеет прямолинейную структуру полимерной цепи, тогда как амилопектиновый разветвленную. По данным Ассоциации российских производителей крахмалопаточной продукции, в России работают 10 кукурузокрахмальных комбинатов.

Ежегодно отрасль осваивает около 1,5 млн т зерна, из них почти 1 млн т кукурузы и 500 тыс. т пшеницы [4]. Большая часть кукурузного зерна производится из гибридов зарубежной селекции с высоким содержанием крахмала в зерне. Важным элементом, повышающим рентабельность производства крахмала при глубокой переработке зерна на крахмал, является значение высокой доли зародыша и содержания в зародыше белка с незаменимыми аминокислотами и масла с полиненасыщенными жирными кислотами. Для получения высококачественного сырья с целью производства крахмалопродуктов необходимо проведение селекционной работы, направленной на получение гибридов с высоким содержанием в зерне крахмала (амилопектиновый, амилозный). Преимущество остается за гибридами, характеризующимися высокой долей побочной продукции с ценным биохимическим составом в виде незаменимых аминокислот в белках и незаменимых (полиненасыщенных) жирных кислот в жирах, находящихся в зародыше зерновки.

Исследования проводили в 2007-2009 гг. в предгорной зоне Кабардино-Балкарии на территории ОПХ «Нартан» Института сельского хозяйства КБНЦ РАН. В исследования были вовлечены 11 линий коллекции ВИР и 9 линий селекции КБНИИСХ. Фенологические наблюдения и учет урожая линий кукурузы и их гибридов проводили по методике ВИР [5], дисперсионный анализ проведен по методике Б. А. Доспехова [6].

Экспериментальные гибридные комбинации восковидной кукурузы с участием линий ВИР и ИСХ КБНЦ РАН характеризуются высокой урожайностью при 100 % содержании в зерне амилопектинового крахмала. Выделены 20 перспективных для ведения промышленного семеноводства гибридные комбинации, показавших значения урожайности зерна в пределах от 9,37 т/га до 11,66 т/га при стандартном значении 9,22 т/га в среднем за 2 года испытаний ( $НСР_{05}=0,68/0,79$ ). Выдающимися значениями урожая зерна, превысившими на 3 значения  $НСР_{05}$ , были комбинации 94-71 и 90-15 с урожайностью зерна 11,47 т/га и 11,66 т/га соответственно. На формирование максимального урожая зерна влияют сочетание признаков максимальной длины и числа зерен в рядке початка с максимальным диаметром и числом зерен рядов зерен на початке. Дополнительное влияние на увеличение урожая зерна оказывает действие максимальной выраженности признака массы 1000 зерен. В комплексе все эти признаки способствовали формированию высокого урожая зерна у двух (94-71 и 90-15) гибридных комбинаций.

## Литература

1. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. – М., 2012. – С. 8-28.
2. Сарбашева, А.И. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы с изменённым биохимическим составом зерна / А.И. Сарбашева, Э.Б. Хатефов, В.В. Шорохов // Сб. научн. тр. КБНИИСХ / КБНИИСХ. – Нальчик, 2008. – С. 47-51.
3. Шорохов, В.В. Селекция и хозяйственное использование восковидной кукурузы в Кабардино-Балкарии / В.В. Шорохов. – Нальчик: Ч.П. Полиграфия, 2009. – 92 с.
4. Корабут Т. по данным аналитического центра «Агроинвестор»). <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/32529-trudnosti-peredela/> [дата обращения 04.10.2019].
5. Шмарав, Г.Е. Методические указания по изучению и поддержанию образцов коллекции кукурузы / Г.Е. Шмарав, Г.В. Матвеева. – Л: ВИР, 1985).
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 112-146.

### ***ECONOMIC VALUE OF EXPERIMENTAL WAXY CORN HYBRIDS*** ***Appaev S.P., Kagermazov A.M., Khachidogov A.V., Firsova M.R., Khatefov E.B.***

*The research on the valuable traits of new inbred lines of waxy corn was conducted in the Institute of Agriculture, KBNTs RAS on the basis of the developments made by scientists of the All-Russian Research Institute of Plant Industry named after N.I. Vavilov (VIR). Experimental hybrid combinations were obtained that showed high yields of waxy corn grain. The grain yield of the best hybrid 90-7 exceeded the standard by 4.5 t/ha with 100% content of amylopectin starch in grain. Other hybrid combinations had above standard values ranging from 1.0 to 4.0 t/ha (hybrids; 90-13, 90-7, 90-9, 91-24 91-28, 91-30, 92-41, 93-65, 94-74, 94-77 up to 1.0 t/ha, hybrids; 90-5, 90-14, 90-16, 91-21, 91-23, 94-76 up to 2.0 t/ha, hybrids; 91-29 to 3.0 t/ha, hybrids; 90-14, 91-22 to 4.0 t/ha).*

УДК 633.15

### **ХАРАКТЕР НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКА МНОГОПОЧАТКОВОСТИ КУКУРУЗЫ В ТЕСТ-КРОССАХ С ОДНОПОЧАТКОВЫМИ ЛИНИЯМИ**

***В.В. Васин, Д.С. Куцев, Э.Б. Хатефов***  
*ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова»,  
e-mail: haed1967@rambler.ru*

Растения предковой кукурузы отличались многостебельностью и многопочатковостью, как и ее дикие сородичи: теосинте и трипсакум. Впоследствии в результате эволюции и длительных отборов признак многопочатковости у кукурузы был подавлен, и современные сорта и

гибриды имеют на растении по одному початку [4]. Степень проявления двухпочатковости у кукурузы определяется генотипом и средой. Способность формировать два и более початка является биологической особенностью образца (сорта, линии или популяции), но находится в тесной связи с погодными условиями и агрофоном [3]. Было установлено, у растений склонных к развитию многопочатковости, верхние зачаточные початки уже на ранних этапах органогенеза развиваются синхронно и завершают онтогенетический цикл одновременно. По морфофизиологическим данным можно прогнозировать уровень развития многопочатковости у исходного материала уже на ранних этапах органогенеза и устанавливать потенциал продуктивности двухпочатковых генотипов кукурузы [5].

Результаты изучения урожайности многопочатковых линий и их тест-кроссов показывают, что двухпочатковые формы не только не уступают, но и довольно значительно превосходят по урожайности зерна и числу початков, формы, полученные от однопочатковых растений. По своей структуре первые початки многопочатковых растений бывают достаточно крупными и в целом не уступают початкам, полученным с однопочатковых растений, но в случае синхронного цветения всех початков, между ними нет существенных различий [2]. Двухпочатковые гибриды могут повышать урожай зерна с единицы площади до 40-80 %, отличаются повышенной засухоустойчивостью, как правило, высокорослые, имеют прочный стебель, лучшую облиственность и более развитые мужские соцветия, чем однопочатковые формы. В благоприятные годы такие генотипы могут закладывать по 2-3 початка, а при неблагоприятных условиях дают значительно меньше бесплодных растений [1].

Испытание гибридного потомства проводили в степной зоне Кабардино-Балкарии на территории ИПА «ОТБОР» в 2020 г. Коэффициент многопочатковости  $k_{мп}$  определяли подсчетом числа початков собранных с делянки и разделенных на число растений на делянке. В тест-кроссах было задействовано 52 линии многопочатковой кукурузы селекции ВИР, в качестве стерильной материнской формы была использована однопочатковая линия ГК26М. Ранжирование линий по типу передачи потомству признака многопочатковости проводили по схеме:

1-группа –  $F_1$  гибриды с  $k_{мп}$  = материнского типа (не более 1,0 початка);

2-группа –  $F_1$  гибриды с  $k_{мп}$  = промежуточного типа (от 1,1 до 1,5 початков);

3-группа – F<sub>1</sub> гибриды с  $k_{\text{мп}}$  = отцовского типа (от 1,6 до 2,0 початков);

4-группа – F<sub>1</sub> гибриды с  $k_{\text{мп}}$  = гетерозисного типа (более 2,0 початков).

Изучение части набора (52 образца) в тесткрассах с однопочатковой линией показало, что образцы распределились по 4 возможным группам, из которых 9 образцов отнесены к материнскому типу и формируют не более 1 початка, 26 образцов отнесены к промежуточному типу и формируют от 1,1 до 1,5 початков на растении, 11 образцов отнесены к отцовскому типу и формируют от 1,6 до 2,0 початков на растении и 6 образцов гетерозисного типа, характеризующихся более чем 2 початками на растении.

Проводимые исследования коллекции кукурузы ВИР свидетельствуют, что возможности использования имеющихся источников в гетерозисной селекции гибридов различных групп спелости далеко не исчерпаны и зависят от наличия генетического разнообразия исходного материала.

#### Литература

1. Фесенко, И.В. Создание и изучение исходного материала для селекции кукурузы на двухпочатковость в условиях юга УССР: дис. канд. с.-х. наук 06.01.05 / И.В. Фесенко. – Одесса, 1984. – 197 с.
2. Хатефов, Э.Б. Селекция новых линий кукурузы на основе доноров многопочатковости из коллекции кукурузы ВИР / Э.Б. Хатефов [и др.] // Международные научные исследования. – Москва, 2017. – 2(31). – С.115-119.
3. Хатефов, Э.Б. Селекция многопочатковой кукурузы с синхронным цветением початков на основе отдаленных гибридов с теосинте // Э.Б. Хатефов [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2020. – №1. – Э.Б. Хатефов [и др.]. С. 1-11 DOI: 10.25715/KS.2020.1.57954
4. Liu J., Fernie A.R., Yan J. The Past, Present, and Future of Maize Crop Improvement: Domestication, Genomics, and Functional Genomic Routes toward Crop Enhancement. *Plant Communications*. 2020:1(1).
5. Паритов, А.Ю. Селекция на многопочатковость как один из методов повышения урожайности кукурузы / А.Ю. Паритов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. – №12;1(3). – С.791-794.

#### **BREEDING OF MULTICOB CORN LINES BASED ON THE INITIAL BREEDING MATERIAL OF DISTANT HYBRIDS OF CORN WITH TEOSINTE**

**V.V. Vasipov, D.S. Kutsev, E.B. Hatefov**

*The expansion of the genetic polymorphism of corn in order to increase its productivity by involving multicob genotypes in the selection is relevant. In the steppe zone of Kabardino-Balkaria, on the territory of IPA OTBOR, in 2020, 52*

hybrids between multi-cob and single-cob corn lines were tested. The selection valuable traits were taken into account; the coefficient of multicob (*kmp*) was calculated for the original lines and their hybrid progeny with a single ear tester with ranking of the type of inheritance of the trait of multicob in 52 accessions of parental lines. Ranking of 52 samples according to the results of the test cross showed that 9 samples are of the maternal type (no more than 1 ear), 26 samples are of the intermediate type (from 1.1 to 1.5 ears per plant), 11 samples are of the paternal type (from 1.6 to 2, 0 ears per plant), and 6 accessions are of heterotic type (more than 2 ears per plant).

УДК 633.15;631.524/.527

## СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ГАПЛОИНДУКТОРНЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ДИГАПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ

*А.В.Ульянов<sup>1</sup>, А.В. Карлов<sup>2</sup>, Э.Б. Хатефов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»,  
Россия, e-mail:haed1967@rambler.ru

<sup>2</sup>ФКУЗ "Российский научно-исследовательский противочумный институт "МИКРОБ" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека», Россия,  
e-mail:dra29399@gmail.com

Гаплоиндукторы кукурузы (2n) представляют собой специализированные, высокофертильные линии, которые в результате гибридизации с диплоидным растением способствуют развитию с небольшой частотой (5-10 %) гаплоидного (1n). Гаплоидные растения кукурузы служат источником дигаплоидных (2n) линий со 100 % гомозиготностью по всем аллелям генов в геноме для гибридной селекции. Благодаря определенной частоте гаплоиндуцирующей способности (нарушения фертильности одного из спермиев) у гаплоиндуктора, часть этих гибридных зерновок имеет гаплоидное (1n) число хромосом в зародыше при формировании полноценного триплоидного (3n) гибридного эндосперма. При этом триплоидный генотип клеток эндосперма развивается у зерновок одинаково как с гаплоидным, так и с диплоидным зародышем. Механизм гаплоиндукции происходит в гетерозиготных пыльцевых зернах и сводится к тому, что один из двух спермиев, участвующих в оплодотворении, нормальный (фертильный), а другой аномальный (элиминирующийся с аллелью гена *ZmPLA1*). В момент выхода из пыльцевой трубки нормальный спермий может оплодотворить либо яйцеклетку, либо полярное ядро, а аномальный после стимулирования первого митоза полностью элиминируется. При оплодотворении нор-

мальным спермием яйцеклетки развивается нормальная зерновка с диплоидным гибридным (2n) зародышем. В случае оплодотворения нормальным спермием полярного ядра развивается нормальная зерновка с гаплоидным (1n) зародышем. При этом аномальный спермий может стимулировать разрыв каллозной оболочки у яйцеклетки и сливаться с геномом реципиента, но в дальнейшем элиминируется после нескольких мейотических делений. Делящиеся клетки эндосперма из оплодотворенной полярной клетки стимулируют рост гаплоидной ткани зародыша. В итоге развивается триплоидный эндосперм и гаплоидный зародыш [1]. Наиболее распространенным геном, используемым в современных гаплоиндукторах кукурузы являются гены, локализованные в *qhir1*, *qhir11*, *qhir12* регионах хромосомы 1 [2], в сочетании с маркерным геном антоциановой окраски зерновки и зародыша *R1-nj*, а также антоциановой окраски растения *A1*, *P11* и *B1*. Источником доминантного цветового маркера у гаплоиндукторов служит генетический комплекс *R1 - Navajo (R1-nj)*, который экспрессируется в алейроне (самом внешнем слое эндосперма кукурузы), а также в зародыше (щитке), в отличие от иных генотипов, которые обычно не имеют какой-либо окраски антоцианом зародыша или эндосперма. Таким образом, *R1-nj* в качестве доминантного цветового маркера помогает в дифференцировке гаплоидных зерновок (окрашенные маркером зерновки и неокрашенным щитком и зародышем) от диплоидных зерновок (окрашенные антоциановый маркером зерновка и щиток с зародышем).

Исследования проведены в период с 2008 г. по 2020 г. на селекционно-опытных участках Института сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра РАН, Инновационно-производственной агрофирмы «Отбор», Института кукурузы Ляонинской сельскохозяйственной академии (LAAS, КНР). В исследования по созданию линий-гаплоиндукторов были вовлечены источники и доноры из генетической коллекции ВИР генов *ig* (C-622), высокой частоты гаплоиндукции «High haploidy inducer line» (C-453), *R-nj* (C-221, C-222, C-799), высокомасличности «High oil» (C-474), *B1* (Booster1 C-905, C-911, C-916, C-917) и *P11* (C-905, C-924, C-925) и многие другие, контролирующие окраску пыльников, стебля, стержня, перикарпа и колеоптиля зерновки. Оценка частоты гаплоиндукции производили в тесткроссах на стерильные и фертильные подвиды кремнистой ( $F_7$ ) и зубовидной (Гк26) кукурузы. Подсчет частоты гаплоиндукции проводили на сухих зерновках гибридных початков с последующей коррекцией после проращивания предполагаемых гаплоидных зерен и браковки гибридных диплоидных генотипов. Параллельно с подсчетом частоты гаплоин-

дукции проводили визуальную оценку качества маркирования зерновки и проростков гибридных зерновок.

В результате проведенных исследований выделены 60 образцов, характеризующихся высокой (5-7 %) частотой гаплоиндукции. Выделенные гаплоиндукторные линии характеризуются дифференцированной способностью к качеству маркирования антоциановыми маркерами зубовидной и кремнистой подвидов кукурузы, а также различных частей зерновки и проростка при гибридизации с тестерами. Следует отметить, что на кремнистых подвидах тестеров фенотипическое проявление маркеров антоциановой окраски зерна и проростка ингибируются генами *C1-I*, *C2-Idf*, *In1-D*.

### Литература

1. Jacquier, N.M.A., Gilles, L.M., Pyott, D.E. et al. Puzzling out plant reproduction by haploid induction for innovations in plant breeding. *Nat. Plants* 6, 610–619 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41477-020-0664-9>

2. Hu H, Schrag T. A., Peis R., Unterseer S., Schipprack W., Chen Sh., Lai J., Yan J., Prasanna B. M., Nair S. K., Chaikam V., Rotarencu V., Shatskaya O.A., Zavalishina A., Scholten S., Schön Ch.-C., Melchinger A. E.. The Genetic Basis of Haploid Induction in Maize Identified with a Novel Genome-Wide Association Method. *Genetics*, 2016; 202 (4): 1267-1276 <https://doi.org/10.1534/genetics.115.184234>

### **CREATION OF EFFECTIVE HAPLOINDUCTOR MAIZE LINES FOR BREEDING DIHAPLOID LINES**

**A.V. Ulyanov, A.V. Karlov, E.B. Khatefov**

*The use of haploinductors and dihaploid selection accelerates the breeding process of hybrid maize by 2.5-3 times. Lines of maize haploinducers with a high frequency (5-7%) of haploinduction and effective marker properties were created through the use of the R-nj, Booster1, Purple1 genes. The results of test crosses for dentate and siliceous subspecies of corn showed an inhibitory effect on the phenotypic manifestation of anthocyanin markers of alleles of the C1-I, C2-Idf, In1-D genes present in the genome of siliceous subspecies. 60 genotypes of haploinduction lines with good marker properties in combination with a high frequency of maize haploinduction have been identified.*

**ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СТЕБЛЯ  
ЯРОВОГО РАПСА (*Brassica napus oleifera aestiva (annua)* Metzger)**

*А.Н. Павловская*

*Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию  
alina.pavlik1996@gmail.com*

Повышение урожайности рапса в производстве является одной из основных проблем селекции этой культуры и стабилизации производства маслосемян в Беларуси. По мере повышения продуктивности пахотных земель и применения высоких доз минеральных удобрений появилось противоречие между производительной способностью поля и устойчивостью посевов к полеганию. Решение этой проблемы весьма не просто, так как само по себе явление полегания является результатом действия многих факторов. Высокие дозы азотных удобрений, недостаточное количество органических, завышенные нормы высева являются основными агротехническими факторами, вызывающими полегание [1]. Полегание рапса нарушает равномерность цветения и созревания, снижает завязываемость плодов и семян, массу 1000 семян и их качество, затрудняет механизированную уборку [2].

Различают как физиологические, так и обусловленные неблагоприятными погодными условиями, причины полегания посевов. Влияние метеорологических условий, в особенности избытка влаги во время цветения, приводящего к полеганию, зачастую имеет место и у рапса. Суммирование экспериментальных данных и анализ причин, вызывающих полегание, дает основание считать, что это генетически обусловленное свойство, проявляющееся в виде реакции сорта на конкретные условия роста. В борьбе с полеганием ведущая роль должна принадлежать селекции, агротехника же призвана обеспечивать оптимальные условия возделывания культуры [3].

На связь устойчивости стебля к полеганию с анатомо-морфологическими признаками обращали внимание многие ученые. Так Л.Л. Декапрелевич (1965), С.В. Рабинович (1966), (1965) Родионова Н.А. установили прямую зависимость между устойчивостью к полеганию и величиной отношения высоты стебля к его диаметру. И.В. Лукьянова (2008) обращала внимание на конусность, т.е. интенсивность изменения толщины стебля снизу – вверх. Таким образом, можно предположить, что высота растений и особенности анатомического строения стебля являются определяющими признаками отбора генотипов рапса для создания устойчивых к полеганию сортов и гибридов.

Исследования проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», объектом исследований служили отечественные сорта и перспективные образцы ярового рапса.

Отбор и фиксацию материала для изучения особенностей анатомического строения стебля проводили в фазу цветения по общепринятым методикам цитологических исследований [4]. Подготовленный материал фиксировали в уксусном спирте (70 % этиловый спирт, глицерин, ледяная уксусная кислота) [5]. Отобранный материал хранили до проведения анатомических исследований при температуре +4 °С. Поперечные срезы толщиной 50-80 мкм выполняли вручную лезвием безопасной бритвы, окрашивали флороглюцином, который обеспечивает красно-бурую окраску лигнифицированных гистологических структур стебля, помещали их на предметное стекло и накрывали покровным стеклом с добавлением глицерина.

Изучение препаратов проводили с использованием оптического микроскопа Nikon Eclipse 50i, видеокамеры Nikon DS-Fi1, преобразователя сигналов Nikon digital sight и компьютера. Измерения на микропрепаратах проводили в 3-х-кратном повторении.

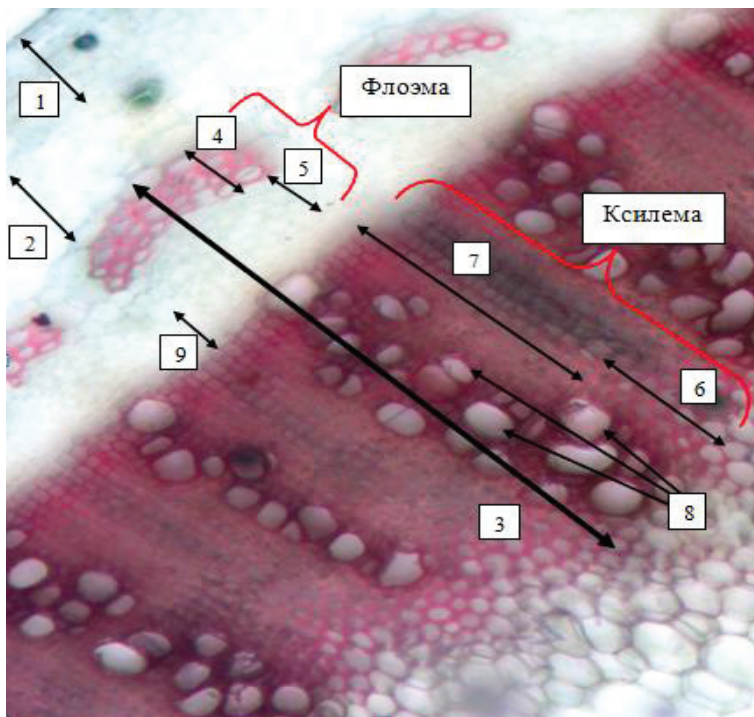
Анализ результатов исследований по изучению особенностей анатомического строения стебля сортов и образцов ярового рапса показал, что по развитию механической и проводящей системы они имеют единство и различия. Изучаемые образцы отличаются числом и размером проводящих пучков, сосудов ксилемы, количеством рядов клеток первичной коры (колленхимы) и др. Анатомическое строение стебля ярового рапса представлено в виде поперечного среза части 2-го междоузлия (рисунок).

Число проводящих пучков паренхимы у данного междоузлия в среднем составило 61 шт., а их площадь была равна 65,80 мкм<sup>2</sup>. Диаметр межпучкового камбия в среднем был равен 71 мкм, а количество рядов клеток первичной коры изменялось от 8 до 12 шт. Площадь сосудов в среднем составила 9025,67 мкм<sup>2</sup>, количество сосудов ксилемы пучка – 18 шт. Размер первичной коры составил 154,84 мкм, паренхима первичной коры – 112,33 мкм.

Таким образом, по изученным анатомическим показателям стебля ярового рапса показано, что он имеет развитую механическую и проводящую системы, по которым следует отбирать генотипы, отличающиеся повышенной устойчивостью к полеганию.

#### Литература

1. Рапс России / В.А. Федотов, С.В. Гончаров, В.П. Савенков. – Москва : Агролига России, 2008. – 328 с.



**Рисунок – Фрагмент анатомического строения стебля 2-го междоузлия ярового рапса: (1 – первичная кора (колленхима), *п.к.*; 2 – паренхима первичной коры, *п.*; 3 – проводящий пучок, *ПП.*; 4 – первичная флоэма пучка, *п.фл.*; 5 – вторичная флоэма пучка, *в.фл.*; 6 – первичная ксилема, *п.кс.*; 7 – вторичная ксилема, *в.кс.*; 8 – сосуды ксилемы; 9 – межпучковый камбий, *м.кмб.*)**

2. Рапс яровой : основы селекции : [монография] / В.В. Карпачев ; Российская академ. сельскохозяйственных наук, Гос. научное учреждение Всероссийский научно-исслед. и проектно-технологический ин-т рапса. – Липецк : ГНУ ВНИПТИ рапса, 2008. – 236 с.

3. Кунакбаев, С.А. Селекция и семеноводство озимой пшеницы и озимой тритикале / С.А. Кунакбаев, Н.И. Лещенко, А.Х. Шакирзянов: сб. 80 лет Башкирскому научно-исследовательскому институту земледелия и селекции полевых культур. – Уфа, 1994. – С. 29-38.

4. Практикум по цитологии растений : [По спец. «Агрономия»] / З. П. Паушева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1988. – 270 с.

5. Тетерятченко, К. Г. Анатомический метод оценки исходного материала мягкой озимой пшеницы на продуктивность, морозостойкость и устойчивость

**PECULIARITIES OF THE ANATOMIC STRUCTURE OF SPRING RAPE  
STEM (*Brassica napus oleifera aestiva (annua)* Metzger)**

*A.N. Pavlovskaya*

*The study of the anatomic indicators of spring rape stem shows that it has well developed mechanical and conducting systems which are used for selecting genotypes with a high resistance to lodging.*

УДК 633.521:631.52:577.21

**МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИДОВ ЛЬНА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SSR-МАРКЕРОВ**

**В.А. Лемеш<sup>1</sup>, Е.В. Лагуновская<sup>1</sup>, В.И. Сакович<sup>1</sup>, А.А. Буракова<sup>1</sup>, А.Н.  
Левчук<sup>2</sup>, Ю.А. Махно<sup>2</sup>, В.Н. Никонова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт генетики и цитологии НАН Беларуси,

<sup>2</sup>Институт масличных культур НААН Украины

*e-mail: [e.antonenko@igc.by](mailto:e.antonenko@igc.by)*

Естественное внутривидовое генетическое разнообразие льна (*L. usitatissimum*) невелико, что является следствием как самоопыления, так и ограниченного числа исходных форм для скрещивания, используемых при создании современных сортов. Выявить генетическое разнообразие и установить уровень генетической изменчивости исходного и селекционного материала льна можно с помощью гипервариабельных микросателлитов, которые представляют собой универсальную систему генетических маркеров для анализа наследуемых изменений на уровне ядерной ДНК [1].

Материалом для исследований служили сорт культурного льна Південна ніч (*L. usitatissimum*) и 6 диких видов (*L. perenne*, *L. austriacum*, *L. squamulosum*, *L. tenue*, *L. hirsutum*, *L. thracicum*).

Выделение ДНК осуществляли из проростков льна. Анализ полиморфизма микросателлитов проводили с использованием ПЦР с 15 флуоресцентно-мечеными праймерами: Lu2589\_93, Lu3280\_864\*, Lu2463\_70, Lu2863\_188 (метка FAM); Lu2457a\_66, Lu2292\_36, Lu2739\_140\*, Lu2725\_137 (метка R6G); Lu2633\_102, Lu2008\_324, Lu2612\_97\*, Lu2354\_40\* (метка TAMRA); Lu2557\_82, Lu2832\_175, Lu2332\_38 (метка ROX) [2].

Из 15 исследованных SSR-маркеров для сорта Південна ніч 10 оказались монолокусными, 5 – мультилокусными (Lu2457a\_66, Lu2292\_36, Lu3280\_864\*, Lu2332\_38, Lu2332\_38 Lu2863\_188). Всего у

сорта выявлено 25 аллелей по 15 локусам. Размер аллелей варьировал от 167 п.н. для локуса Lu2457a\_66 до 462 п.н. для локуса Lu2832\_175.

При анализе образцов 6 диких видов льна с использованием этих же SSR-маркеров 2 маркера (Lu2739\_140\*, Lu2612\_97\*) оказались монолокусными, 13 – мультилокусными. Всего выявлено 121 аллель: 19 аллелей у образцов *L. perenne*, 19 аллелей у *L. austriacum*, 11 аллелей у *L. tenue*, 20 аллелей у *L. squamulosum*, 27 аллелей у *L. thracium* и 25 аллелей у *L. hirsutum*. Размер аллелей варьировал от 121 п.н. для локуса Lu2457a\_66 у *L. thracium* до 442 п.н. для локуса Lu2354\_40\* у *L. perenne*.

Установлено, что некоторые микросателлитные локусы, идентифицированные для культурного льна, не выявлялись у диких видов льна. В частности, локус Lu2463\_70 *L. usitatissimum*, не обнаружен ни у одного из исследуемых диких видов. Кроме того, для *L. perenne* не выявлялись локусы Lu2008\_324; Lu3280\_864\* и Lu2612\_97\*. У образцов *L. austriacum* отсутствовали локусы Lu2008\_324, Lu2832\_175, Lu3280\_864\*, Lu2332\_38. У *L. tenue* не обнаружены локусы Lu2589\_93, Lu2008\_324, Lu2292\_36, Lu2832\_175, Lu3280\_864\*, Lu2612\_97\*. У *L. squamulosum* не выявлены локусы Lu2832\_175, Lu3280\_864\*, Lu2463\_70. У *L. thracium* отсутствовал локус Lu2008\_324, а у *L. hirsutum* – локусы Lu2008\_324, Lu3280\_864\* и Lu2612\_97\*. Отсутствие определенных микросателлитных локусов у диких видов льна по сравнению с культурным льном *L. usitatissimum*, вероятно, связано с различием в количестве хромосом у диких и культурных видов.

Для исследованных видов льна составлены генетические паспорта, содержащие информацию о количестве и размере аллелей локусов, и представляющие собой молекулярно-генетическую формулу, где каждому генетическому локусу соответствует буквенный код (А – Lu2589\_93, В – Lu2457a\_66, С – Lu2633\_102, D – Lu2008\_324, Е – Lu2292\_36, F – Lu2557\_821, G – Lu2832\_175, H – Lu3280\_864\*, I – Lu2739\_140, J – Lu2725\_137, K – Lu2332\_38, L – Lu2612\_97\*, M – Lu2463\_70, N – Lu2863\_188, O – Lu2354\_40\*), а индекс означает размер аллеля данного локуса (таблица 1).

Таким образом, получены новые данные об аллельном составе микросателлитных локусов у сорта культурного льна Південна ніч и 6 диких видов рода *Linum* и впервые осуществлена генетическая паспортизация сорта культурного льна Південна ніч и образцов диких видов льна с использованием 15 SSR-маркеров.

*Работа выполнена при поддержке БРФФИ (договор Б21УКРГ-008).*

Таблица 1 – Генетические паспорта образцов разных видов льна

| Вид рода <i>Linum</i>                       | Генетический паспорт образца  |
|---|---|
| <i>L. usitatissimum</i> (сорт Південна ніч) | A <sub>184</sub> B <sub>167,191,214,235,261</sub> C <sub>225</sub> D <sub>188</sub> E <sub>222,356,428</sub> F <sub>224</sub> G <sub>462</sub><br>H <sub>232,309</sub> I <sub>280</sub> J <sub>345</sub> K <sub>248,272</sub> L <sub>270</sub> M <sub>247</sub> N <sub>210,262,334</sub> O <sub>305</sub> |
| <i>L. perenne</i>                           | A <sub>126,185</sub> B <sub>168,190,214,220,248</sub> C <sub>252</sub> E <sub>245</sub> F <sub>232,308</sub> I <sub>246</sub> J <sub>249</sub><br>K <sub>319,390</sub> N <sub>359,380,415</sub> O <sub>442</sub>  |
| <i>L. austriacum</i>                        | A <sub>126,185,196</sub> B <sub>214,220,306,324</sub> C <sub>252</sub> E <sub>246</sub> F <sub>308</sub> I <sub>247</sub> J <sub>298,311</sub> L <sub>339</sub> N <sub>349,360,382,415</sub> O <sub>439</sub>   |
| <i>L. tenue</i>                             | B <sub>190,213</sub> C <sub>128</sub> F <sub>214</sub> I <sub>243</sub> J <sub>298,346</sub> K <sub>143</sub> N <sub>228,334</sub> O <sub>439</sub>   |
| <i>L. squamulosum</i>                       | A <sub>126</sub> B <sub>214,220,306,325</sub> C <sub>252</sub> D <sub>175,187</sub> E <sub>246</sub> F <sub>309</sub> I <sub>401</sub> J <sub>312</sub> K <sub>144</sub><br>L <sub>330</sub> N <sub>278,349,363</sub> O <sub>383,390,440</sub>  |
| <i>L. thracium</i>                          | A <sub>126,189</sub> B <sub>121,164,212,222,316</sub> C <sub>252,319,329</sub> E <sub>246</sub> F <sub>194</sub> G <sub>287,320</sub><br>H <sub>143,184</sub> I <sub>384</sub> J <sub>238</sub> K <sub>146,295,310</sub> L <sub>273</sub> N <sub>216,234,379,393</sub> O <sub>440</sub>                   |
| <i>L. hirsutum</i>                          | A <sub>189</sub> B <sub>167,191,213,235,285,349</sub> C <sub>123,225,263</sub> E <sub>197,245,356</sub> F <sub>186,307</sub><br>G <sub>407</sub> I <sub>202</sub> J <sub>251,307,345,373,375</sub> K <sub>289</sub> N <sub>339</sub> O <sub>299</sub>   |

### Литература

1. Hoque, A. Genetic diversity analysis of a flax (*Linum usitatissimum* L.) global collection /A. Hoque, J.D. Fiedler, M. Rahman // [Electronic resource] – BMC Genomics. – 2020. – Vol. 21. – Art. 557. – Mode of access: <https://bmcbgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-020-06922-2>.
2. Integrated consensus genetic and physical maps of flax (*Linum usitatissimum* L.) / S. Cloutier [et al.] // 2012. – Theor Appl Genet. – Vol. 125, № 8. – P. 1783-1795.

### MOLECULAR AND GENETIC ANALYSIS OF FLAX SPECIES USING SSR MARKERS

V.A. Lemesh<sup>1</sup>, E.V. Lagunovskaya<sup>1</sup>, V.I. Sakovich<sup>1</sup>, A.A. Burakova<sup>1</sup>, A.N. Levchuk<sup>2</sup>, Yu.A. Makhno<sup>2</sup>, V.N. Nikonova<sup>2</sup>

*Molecular and genetic analysis of the cultivated flax variety Pivdenna nich (L. usitatissimum) and the accessions of 6 wild flax species using 15 SSR markers showed that a number of SSR loci identified for cultivated flax L. usitatissimum were not identified in the wild species under study. The DNA passports of the variety Pivdenna nich and the accessions of 6 wild species of the genus Linum were prepared: L. perenne, L. austriacum, L. tenue, L. squamulosum, L. thracium, and L. hirsutum.*

## ОЦЕНКА СОРТОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПО ПАРАМЕТРАМ АДАПТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*В.З. Богдан, Т.М. Богдан, М.А. Литарная, С.А. Иванов*

*РУП «Институт льна», e-mail: [tatiana-bogdan2016@yandex.by](mailto:tatiana-bogdan2016@yandex.by)*

Урожайность – это главное свойство сортов, по которому дают оценку для внедрения их в производство. Урожайность – результат проявления всех биологических признаков и свойств сортов в конкретных условия года (среды), проявления приспособительных (адаптивных) свойств сортов, их пластичность и стабильность [1].

При оценке адаптивности сортов льна-долгунца определяли стрессоустойчивость (СУ), индекс стабильности (ИС) [3], коэффициент вариации (V, %) [4], пластичность (bi) [5] и гомеостатичность (Hom) [6] на основании показателя урожайности тресты, который является важным хозяйственно-полезным признаком льна-долгунца.

В 2018-2020 гг. проходили Государственное сортоиспытание два среднеспелых сорта льна-долгунца белорусской селекции: Алтын (оригинатор – РУП «Институт льна») и Стойкий (оригинатор – РУП «Могилёвская ОСХОС НАН Беларуси»). В качестве контроля для данных сортов служил сорт Алей. В 2019-2021 гг. проходили Государственное испытание два позднеспелых сорта льна-долгунца Эверест (селекции РУП «Институт льна») и Надёжный (селекции РУП «Могилёвская ОСХОС НАН Беларуси»). Сравнение хозяйственно-ценных признаков осуществляли со средним контролем (среднее между контрольными сортами: отечественным Могилёвский и зарубежным Арамис) [2].

Средняя урожайность тресты среднеспелых испытываемых сортов льна-долгунца существенно превышала сорт-контроль. Варьирование урожайности тресты по годам было средним у сортов Алей и Алтын ( $10 < V < 20$  %) и незначительным у сорта Стойкий ( $V < 10$  %). Наиболее благоприятные условия для формирования урожая тресты сложились в 2019 г. (индекс среды,  $I_j = +5,88$ ), худшие – в 2018 г. ( $I_j = -6,72$ ).

Сорт Стойкий был более стрессоустойчивым и стабильным, чем сорт-контроль Алей и Алтын, о чём свидетельствуют показатели стрессоустойчивости, гомеостатичности и индекс стабильности. Сорт Стойкий слабее реагирует на изменение условий среды ( $bi < 1$ ), поэтому его лучше использовать на экстенсивном фоне, где он даст максимум отдачи при минимуме затрат.

Сорт Алтын характеризовался как наиболее отзывчивый на улучшение условий выращивания ( $b_i > 1$ ) и отнесен к интенсивному типу сортов. Сорт Алтын требователен к высокому уровню агротехники, так как только в этом случае он даст максимум отдачи.

Средняя урожайность тресты позднеспелых сортов льна-долгунца также существенно превысила средний контроль. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности тресты были в 2020 г. ( $I_j = +5,0$ ), худшие – в 2021 г. ( $I_j = -4,23$ ).

Наиболее стрессоустойчивым и стабильным по урожайности тресты являлся сорт Надежный. Сорт Эверест характеризовался как высокопластичный, способный при благоприятных условиях формировать высокую урожайность тресты ( $b_i > 1$ ) (таблица).

**Таблица – Урожайность тресты и показатели стабильности и пластичности сортов льна-долгунца (средние данные по ГСИ)**

| Сорт                         | Урожайность тресты, ц/га | СУ, ц/га | V, % | ИС   | $b_i$ | Ном  |
|------------------------------|--------------------------|----------|------|------|-------|------|
| Среднеспелые (2018-2020 гг.) |                          |          |      |      |       |      |
| Алей (к.)                    | 50,5                     | -13,9    | 14,2 | 3,47 | 1,08  | 25,0 |
| Алтын                        | 55,1                     | -15,0    | 13,9 | 3,91 | 1,19  | 26,0 |
| Стойкий                      | 54,2                     | -8,9     | 9,2  | 5,74 | 0,73  | 64,5 |
| НСР <sub>05</sub>            | 3,5                      |          |      |      |       |      |
| Позднеспелые (2019-2021 гг.) |                          |          |      |      |       |      |
| Контроль                     | 54,8                     | 9,7      | 9,0  | 5,97 | 1,01  | 61,5 |
| Эверест                      | 56,1                     | 11,8     | 11,7 | 4,73 | 1,21  | 40,1 |
| Надежный                     | 57,9                     | 7,7      | 8,0  | 6,46 | 0,78  | 83,9 |
| НСР <sub>05</sub>            | 1,2                      |          |      |      |       |      |

По результатам государственного сортоиспытания среднеспелые сорта Алтын и Стойкий (с 2021 г.) и позднеспелые сорта Эверест и Надёжный (с 2022 г.) включены в Государственный реестр сортов по всем областям Республики Беларусь.

Таким образом, по результатам оценки адаптивных свойств сортов льна-долгунца по урожайности тресты сорта Стойкий и Надёжный характеризовались как высокостабильные; сорта Алтын и Эверест обладали высокой экологической пластичностью по данному признаку.

### Литература

1. Зыкин, В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчёт и анализ : метод. рекомендации / В.А. Зыкин, В.В. Мешков, В.А. Сапега. – Новосибирск : СибНИИСХ, 1984. – 24с.

2. Результаты испытания сортов с.-х. растений картофеля, овощных, плодовых и ягодных, рапса озимого и ярового, сои, подсолнечника, льна-долгунца и льна масличного на хозяйственную полезность в РБ за 2018-2020 годы / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» ; Минск : «ИВЦ Минфина», 2021. – С.155-164.

3. Пакудин, В.З. Оценка экологической пластичности сортов / В.З. Пакудин, Л.М. Лопатина // Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов. – М.: ВНИИТЭ-ИСХ, 1979. – С. 40-44.

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

5. Eberhar, S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhar, W.A. Russell // Crop Science, 1966. V. 6. – №1. – P. 36-40.

6. Хангильдин, В.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В.В. Хангильдин, С.В. Бирюков // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. – 1984. – №1. – С. 67-76.

***EVALUATION OF FIBRE FLAX VARIETIES WITH REGARD TO ADAPTABILITY PARAMETERS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS***

***V.Z. Bogdan, T.M. Bogdan, M.A. Litarnaya, S.A. Ivanov***

*The assessment of adaptive properties of fibre flax new varieties in terms of the yield of flax straw is carried out on the basis of the results of the State variety testing in the Republic of Belarus. It's identified that the varieties Stoiky and Nadyozhny are highly stable, the varieties Altyn and Everest are environmentally highly plastic in terms of the yield of flax straw.*

УДК 633.854.54:58.056

**ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ УРОЖАЯ СЕМЯН ЛИНИЙ ЛЬНА  
МАСЛИЧНОГО В СЕЛЕКЦИОННОМ СОРТОИСПЫТАНИИ**

***Е.В. Иванова, Е.Л. Андроник***

*РУП «Институт льна», institut\_len@tut.by*

Колебания урожайности сельскохозяйственных культур связаны с погодными условиями вегетационного периода, при этом реакция каждого генотипа на изменение условий среды весьма специфична. Методики, которые используют для оценки изменчивости признаков и свойств сельскохозяйственных растений, отличаются как по степени сложности вычислений, так и по применяемым подходам. Среди них достаточно простые (например, разность максимального и минимального значений, отнесенная к среднему значению и минимальному) и

более сложные, требующие расчета статистических показателей (вариационные коэффициенты, дисперсия, коэффициент регрессии урожайности на характеристики лет испытания и т.д.) [1].

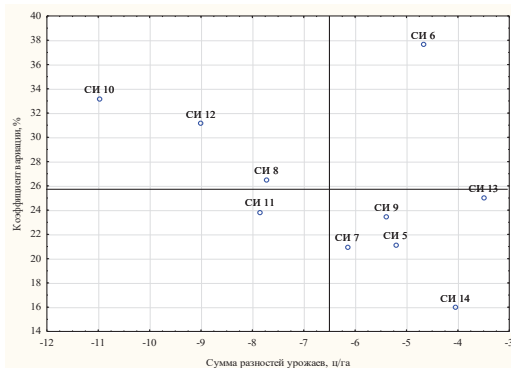
Целью исследований являлась классификация линий льна масличного по урожайности семян для более рациональной оценки их стабильности.

Исследования выполняли на опытных полях лаборатории селекции льна масличного РУП «Институт льна» в 2019-2021 гг. Объектами исследований служила 21 линия льна масличного селекционного сортоиспытания. Почва участков дерново-подзолистая, развивающаяся на среднем лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. За годы исследований среднее содержание гумуса в почве составило 1,6 %, подвижных фосфатов – 245 мг/кг почвы, обменного калия – 198 мг/кг почвы. Посев, уход за посевами, уборка и учет урожая семян селекционных линий проведены согласно методическим указаниям по селекции [3, 4].

Для выделения стабильно продуктивных генотипов применяли метод, предложенный С.Н. Щегловым (2005 г.). Исследования начинали с двухфакторного дисперсионного анализа для количественной оценки влияния генотипа сорта, среды и их взаимодействия на урожайность семян [4]. Влияние всех факторов в опыте за годы исследований признано статистически достоверным. В общей дисперсии средовая компонента оказалась значимой и существенной – 49,8 %, сила влияния фактора «генотип» составила 16,8 %, а взаимодействия – 25,5 %. Далее по каждой линии льна масличного рассчитывали среднюю урожайность семян в каждом году и за весь период исследований, разности средних урожаев между последующим и предыдущим годами исследований, сумму разностей урожаев, коэффициенты вариации линий, а также среднюю урожайность семян по всей совокупности линий.

За годы исследований урожайность генотипов варьировала в широких пределах – от 6,34 ц/га (СИ 17 в 2019 г.) до 24,48 ц/га (СИ 6 в 2020 г.). Анализ вариаций показал, что значительная изменчивость признака наблюдается у большинства линий. Среднестатистическое значение коэффициента вариации всех линий питомника за годы исследований составило 24,73 % при градации 14,9 % – 37,6 %. Далее ранжировали линии по убыванию, исключая формы, давшие урожайность за годы исследований ниже среднего значения по всей совокупности линий (<13,11 ц/га). В дальнейшем анализе использовали линии, урожайность семян которых превосходила среднестатистическое значение всей совокупности (всего 10 штук).

Используя программу Statistica 10 на декартовой системе координат, откладывали в виде точек среднее значение суммы разностей урожаев (-6,45 ц/га) 10-ти линий за годы исследований (по оси абсцисс) и средний коэффициент вариации – (25,86 %) (по оси ординат). Затем, через намеченные точки на осях, проводили перпендикуляры, разбивающие график на 4 квадранта (рисунок).



**Рисунок – Распределение лучших селекционных линий льна масличного**

После этого наносили на график линии в виде точек с координатами (суммы разностей урожаев и соответствующие коэффициенты вариации). Квадранты нумеровали по часовой стрелке, начиная с левого нижнего.

С учетом того, что на график нанесены линии льна масличного, давшие урожайность выше среднего по совокупности, в первые два квадранта попали линии стабильно снижавшие урожай с каждым последующим годом исследований (СИ 8 со средней урожайностью 15,23 ц/га, СИ 10 – 14,43 ц/га, СИ 11 – 14,91 ц/га, СИ 12 – 14,36 ц/га).

В третий квадрант – линия СИ 6 со средней урожайностью 13,86 ц/га и самым нестабильным проявлением признака по годам исследований. В четвертом квадранте сосредоточены урожайные линии со стабильным проявлением признаков (СИ 5, СИ 7, СИ 9, СИ 13 и СИ 14), которые наиболее приспособлены для выращивания в данных климатических условиях и наиболее пригодны для целей селекции.

### Литература

1. Щеглов, С.Н. Применение биометрических методов для ускорения селекционного процесса плодовых и ягодных культур / С.Н. Щеглов // Краснодар: СКЗНИИСиВ; Кубанский гос. ун-т. 2005. – 106 с.

2. Методические указания по селекции льна-долгунца. М. – Торжок, 2004. – 43 с.
3. Лях, В.О. Селекція льону олійного. Методичні рекомендації / В.О. Лях, І.О. Полякова. – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2008. – 40 с.
4. Драгавцева, И.А. Проблемы измерения экологической стабильности оценок урожайности сортов возделываемых растений / И.А. Драгавцева, А.Б. Дьяков // Организационно-экономический механизм инновационного процесса и приоритетные проблемы научного обеспечения развития отрасли. – Краснодар, 2003. – С. 64-69.

**ASSESSMENT OF SEED YIELD STABILITY OF OIL FLAX LINES IN  
BREEDING VARIETY TESTING**

*Ivanova A.V., Andronik A.L.*

*The paper deals with the application of a modern method of analyzing experimental data in oil flax breeding which significantly increases the efficiency of searching for genotypes with high and stable yields. As a result of the conducted research, 5 highly productive breeding lines were identified, adapted maximally for cultivation under the given climatic conditions.*

УДК 633.854.54

**ФИТОСАНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПОСЕВНОГО  
МАТЕРИАЛА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЛЬНА  
МАСЛИЧНОГО**

*Е.Л. Андроник, Е.В. Иванова, Д.А. Батюков  
РВП «Институт льна», institut\_len@tut.by*

Большое значение для сохранения и повышения урожая льна имеет правильно организованная защита растений от болезней. Из многочисленных болезней льна наиболее вредоносными являются фузариозы, антракноз и пасмо [1]. Потенциальная вредоносность этих болезней велика, в последние годы они были широко распространены и наносят значительный ущерб льноводству. Вредоносность болезней льна в разные годы неодинакова. Фузариозное увядание и антракноз при благоприятных условиях способны вызвать частичную или полную гибель посевов. Пасмо и антракноз снижают семенную продуктивность, однако распространение и вредоносность этих заболеваний ограничены систематическим протравливанием семян фунгицидами. В борьбе с фузариозом в силу биологических особенностей возбудителей решающее значение в системе защиты принадлежит устойчивым сортам, поскольку химические методы для этих болезней малоэффективны и

недостаточно экономичны. Известно, что наибольшую ценность имеют сорта, устойчивые не к одной или местной популяции патогенов, а к комплексу наиболее распространенных и вирулентных штаммов и рас [2].

В этой связи проведена фитозэкспертиза семян коллекционного питомника на выявление возбудителей таких заболеваний как антракноз, аскохитоз, бактериоз, фузариоз, крапчатость, грибные инфекции (сапрофиты) и др. с использованием биологического метода фитопатологической экспертизы во влажной камере и агаризованной питательной среде. Материалом для исследования служили семена льна масличного, используемые для посева коллекционного питомника в количестве 25 шт. Фитопатологическую экспертизу семян льна масличного осуществляли биологическим методом (анализ во влажной камере и на питательной среде). Идентификацию грибов проводили согласно методическим указаниям [3, 4].

Фитопатологическая экспертиза посевного материала льна масличного, проведенная методом влажной камеры, позволила установить посевные качества семян (энергию прорастания и лабораторную всхожесть) и их инфицированность патогенными и сапротрофными микроорганизмами. Лабораторная всхожесть семян коллекционного питомника составила 84,5-96,5 %.

Фузариоз (*Fusarium* spp.) является одним из наиболее агрессивных видов, вызывающих фузариозные болезни. При фитозэкспертизе симптомы пораженности были достаточно четкими, характерными для вида. Мицелий розовато-белый и белый, хорошо развит, воздушный, покрывал семена в виде войлочного налета, распространялся по всему проростку. Наличие фузариозной инфекции методом влажной камеры выявлено у 2 образцов: АС Emerson (2 %) и ВНИИМК-630 (1 %). На питательной среде суммарный процент заражения, выявленный на 7 образцах (Bilton, Bilstar, Bingo, Северный, Дар, Визирь, Бонус) составил 6 %. Наибольшее заражение семян на питательной среде у сорта Северный (2,5 %).

Проявление бактериоза характеризовалось образованием на корне светло-оранжевых пятен и прекращением его роста. Наиболее высокое заражение в условиях влажной камеры выявлено у образцов Фокус (27,5 %), Bilton (20,0 %), Визирь (18 %), ВНИИМК-630 (11,0 %), Август и Водограй (8,0 %) при средней зараженности образцов на уровне 6,41 %. В условиях питательной среды поражение было более существенным – от 2 до 43,5 % при среднем значении по коллекционным сортам 16,56 %.

Крапчатость характеризовалась образованием на семядолях и корешках проростков мелкоточечной пятнистости и штрихов красно-кирпичного цвета. При сильном развитии болезни пятнышки сливались в сплошное пятно (CDC Arras – 31 %, Bilton – 19,5 % во влажной камере). Средний процент заражения семян во влажной камере составил 11,7 %. Наибольшее поражение семян отмечено у CDC Arras – 38 % и Bilton – 23,5 %, Брестский – 21,5 %, Водограй – 20,5 %.

Грибные инфекции (сапрофиты) обнаружены при закладке методом влажной камеры на семенах 20 образцов коллекции. Средний процент заражения сапрофитами составил 1,32 %. На питательной среде патогенность плесневых грибов проявилась в большей степени. Сапрофиты (*Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Rhizopus* spp.), особенно два последних рода, выявлены у всех образцов семян (заражение некоторых образцов до 68 % и 82,5 %). Грибами *Penicillium* spp. и *Mucor* spp. были поражены 19 и 9 образцов из обследованных 25. Максимальное заражение семян грибами-сапротрофами во влажной камере составило от 0 % до 5 % и отмечено у Comtess (5 %) и Водограй (4,0 %).

Общая зараженность семян грибами на питательной среде составила 49-98,5 % со средним поражением 70,8 %. Максимальное поражение грибной инфекцией семян отмечено у образцов Илим (98,5 %), CDC Arras (93 %), ВНИИМК-630 (91,5 %), АС Emerson (88,5 %), Bilton (87 %). Меньше всего семена коллекционных образцов льна масличного как во влажной камере, так и на питательной среде были заражены фузариозом. Не развивались на семенах изучаемой группы сортов грибные патогены рода *Colletotrichum* spp.

### Литература

1. Нехведович, С.И. Фитопатологическая ситуации в посевах льна масличного в условиях Республики Беларусь и оценка вредоносности доминирующих болезней / С.И. Нехведович, Д.В. Войтка // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. трудов; редкол. Ф.И. Привалов [гл.ред.](и др.) / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – Вып. 56 – С. 66-74.
2. Роль «Коллекции фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней льна» в селекции льна на групповую устойчивость к болезням / Н.И. Лошакова [и др.] // Масличные культуры. Научн.-технич. Бюлл. ВНИИМК – 2014. – № 2. – С. 172-178.
3. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – М.: Стандартинформ, 2011. – 55 с.
4. Наумова, Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н.А. Наумова. – Ленинград: Колос, 1970 – 208 с.

**PHYTOSANITARY EXAMINATION OF SEED MATERIAL OF OIL FLAX  
COLLECTION SAMPLES**

**Andronik A.L., Ivanova A.V., Batiukov D.A.**

*The article presents the results of phytosanitary examination of seeds of 25 collection samples of oil flax from the Institute of Flax carried out with the application of a biological method in a moisture chamber and agarized medium. The seeds were infected with fusarium pathogens (*Fusarium spp.*), mottling (*Fungus sterilis*=*Ozonium vinogradovi*), saprotrophs causing seed mold (*Alternaria spp.*, *Cladosporium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Mucor spp.*, *Rhizopus spp.*), as well as bacterial contaminants. There was no seed anthracnose (*Colletotrichum lini*) infection.*

УДК 633.521:631.527

**НОВЫЙ РАННЕСПЕЛЫЙ СОРТ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА РУБЕЖ**

**П.Р. Хамутовский, В.А. Шульга, Е.М. Хамутовская, Д.В. Балашенко**  
*РУП «Могилевская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси», e-mail: mogilev.oshos@mail.ru*

Лен-долгунец является традиционной белорусской сельскохозяйственной культурой благодаря своим уникальным потребительским свойствам и возможностям использования в различных, в том числе высокотехнологичных отраслях экономики. Однако в агропромышленном комплексе республики лен считается и самой трудоемкой культурой. Для перевода льняной отрасли на инновационный путь развития необходимо обеспечить наиболее полное использование созданного потенциала научных достижений, являющегося важнейшим ресурсом повышения технологического и технического уровня производства льна-долгунца [1, 2].

В выполнении задач, стоящих перед льноводством Республики Беларусь, важная роль принадлежит новым сортам. Создание и внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов льна-долгунца занимает важное место в системе мер, обеспечивающих эффективное развитие отрасли льноводства. Роль сорта в увеличении и стабилизации урожайности при интенсификации постоянно возрастает, поэтому повышение результативности селекционного процесса всегда было и остается актуальной задачей. Периодическое внедрение в производство новых сортов дает прямую прибавку урожая 15-20 %, кроме этого, правильное использование преимуществ новых сортов – таких, как качество, устойчивость к болезням, полеганию, не требует дополнительных затрат при их возделывании в производстве. Все это в конеч-

ном итоге позволяет повысить рентабельность производства продукции льняной отрасли [3].

Селекционная работа по льну-долгунцу в РУП «Могилевская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси» проводится на полях специализированного селекционного севооборота. Предшественником льна-долгунца в селекционном питомнике являются яровые и озимые зерновые. Подготовка почвы и мероприятия по уходу и химической защите растений проводятся в соответствии с отраслевым регламентом для возделывания льна-долгунца [4]. Посев селекционных питомников проводится в оптимальные агротехнические сроки, уборка – в раннюю желтую спелость.

Построение селекционного процесса ведется в соответствии с методическими указаниями по селекции льна [5]. Систематическая селекционная работа проводится по полной схеме селекционного процесса, что позволяет осуществлять непрерывный конвейер создания нового исходного материала высокоурожайных сортов различных групп спелости [6].

В результате селекционной работы, проводимой на РУП «Могилевская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси», и по результатам Государственного сортоиспытания в Государственный реестр сортов включен новый раннеспелый высокоурожайный сорт льна-долгунца Рубеж, который превысил контрольный сорт по урожайности семян, тресты, волокна, содержанию волокна, устойчивости к полеганию и другим признакам и свойствам [7]. Ниже приведена краткая характеристика этого сорта.

**Рубеж** – сорт выведен сложной ступенчатой гибридизацией с последующим многократным индивидуальным отбором. Материнской формой был селекционный номер 45 – Н<sub>5-4-2</sub>, полученной в результате гибридизации номеров 139-К<sub>2,3</sub> (родительские формы – сорта Ритм и Нива) и 123-М<sub>4,2</sub> (родительские формы – сорта Пралеска и Згода), отцовская форма – сорт Борец.

Раннеспелый. Высокорослый. Голубоцветковый. Семена коричневые, средние. Vegetационный период за годы испытаний на уровне стандартного сорта Ярок (71 день). Отличительными особенностями сорта является раннее дружное созревание, высокая устойчивость к полеганию и болезням.

Средняя урожайность льнотресты за 2019-2021 гг. государственного испытания составила 53,1 ц/га, у стандартного сорта Ярок – 48,9 ц/га, Рубеж превысил стандартный сорт по урожайности волокна на 2,2 ц/га и урожайности семян на 0,3 ц/га.

Максимальная урожайность льнопродукции сорта Рубеж получена в 2019 г. на ГСХУ «Кобринская СС»: семян – 6,1 ц/га (+1,0 ц/га к контролю), общего волокна – 26,6 ц/га (+6,4 ц/га к стандарту), выход длинного волокна – 20,6 % (+4,6 процентных пункта к стандарту).

На Бобруйском ГСУ в 2019 г. урожайность семян составила 8,1 ц/га (+0,6 ц/га к стандарту), общего волокна составила 16,8 ц/га (+4,4 ц/га к стандарту) и выход длинного волокна – 17,5 % (+2,7 процентных пункта к стандарту).

Включен в Государственный реестр сортов для возделывания по всем областям с 2022 г.

В настоящее время на опытной станции организовано первичное семеноводство нового раннеспелого сорта льна-долгунца Рубеж, льнозаводам и льносеющим организациям республики в текущем году реализовано 2,8 тонны оригинальных семян этого сорта (маточной элиты 2 года). Внедрение в сельскохозяйственное производство республики нового сорта льна-долгунца Рубеж будет способствовать импортозамещению и увеличению прибыли льноводческой отрасли, получению льнопродукции высокого качества.

#### Литература

1. Богдан, В.З. Продуктивность и качество льнопродукции районированных сортов льна-долгунца в Республике Беларусь / В.З. Богдан [и др.] // Инновационные разработки АПК: резервы снижения затрат и повышения качества продукции: сб. науч. мат. Межд. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси», аг. Тулово, Витебский р-н, 12-13 июля 2018 г. – Минск: Белорусская наука, 2018. – С. 181-184.
2. Голуб, И.А. Инновационные разработки для белорусского льноводства / И.А. Голуб // Льноводство: реалии и перспективы: мат. Межд. науч.-практ. конф., аг. Устье, Витебской обл., 27-28 июня 2013 г. / РУП «Институт льна». – Могилев, 2013. – С. 3-8.
3. Лен Беларуси: монография / под ред. И.А. Голуба. – Минск, 2003. - С. 143-150.
4. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы.– Минск, РУП «Институт льна», 2018. – 35 с.
5. Методические указания по селекции льна-долгунца / Сост. А.Р. Рогаш [и др.] – Торжок, 1987. – 44 с.
6. Хамутовский, П.Р. Новые сорта льна-долгунца Могилевской опытной станции / П.Р. Хамутовский, Л.Н. Каргопольцев, Г.И. Тарануха // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – №3. – С. 44-47.
7. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных растений картофеля, овощных, плодовых и ягодных, рапса озимого и ярового, сои, подсолнечника, льна-долгунца и льна масличного на хозяйственную полезность в Рес-

публике Беларусь за 2018-2020 годы / ГУ «Гос. инсп. по испыт. и охране сортов раст.». – Минск, 2021. – Т.2. – С. 152-163.

***NEW EARLY VARIETY OF FIBRE FLAX RUBEZH***

***Khamutovsky P.R., Shulga V.A., Khamutovskaya E.M., Balashenko D.V.***

*The article presents the results of breeding work on fiber flax conducted in Mogilev Regional Agricultural Experimental Station of the National Academy of Sciences of Belarus. The characterization of the new early variety of fiber flax Rubezh is presented, its advantages and potential in respect of fibre and seed yield, resistance to lodging, diseases and other traits are indicated.*

## ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Авакян А.Э. 180  
Аверина Н.Г. 101  
Андроник Е.Л. 256, 259  
Анженков А.С. 15  
Анохина Т.А. 112, 131  
Аношенко Б.Ю. 168  
Аппаев С.П. 240  
Артюх Д.Ю. 185  
Арутюнян М.Г. 180  
Асташов А.Н. 12  
Бабак О. 182  
Баймаханова Г.Б. 91  
Баймуратов А.Ж. 174  
Балашенко Д.В. 262  
Батырова О.А. 66  
Батюков Д.А. 259  
Белановская М.А. 28  
Белый О.М. 141  
Бирюкович А.Л. 149  
Богдан В.З. 254  
Богдан Т.М. 254  
Боровик А.А. 62  
Боровская Т.Н. 138  
Борозан П. 224, 227, 233  
Бруй И.Г. 77, 80  
Будько А.С. 91, 200  
Бужина Т.А. 18  
Булавин Л.А. 24, 28  
Булойчик А.А. 177, 182  
Буракова А.А. 251  
Буштевич В.Н. 69, 121, 165, 162, 177, 209  
Васипов В.В. 242  
Власов А.Г. 170  
Воинова Т.М. 51  
Войтка Д.В. 74  
Волков Д.П. 115  
Володькина Л.В. 62  
Воронкова Е.В. 182  
Гажева Р.А. 66  
Гапонюк А.Н. 144  
Гвоздов А.П. 24, 28  
Гвоздова Л.И. 28  
Голубев А.С. 40  
Гольдштейн В.Г. 123  
Гордей И.А. 206  
Гордей И.С. 182, 206  
Гордей С.И. 185  
Грабовец А.И. 188  
Гриб С.И. 121, 162, 165, 177, 209  
Грибанов Л.Н. 4, 8  
Гринько А.В. 42  
Гяргиев А.Х. 222  
Дашкевич М.А. 162  
Дашкевич Ю.А. 53  
Дрегля М.В. 126  
Дремук И.А. 101  
Дробудько И.Е. 69  
Дунькович Е.В. 72, 77  
Богатырева Е.Н. 21  
Евсеев М.В. 37  
Емельянова А.В. 101  
Ермишин А.П. 182  
Ерохин Д.В. 51  
Жундибаев К.К. 174  
Журтова А.Х. 83  
Зайцев С.А. 115  
Запрудский А.А. 88  
Зарембо Е.В. 53  
Зарогодников П.Л. 212  
Зубкович А.А. 168  
Зубкович Н.В. 168  
Зуев Д.В. 165  
Иванов С.А. 254  
Иванова Е.В. 256, 259  
Исрафилова С.Р. 123  
Кабашникова Л.Ф. 74  
Кагермазов А.М. 240  
Калинина Е.Н. 138  
Карлов А.В. 245  
Картавенкова Л.П. 98  
Кильчевский А.В. 182  
Кипень В.Н. 177  
Клименко А.И. 42  
Ковалева И.В. 146  
Коваль И.М. 146  
Козлов А.А. 203  
Козловская З.Г. 141

Комарова Г.Е. 230  
Корпанов Р.В. 45  
Костюченко Н.Н. 144  
Кошечкина А.Т. 215  
Кравцов В.И. 218  
Кравченко М.Е. 18  
Кранцевич В.Д. 28  
Крицкая В.В. 62  
Крючков О. 118  
Куцев Д.С. 242  
Куцева В.Н.8  
Кушхабиев А.З. 66  
Кушхова Р.С. 222  
Лагуновская Е.В. 177, 251  
Лачин А.Г. 165  
Лёвкина А.Ю. 115  
Левчук А.Н. 251  
Лемеш В.А. 177, 182, 251  
Леоненко М.О. 98  
Лешкенов А.М. 66  
Литарная М.А. 254  
Лужинская Н.А. 215  
Лукашевич Н.П. 146  
Лысенкова С.А. 8  
Люсикив О.М. 206  
Мазалов В.И. 194  
Майсеня С.В. 57  
Мамадова Х.Р. 123  
Марчук О.В. 168  
Маслинская М.Е. 109  
Махно Ю.А. 251  
Мачок Т.В. 21  
Мелека А. 118  
Мелешкевич М.А. 218  
Мелешук Е.А. 51  
Мелян Г.Г. 180  
Мистрец С. 233  
Можаровская Л.В. 57  
Мустьяца С. 224  
Мустьяца С. 227  
Мядель О.В. 47  
Небытов В.Г. 194  
Никонова В.Н. 251  
Новицкий А.М. 98  
Давыденко О.Г. 182  
Оганесян М.Ц. 180  
Павловская А.Н. 248  
Пастушок Р.Т. 149  
Пашкевич Л.В. 74  
Пилипенко Е.В. 212  
Пилипенко Ж.С. 165  
Плаксина В.С. 12  
Позняк Е.И. 162, 209  
Поповицкая О.Н. 215  
Потапчук А.В. 168  
Привалов Д.Ф. 88  
Привалов Ф.И. 157  
Пынтиков С.А. 28  
Радовня В.А. 34, 37  
Радовня О.С. 197  
Ритвинская Е.М. 131  
Романов Б.В. 203  
Романовский С.И. 96  
Ротарь А.И. 230  
Ротарь Е.А. 126, 230  
Савина С.М. 101  
Сакович В.И. 177, 182, 251  
Сапего Н.А. 170  
Сарбашева А.И. 66  
Сариев Б.С. 174  
Свиридович Т.Г. 149  
Сенько Ж.Е. 80  
Серая Т.М. 21  
Скатова С.Е. 165  
Скируха А.Ч. 4, 8  
Сковородко Ю.В. 98  
Смирнова И.Э. 91  
Соболевская Н.В. 72  
Сорока А.В. 144  
Сорока С.В. 24  
Спиваченко А. 118, 233  
Спыну А. 224, 227, 236, 224, 227  
Старчак В.И. 128  
Статник М. 224, 227  
Стахеев А.А. 51  
Стацюк Н.В. 51  
Степанова Н.В. 31, 104  
Степанова Н.В. 31  
Степанченко Д.А. 128  
Столепченко В.А. 141, 144  
Тарасов С.И. 18  
Тарчоков Х.Ш. 83

Татаркина Л.Г. 91  
Ткач А.С. 40  
Трушко А.А. 170  
Тугукова Д.А. 83  
Тысленко А.М. 165  
Ульянов А.В. 245  
Урбан Э.П. 153, 157, 185  
Усеня А.А. 4  
Ушакова В.Е. 194  
Файзулина Э.Р. 91  
Филиппов В.Н. 15  
Фирсова М.Р. 240  
Халецкий В.Н. 37  
Халецкий С.П. 170  
Хамутовская Е.М. 262  
Хамутовский П.Р. 262  
Хатевов Э.Б. 123, 222, 240, 242, 245  
Хачидогов А.В. 240  
Хаширова З.Т. 222  
Холодинский В.В. 72, 77, 80  
Хорева В.И. 123  
Целуйко О.А. 42  
Чекель Е.И. 62  
Черепок И.А. 62  
Черехина Е.В. 112  
Чирик Д.П. 31  
Чугаева В.В. 191  
Шатарнов О.П. 182  
Шемпель З.В. 170  
Шиманский Л.П. 218  
Шимко В.Е. 206  
Шишлова Н.П. 162  
Шлома Т.М. 146  
Шмелева Н.В. 134  
Шомахов Б.Р. 222  
Шульга В.А. 262  
Щеклеина Л.М. 86  
Яковенко А.М. 88  
Ярота А.А. 168

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

|   |    |
|---|----|
| <i>Скируха А.Ч., Усеня А.А., Грибанов Л.Н.</i> Основные пути повышения содержания органического вещества в почве на пахотных землях Беларуси  | 4  |
| <i>Грибанов Л.Н., Скируха А.Ч., Куцева В.Н., Лысенкова С.А.</i> Формирование урожайности зерновых культур в севооборотах с разным уровнем их концентрации   | 8  |
| <i>Плаксина В.С., А.Н. Асташов</i> Оценка эффективности короткоро-<br>тационных севооборотов в системе органического земледелия   | 12 |
| <i>Анженков А.С., Филиппов В.Н.</i> Рациональное использование<br>мелиорированных земель для производства травяных кормов –<br>основа их сохранения и повышения экономической эффектив-<br>ности                            | 15 |
| <i>Тарасов С.И., Кравченко М.Е., Бужина Т.А.</i> Эффективность вос-<br>становления переунавощенных почв методом фиторемедиации  | 18 |
| <i>Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Мачок Т.В.</i> Влияние приемов ос-<br>новной обработки почвы и систем удобрения на содержание<br>углерода подвижных гуминовых веществ в дерново-<br>подзолистой суглинистой почве           | 21 |
| <i>Гвоздов А.П., Булавин Л.А., Сорока С.В.</i> К вопросу об оценке<br>эффективности применения гербицидов   | 24 |
| <i>Гвоздов А.П., Булавин Л.А., Гвоздова Л.И., Белановская М.А.,<br/>Кранцевич В.Д., Пынтиков С.А.</i> Изменение урожайности зерна<br>озимой пшеницы в зависимости от уровня засоренности посевов<br>и применения гербицидов | 28 |
| <i>Степанова Н.В., Чирик Д.П.</i> Применение баковых смесей гер-<br>бицидов в посевах льна-долгунца   | 31 |
| <i>Радовня В.А.</i> Применение гербицидов на основе диметенамида в<br>посевах ярового рапса   | 34 |
| <i>Радовня В.А., Халецкий В.Н., Евсеенко М.В.</i> Применение герби-<br>цидов почвенного действия на посевах сои в условиях Респуб-<br>лики Беларусь   | 37 |
| <i>Голубев А.С., Ткач А.С.</i> Эффективность использования кломазо-<br>на для защиты картофеля от сорной растительности   | 40 |
| <i>Клименко А.И., Целуйко О.А., Гринько А.В.</i> Основные результа-<br>ты научных исследований ФГБНУ ФРАНЦ по селекции, земле-<br>делию, защите растений и технологиям возделывания зерновых<br>и зернобобовых культур      | 42 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Корпанов Р.В.</i> Технология применения пестицидов дронами-опрыскивателями  | 45 |
| <i>Мядель О.В.</i> Лабораторный метод оценки агрессивности возбудителей корневых гнилей овса   | 47 |
| <i>Стахеев А.А., Ерохин Д.В., Мелешук Е.А., Воинова Т.М., Стацюк Н.В.</i> Изучение влияния нового ингибитора токсиногенеза на биосинтез афлатоксина В1 и экспрессию генов афлатоксинового кластера у гриба <i>Aspergillus Flavus</i> | 51 |
| <i>Дашкевич Ю.А., Зарембо Е.В.</i> Распространение и фенотипическая изменчивость возбудителя антракноза люпина в Беларуси  | 53 |
| <i>Майсеня С.В., Можаровская Л.В.</i> Актуализация видового состава возбудителей болезней листового аппарата сахарной свеклы на основании данных молекулярно-генетического анализа   | 57 |
| <i>Боровик А.А., Володькина Л.В., Крицкая В.В., Чекель Е.И., Черепок И.А.</i> Биологическая и хозяйственная эффективность протравителя Тирада, СК при обработке семян клевера лугового   | 62 |
| <i>Сарбашева А.И., Кушхабиев А.З., Батырова О.А., Лешкенов А.М., Гажева Р.А.</i> Применение разных систем удобрения для повышения плодородия обыкновенного карбонатного чернозёма при длительном орошении в Кабардино-Балкарии       | 66 |
| <i>Дробудько И.Е., Бушневич В.Н.</i> Влияние некорневой подкормки азотом ярового тритикале по фазам онтогенеза на формирование элементов структуры урожая  | 69 |
| <i>Холодинский В.В., Дунькович Е.В., Соболевская Н.В.</i> Сравнительная продуктивность озимой пшеницы и тритикале при возделывании по интенсивной технологии   | 72 |
| <i>Кабашникова Л.Ф., Пашкевич Л.В., Войтка Д.В.</i> Влияние биогенных стимуляторов иммунитета растений на устойчивость к болезням и продуктивность яровой пшеницы  | 74 |
| <i>Бруй И.Г., Холодинский В.В., Дунькович Е.В.</i> Влияние регулятора роста Архитект, СЭ на урожайность озимого рапса  | 77 |
| <i>Бруй И.Г., Холодинский В.В., Сенько Ж.Е.</i> Применение препаратов, обладающих регуляторными и фунгицидными свойствами, на озимом рапсе в весенний период   | 80 |
| <i>Тарчоков Х.Ш., Тутукова Д.А., Журтова А.Х.</i> Влияние регуляторов роста на урожайность зерна гороха в адаптивном земледелии Степной зоны Кабардино-Балкарии  | 83 |
| <i>Щеклеина Л.М.</i> Продуктивность растений озимой ржи в Кировской области в связи с поражением спорыньей   | 86 |
| <i>Запрудский А.А., Яковенко А.М., Привалов Д.Ф.</i> Фитопатологическая ситуация в посевах бобов кормовых в Беларуси   | 88 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Смирнова И.Э., Файзулина Э.Р., Татаркина Л.Г., Баймаханова Г.Б.</i> Ассоциации эффективных микроорганизмов, перспективных для выращивания сои   | 91  |
| Романовский С.И. Эффективность абаменкина в контроле трипсов в посадках огурца защищенного грунта  | 96  |
| <i>Картавенкова Л.П., Леоненко М.О., Сквородко Ю.В., Новицкий А.М.</i> Потенциал продуктивности и эффективность возделывания зернобобовых культур на зерно на суглинистых почвах Витебской области | 98  |
| <i>Аверина Н.Г., Дремук И.А., Савина С.М., Емельянова А.В.</i> Оценка устойчивости к хлоридному засолению растений сорго ( <i>Sorghum</i> ) сортов Ефремовская-2а и Сарваш                         | 101 |
| <i>Степанова Н.В.</i> Влияние кислотности почвы на синтез углеводов в растениях льна-долгунца  | 104 |
| <i>Сапего Н.А.</i> Влияние азота и микроудобрений на содержание и сбор масла льна масличного   | 107 |
| <i>Маслинская М.Е.</i> Влияние биопрепаратов на формирование первичной корневой системы льна масличного  | 109 |
| <i>Анохина Т.А., Череухина Е.В.</i> Урожайность льноволокна при обработке посевов препаратом «Мульти-лен»  | 112 |
| <i>Лёвкина А.Ю., Зайцев С.А., Волков Д.П.</i> Влияние сортовых особенностей и густоты стояния растений на урожайность зерна и зеленой массы гибридов кукурузы в условиях Нижнего Поволжья          | 115 |
| <i>Спиваченко А., Мелека А., Крючков О.</i> Использование стимуляторов роста для обработки семян кукурузы  | 118 |
| <i>Гриб С.И., Бушневич В.Н.</i> Анализ гранулометрического состава крахмала сортов озимого тритикале   | 121 |
| <i>Мамадова Х.Р., Гольдштейн В.Г., Исафилова С.Р., Хорева В.И., Хатевфов Э.Б.</i> Сравнительный анализ химического состава зерна кукурузы различной плоидности                                     | 123 |
| <i>Ротарь Е.А., Дрегля М.В.</i> Перспективы продвижения гибридов сахарного сорго молдавской селекции в Республике Беларусь   | 126 |
| <i>Степанченко Д.А., Старчак В.И.</i> Действие хелатных удобрений на длину соцветия сортов зернового сорго   | 128 |
| <i>Анохина Т.А., Ритвинская Е.М.</i> Возделывание чумизы в Беларуси  | 131 |
| <i>Шмелева Н.В.</i> Многолетние травы – важный фактор повышения плодородия дерново-подзолистых почв Верхневолжья   | 134 |
| <i>Боровская Т.Н., Калинина Е.Н.</i> Влияние способа посева и нормы высева на формирование продуктивности различных сортов и   | 138 |

|   |     |
|---|-----|
| экотипов костреща безостого   |     |
| <i>Столепченко В.А., Козловская З.Г., Беляй О.М.</i> Продуктивность житняка при различных сроках сева в условиях Республики Беларусь  | 141 |
| <i>Костюченко Н.Н., Гапонюк А.Н., Сорока А.В., Столепченко В.А.</i> Особенности формирования продуктивности житняка в условиях юго-запада Беларуси                                    | 144 |
| <i>Лукашевич Н.П., Ковалева И.В., Шлома Т.М., Коваль И.М.</i> Сравнительная оценка продуктивности многолетних многокомпонентных травосмесей   | 146 |
| <i>Бирюкович А.Л., Пастушок Р.Т., Свиридович Т.Г.</i> Содержание нейтрально-детергентной и кислотнo-детергентной клетчатки в многолетних травах на минеральных мелиорированных почвах | 149 |

### СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

|  |     |
|--|-----|
| <i>Урбан Э.П.</i> Научное и творческое наследие выдающегося ученого – селекционера Н.Д.Мухина  | 153 |
| <i>Урбан Э.П., Привалов Ф.И.</i> Состояние и приоритеты селекции зерновых, зернобобовых и кормовых растений в Беларуси   | 157 |
| <i>Гриб С.И., Бушневич В.Н., Шишлова Н.П., Позняк Е.И., Дашкевич М.А.</i> Приоритеты и результаты селекции тритикале и яровой пшеницы в Беларуси   | 162 |
| <i>Скатова С.Е., Тысленко А.М., Зуев Д.В., Лачин А.Г., Гриб С.И., Бушневич В.Н., Пилипенко Ж.С.</i> Результаты селекции ярового тритикале, организованной по экологическому принципу                                       | 165 |
| <i>Зубкович А.А., Зубкович Н.В., Марчук О.В., Аношенко Б.Ю., Ярота А.А., Потапчук А.В.</i> Основные результаты и ближайшие перспективы селекции ячменя в Беларуси  | 168 |
| <i>Трушко А.А., Халецкий С.П., Власов А.Г., Шемпель З.В.</i> Приоритетные направления и результаты селекции овса в Беларуси  | 170 |
| <i>Баймуратов А.Ж., Сариев Б.С., Жундибаев К.К.</i> Результаты селекции ярового голозерного ячменя в Казахском НИИ земледелия и растениеводства  | 174 |
| <i>Лемеш В.А., Гриб С.И., Лагуновская Е.В., Кипень В.Н., Бушневич В.Н., Булойчик А.А., Сакович В.И.</i> Генотипирование пшеницы по генам, ассоциированным с признаком «масса 1000 зерен», с использованием технологии KASP | 177 |
| <i>Авакян А.Э., Арутюнян М.Г., Мелян Г.Г., Оганесян М.Ц.</i> Опыт в регенерации и дублировании в целях безопасности хранения образцов семенной коллекции в Армении   | 180 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Кильчевский А.В., Лемеш В.А., Булойчик А.А., Давыденко О.Г., Ермишин А.П., Бабак О.Г., Воронкова Е.В., Гордей И.С., Шатарнов О.П., Сакович В.И.</i>   | 182 |
| Новые активные коллекции сельскохозяйственных растений Института генетики и цитологии НАН Беларуси   |     |
| <i>Урбан Э.П., Гордей С.И., Артюх Д.Ю.</i>   | 185 |
| Использование гетерозиса в селекции гибридов F <sub>1</sub> озимой ржи   |     |
| <i>Грабовец А.И.</i>   | 188 |
| Принципы создания у зерновых культур генетической изменчивости, адекватной меняющемуся климату   |     |
| <i>Чугаева В.В., Будько А.С.</i>   | 191 |
| Адаптивный потенциал озимой ржи в экологическом испытании  |     |
| <i>Мазалов В.И., Небытов В.Г., Ушакова В.Е.</i>  | 194 |
| Оценка пластичности и стабильности урожайности сортов озимой ржи в условиях Орловской области  |     |
| <i>Радовня О.С.</i>  | 197 |
| Корреляционный анализ признаков качества зерна озимой ржи Дзѳва в оригинальном семеноводстве   |     |
| <i>Будько А.С.</i>   | 200 |
| Изменчивость высоты растений у сортообразцов пшеницы мягкой озимой   |     |
| <i>Романов Б.В., Козлов А.А.</i>   | 203 |
| Перспективный донор для повышения качества зерна мягкой пшеницы  |     |
| <i>Люсииков О.М., Гордей И.С., Шимко В.Е., Гордей И.А.</i>   | 205 |
| Пентаплоидные ржано-секалотритикумные гибриды как источник изменчивости и повышения эффективности синтеза новых линий гексаплоидных секалотритикум и форм тетраплоидной ржи с рекомбинантным геномом |     |
| <i>Бушневич В.Н., Гриб С.И., Позняк Е.И.</i>   | 208 |
| Устойчивость сортов коллекции тритикале озимого к мучнистой росе в зависимости от метеорологических условий в период вегетации   |     |
| <i>Пилипенко Е.В., Зароодников П.Л.</i>  | 212 |
| Оценка продуктивности и скороспелости сортообразцов гороха в условиях Гомельской области   |     |
| <i>Лужинская Н.А., Поповицкая О.Н., Кошечая А.Т.</i>   | 215 |
| Об изменении показателей архитектоники и элементов продуктивности растений гречихи при отборе по комплексу сопряженных признаков   |     |
| <i>Кравцов В.И., Шиманский Л.П., Мелешкевич М.А.</i>   | 218 |
| Новые отечественные гибриды на мировом уровне достижений селекции кукурузы   |     |
| <i>Шомахов Б.Р., Кушхова Р.С., Хаширова З.Т., Гяургиев А.Х., Хаттефов Э.Б.</i>   | 221 |
| Создание гибридов кукурузы на основе исходного материала из коллекции редиплоидных линий ВИР им. Н.И. Вавилова   |     |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Борозан П., Мустьяца С., Спыну В., Спыну А., Статник М.</i> Создание гибридов раннеспелой кукурузы в Молдове   | 224 |
| <i>Мустьяца С., Борозан П., Спыну В., Спыну А., Статник М.</i> Результаты создания раннеспелых линий кукурузы в Молдове   | 227 |
| <i>Комарова Г.Е., Ротарь А.И., Ротарь Е.А.</i> Возможности оценки уровня гибридности трехлинейных гибридов кукурузы по белковым маркерам  | 230 |
| <i>Спиваченко А., Борозан П., Мистрець С.</i> Система тестирования и внедрения в производство гибридов кукурузы Института растениеводства «Порумбень»                             | 233 |
| <i>Спыну А.</i> Интенсивность отдачи влаги зерном при созревании инбредных линий кукурузы   | 236 |
| <i>Аппаев С.П., Кагермазов А.М., Хачидогов А.В., Фирсова М.Р., Хатефов Э.Б.</i> Хозяйственная ценность экспериментальных гибридов восковидной кукурузы                            | 240 |
| <i>Василов В.В., Куцев Д.С., Хатефов Э.Б.</i> Характер наследования признака многопочатковости кукурузы в тест-кроссах с однопочатковыми линиями                                  | 242 |
| <i>Ульянов А.В., Карлов А.В., Хатефов Э.Б.</i> Создание эффективных гаплоиндукторных линий кукурузы для селекции дигаплоидных линий   | 245 |
| <i>Павловская А.Н.</i> Особенности анатомического строения стебля ярового рапса ( <i>Brassica napus oleifera aestiva (annua) Metzger</i> )  | 248 |
| <i>Лемеш В.А., Лагуновская Е.В., Сакович В.И., Буракова А.А., Левчук А.Н., Махно Ю.А., Никонова В.Н.</i> Молекулярно-генетический анализ видов льна с использованием SSR-маркеров | 251 |
| <i>Богдан В.З., Богдан Т.М., Литарная М.А., Иванов С.А.</i> Оценка сортов льна-долгунца по параметрам адаптивности в условиях Республики Беларусь                                 | 254 |
| <i>Иванова Е.В., Андроник Е.Л.</i> Оценка стабильности урожайности семян линий льна масличного в селекционном сортоиспытании  | 256 |
| <i>Андроник Е.Л., Иванова Е.В., Батюков Д.А.</i> Фитосанитарная экспертиза посевного материала коллекционных образцов льна масличного   | 259 |
| <i>Хамутовский П.Р., Шульга В.А., Хамутовская Е.М., Балашенко Д.В.</i> Новый раннеспелый сорт льна-долгунца Рубеж Именной указатель   | 262 |
|   | 266 |

Научное издание

**СТРАТЕГИЯ, ПРИОРИТЕТЫ И ДОСТИЖЕНИЯ  
В РАЗВИТИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И СЕЛЕКЦИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ  
В БЕЛАРУСИ**

материалы

Международной научно-практической конференции,  
посвященной 95-летию  
Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию  
(7-8 июля 2022 г.)

Ответственный за выпуск *Т. М. Булавина*

Дизайн обложки *Н. П. Засуевич*

Подписано в печать 22.06.2022 г. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 16,04. Уч.-изд. л. 14,50.

Тираж 100 экз. Заказ 202.

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.