НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
НАН БЕЛАРУСИ ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ

Материалы IV Международной научно-практической конференции (18–19 июня 2026 г.)

РАПС: настоящее и будущее

К 40-летию возделывания рапса в Беларуси

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАН БЕЛАРУСИ ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ

РАПС: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

К 40-летию возделывания рапса в Беларуси

Материалы IV Международной научно-практической конференции (Жодино, 18–19 июня 2026 г.)

Минск
«ИВЦ Минфина»
2026

УДК [633.853.494+633.85]:631.5(06)
ББК 42.141.6я431+42.141я431
Р23

Рапс: настоящее и будущее: к 40-летию возделывания рапса в Беларуси : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (Жодино, 18–19 июня 2026 г.) / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; пер. на англ. А. С. Лавникевич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2026. – 212 с.

Р23

ISBN 978-985-880-772-6.

В сборнике изложены материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию начала промышленного возделывания рапса на масличные семена в Беларуси и создания в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» отдела масличных культур.

С участием ученых и практиков Беларуси и России подведены итоги научных исследований и практических достижений в Беларуси и России. Рассмотрены современные принципы и методы организации селекционного процесса озимого и ярового рапса, льна масличного, подсолнечника, сои и технологий их возделывания.

УДК [633.853.494+633.85]:631.5(06)
ББК 42.141.6я431+42.141я431

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

ISBN 978-985-880-772-6

©РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», 2026

УДК 633.494.853:631.5(476)

РАПС – ОСНОВНАЯ МАСЛИЧНО-БЕЛКОВАЯ КУЛЬТУРА БЕЛАРУСИ

С. В. Кравцов, Я. Э. Пилюк
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Рапс – основная маслично-белковая культура Беларуси. Семена рапса отличаются высоким содержанием жира (40–50 %) и белка (20–28 %), на их долю приходится 65–75 % массы семян. Один гектар рапса обеспечивает годовую норму потребления растительного масла для 50 человек и дает до 350 кг белка и более, которым можно сбалансировать по протеину 3,5–4,0 т зернофуража, что позволяет отнести эту культуру в группу 10 наиболее ценных культур мира. По энерго-протеиновому отношению 22 ц семян рапса равноценны 65 ц зерна ячменя, следовательно, при урожайности рапса 24,8 ц/га маслосемян, который был получен в 2024 г., по энерго-протеиновому отношению он равен 73,3 ц/га семян ячменя. Среди всех масличных культур климатические условия нашей страны наиболее подходят для выращивания рапса, в семенах которого содержится 42–52 % масла, 22–28 % кормового белка и 1,97–2,13 кормовых единиц.

В последние годы ежегодно в рапсосеющих странах мира производится около 90 млн т маслосемян рапса. Динамично развивается рапсосеяние и в Республике Беларусь. Это стало возможным, и было достигнуто за четыре десятилетия. С целью обеспечения населения страны дешевым пищевым растительным маслом и общественного животноводства кормовым белком в 1986 г. в Белорусском научно-исследовательском институте земледелия и кормов были начаты научно-исследовательские работы по селекции, первичному семеноводству и технологии возделывания озимого и ярового рапса. Следует отметить, что до середины 80-х годов рапс не возделывался в стране на пищевые цели, а только на зеленую массу как промежуточная кормовая культура. Районированных и даже местных сортов рапса в этот период не было. В 1984–1985 гг. средняя урожайность маслосемян интродукцированных сортов озимого рапса в республике составила 4,8 ц/га, а ярового – 5,8 ц/га при уборочной площади 220 га у озимой формы и 4072 га – у яровой [Е.Ф. Сухоруков, 1986]. Потребовалось практически 20 лет исследований, чтобы создать зимостойкие сорта

озимого рапса и разработать ресурсосберегающие и интенсивные технологии его возделывания.

Если в 2000 г. при урожайности 6,6 ц/га валовой сбор маслосемян составил 78 тыс. т, то уже в 2004 г. страна впервые достигла продовольственной безопасности по производству рапса и получила 140 тыс. т маслосемян при урожайности 12,0 ц/га. В среднем за 2022–2025 гг. валовой сбор маслосемян рапса уже составил 913,6 тыс. т при урожайности 22,5 ц/га или увеличился на 341 % при росте валовых сборов в 17,7 раза (к 2000 г.). Уборочные площади рапса за отчетные три года составили 404,3 тыс. га и увеличились в 12,5 раза. На рисунке 1 представлена динамика валовых сборов, урожайности и уборочных площадей рапса в Беларуси.

Увеличение валового сбора маслосемян этой культуры позволяет решать республике в определенной степени две продовольственные проблемы: во-первых, рапсовое масло является экономически выгодным источником пищевого растительного масла для населения республики и пригодно для экспортных целей; во-вторых, рапсовый шрот является ценным белковым концентратом, хорошо сбалансированным по аминокислотному составу, близким по питательности к соевому и льняному. Рапс является также прекрасным предшественником для зерновых культур, прерывает распространение корневых гнилей и снижает поражаемость их другими заболеваниями, при этом продуктивность зерновых культур повышается на 17–34 %.

Решение вышеназванных задач в достаточно короткие сроки стало возможным благодаря созданию и внедрению в производство отечественных высокоурожайных, качественных, холодо- и зимостойких сортов озимого и ярового рапса, приспособленных к умеренно-континентальному климату Беларуси, и разработке ресурсосберегающих и интенсивных технологий их возделывания. В предыдущие годы Беларусь ежегодно расходовала на закупку растительного масла свыше 100 млн долларов США или 20 % в структуре импорта продовольствия страны, а для сбалансирования рационов сельскохозяйственных животных по содержанию протеина закупалось белковых кормовконцентратов на сумму свыше 600 млн долл.

Создание безэруковых сортов (0–1 %) способствовало новому этапу в расширении посевов культуры на пищевые цели. В настоящее время на полях Беларуси возделываются только безэруковые и низкоглюкозинолатные сорта рапса озимого и ярового.

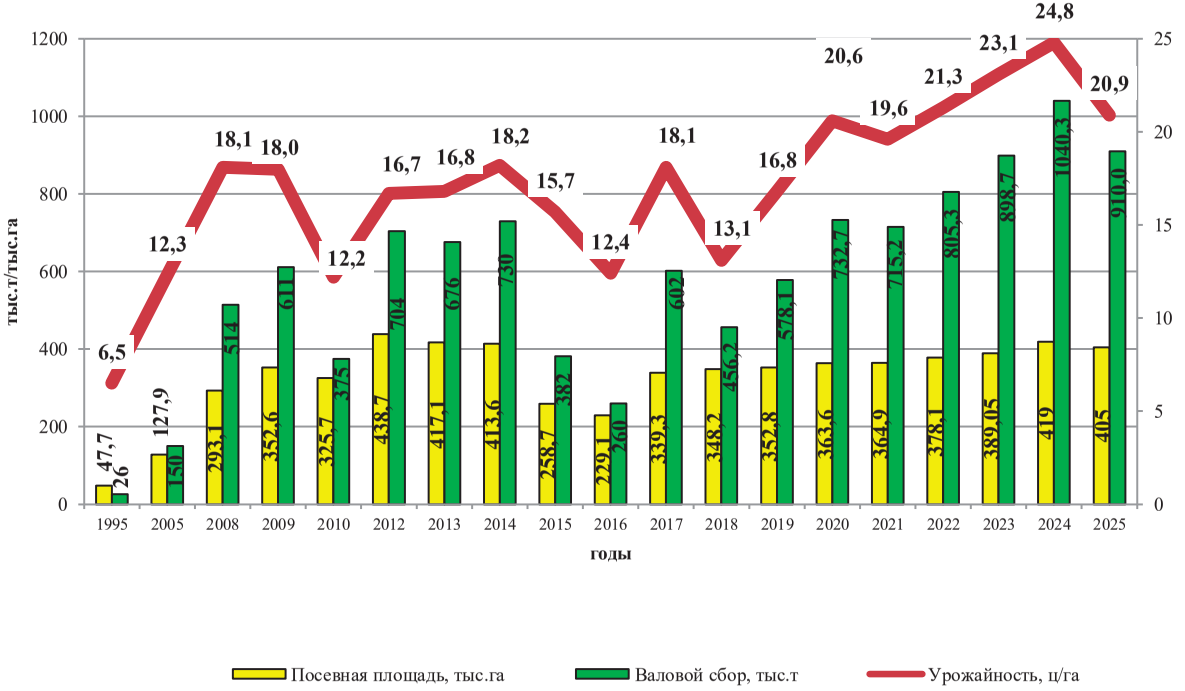


Рисунок 1 – Динамика валовых сборов, урожайности и уборочных площадей рапса в Беларуси

Жирнокислотный состав рапсового масла селекционным путем совершенно изменился, у современных сортов по жирнокислотному составу масло стало равноценным оливковому (рисунок 2) и поэтому широко используется на пищевые цели. У нового сорта рапса озимого Родник содержание олеиновой кислоты достигает 77 % при соотношении линолевой кислоты к линоленовой (1,1:1).

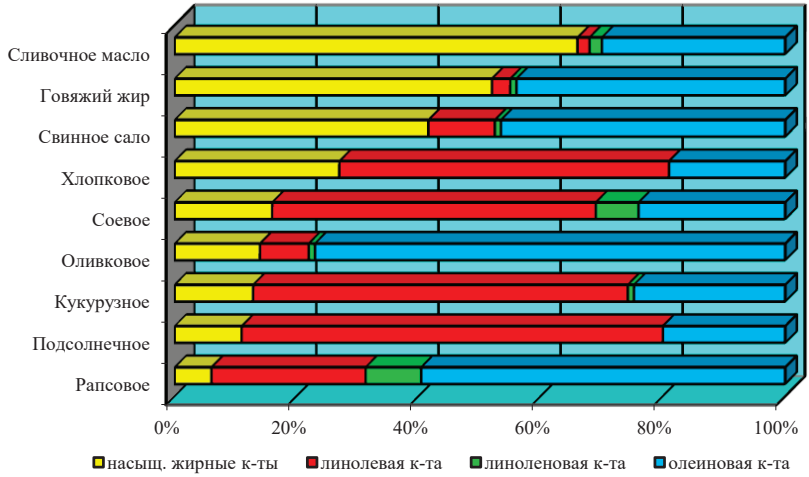


Рисунок 2 – Жирнокислотный состав растительных масел и животных жиров

За четыре десятилетия учеными РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» создано и внедрено в производство 30 сортов и гибрид рапса озимого и 27 сортов и 3 гибрида рапса ярового. При этом за 2016–2026 гг. созданы и включены в Государственный реестр сортов Республики Беларусь 16 сортов озимого с потенциалом урожайности 54,8–71,8 ц/га маслосемян, 13 сортов и 1 гибрид ярового рапса (42,4–50,4 ц/га). Гибрид и 4 сорта ярового и 2 сорта озимого рапса включены в Государственный реестр селекционных достижений России. За этот период разработаны 3 новых отраслевых регламента возделывания рапса озимого, ярового и озимой сурепицы (2022 г.).

Площадь посевов озимого рапса в Беларуси на зерно под урожай 2026 г. по данным Минсельхозпрода составила 452,0 тыс. гектаров, перезимовка которого превысила 98 % или была самой высокой за годы возделывания рапса.

За последние 5 лет (2022-2026 гг.) в хозяйствах республики районированы и внедряются в производство 6 новых сортов озимого рапса отечественной селекции (Витень, Медей, Федор, Мавр, Кардинал и Родник), которые при условии строгого соблюдения их сортовой агротехники обладают потенциалом продуктивности 55-65 ц/га и более и уже возделываются на площади более 28000 га. Отечественные сорта озимого рапса хорошо приспособлены к почвенно-климатическим условиям региона, а совершенствование их сортовой агротехники позволило значительно улучшить перезимовку озимой формы.

В условиях изменяющейся экологической ситуации (потепление климата, роста численности и продолжительности засух) возрастает роль селекции как основного фактора повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды. И ещё более актуальна эта проблема для культуры рапс, которая не только влаголюбива, но и может быть одной из стабильных (пластичных) маслично-белковых культур мира и тех стран, где она культивируется и получила признание в последнее десятилетие.

Многолетними данными научно-исследовательских учреждений, а также практикой мирового земледелия установлено, что за последние 40 лет в общем росте урожайности сельскохозяйственных культур за счет интенсивных факторов от 25 до 50 % приходится на долю сорта (гибрида) [Г.В. Гуляев, 1987, Ю.Л. Гужов и др., 2003], а А.А. Жученко (2001) утверждал, что вложение средств в селекцию устойчивых сортов в 70 раз эффективнее, чем производство химических средств защиты посевов от болезней.

Основные направления селекции рапса. Основными требованиями, предъявляемыми к современным сортам и гибридам рапса, которые имеют практически равнозначное значение, являются высокая и стабильная урожайность семян, которая на 3–50 % зависит от перезимовки и зимо- и морозостойкости озимого рапса, который занимает более 90 % посевных площадей рапса в Беларуси, а также отсутствие или низкое содержание антипитательных веществ в них.

На современном этапе отечественными селекционерами решаются следующие задачи: создание исходного материала со значительной генетической изменчивостью, комплексной устойчивостью к болезням, сорнякам и к стрессовым условиям среды; использование в производстве гетерозисного эффекта, поиск источников ЦМС, закрепителей стерильности и восстановителей фертильности, создание межлинейных и межсортовых гибридов на основе ЦМС; использование но-

вых методов – биотехнологии (получение гаплоидов из пыльников и микроспор), мутагенеза, ресинтеза; поиск новых источников устойчивости к патогенам, гербицидам; повышения морозо- и зимостойкости озимого рапса и т.д.

Селекция рапса на качество маслосырья осуществляется по следующим направлениям: повышение содержания масла в семенах; снижение уровня эруковой, эйкозеновой кислот, оптимизация соотношения между линолевой и линоленовой кислотами (1,1:1); уменьшение состава алифатических- и гидроксисодержащих глюкозинолатов; повышение содержания олеиновой кислоты в масле и белка в семенах; снижение содержания клетчатки путем создания светло-коричневых и желтосемянных форм и др.

Генофонд. Анализ результатов изучения коллекционных образцов озимого рапса показал, что основными лимитирующими факторами для этой культуры являются качество семян (повышенное содержание эруковой кислоты и глюкозинолатов), устойчивость к полеганию, осыпанию и болезням, а также зимостойкость озимого рапса, скороспелость, холодостойкость яровой формы. В коллекции 80-х годов практически не было обнаружено скороспелых, продуктивных и одновременно качественных и зимостойких сортообразцов озимого рапса. Содержание эруковой кислоты у образцов озимого рапса в 1987–1990 гг. изменялось от 0,3 до 54,5 %, при этом они не отличались высокой зимостойкостью и только 12 % были низкоэруковыми (≤2 %) и еще меньше было низкоглюкозинолатных образцов (≤30 мк/моль/г). Среднее содержании эруковой кислоты у образцов ярового рапса в этот период составило 8,2 % и изменялось от 0,7 до 42,6%, а масличность – от 35,6 до 43,2 %. С привлечением различных методов селекции, провокационных и инфекционных фонов были выделены источники рапса, представляющие интерес для селекционного процесса по комплексу хозяйственно-полезных признаков в условиях Беларуси.

Рекомбиногенез – основной метод создания нового селекционного материала, оригинальных форм и признаков, а в сочетании с отбором – и новых сортов рапса. Большинство современных сортов ярового и озимого рапса созданы путем гибридизации. Принцип подбора родительских пар для гибридизации на начальных этапах селекции рапса в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» был основан на скрещивании сортов и линий этой культуры различного географического происхождения. По мере изучения исходного материала, создания гомозиготных линий в последние два десятилетия в основном используется концепция признака или гена.

Культура *in vitro* в селекции рапса. Уникальность рапса в отличие от большинства других сельскохозяйственных культур заключается в его способности к прямому пыльцевому эмбриоидогенезу непосредственно на индукционной среде, высокой регенерационной способности и отсутствию альбинизма. Гаплоиды значительно расширяют генетическое разнообразие исходного селекционного материала как за счет рекомбинаций при мейотическом делении при гаметогенезе, так и за счет сомаклональных мутаций в условиях *in vitro*. В отделе биохимии и биотехнологии освоены методики создания гомозиготных линий рапса на основе культуры пыльников и с их участием получены гомозиготные линии, которые использованы селекционерами для создания сортов рапса ярового (Неман, Скиф) и озимого (Айчынны, Адонис и Северин) и создается новый материал для дальнейшей селекционной работы. В настоящее время культура *in vitro* андрогенеза и гиногенеза используется в селекции рапса на гетерозис.

Использование метода электрофореза в селекции рапса. Важную роль в селекции рапса имеет использование электрофореза белков в полиакриламидном геле (ПААГ). Нашими исследованиями установлено, что электрофоретические спектры могут служить маркерами при идентификации генотипов по устойчивости к стрессовым условиям среды. Анализ суммарных белков семян озимого рапса, различающихся по зимостойкости, показал наличие 35–45 электрофоретических компонентов. Выявлены особенности электрофоретического спектра белков семян зимостойких сортов в области 45 кДа. Установлено, что спектр белков зимостойких сортов не имеет полипептида в области 50 кДа, в то время как у слабо- и среднезимостойких он присутствует.

При анализе генетической дифференциации изученных образцов озимого рапса установлено, что все образцы не менее чем на 63 % обладают общими компонентами спектра, сорта и гибридные комбинации достоверно (не противореча данным родословных) разделяются по родственным группам, демонстрируя высокую генетическую связь (до 92 %). Детектируемых различий компонентного полипептидного состава сортов и гибридов достаточно для установления происхождения и идентификации сорта, степени выравненности селекционного материала, определения полноты скрещивания в гибридных комбинациях.

Селекция на гетерозис. Исследования по созданию гибридов F_1 озимого и ярового рапса в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в отделе масличных культур проводятся с 2001 г. в основном с использованием систем типа ogura ЦМС-(ogu) и polima ЦМС-(pol), а с 2009 г. в гетерозисной селекции рапса использу-

ется еще и система CMSC 301, представленная фирмой «Dieckmann Seeds», Германия. В Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Беларуси внесены 3 гибрида F_1 ярового (Алмаз, Рубин (2009), Геракл (2014) и с 2011 г. гибрид озимого рапса Днепр, созданные с использованием ЦМС *ogu* по схеме Compositаl Hybrid Lines. Гибрид F_1 ярового рапса Алмаз включен с 2014 г. в Государственный реестр селекционных достижений России. В результате исследований по схеме создания гибридов Restored Fertility Hybrid гибридов F_1 озимого и ярового рапса в основном на основе ЦМС *ogura* созданы экспериментальные гибриды. В таблице 1 представлена урожайность гибридов рапса озимого белорусской и зарубежной селекции в конкурсном сортоиспытании в среднем за 2024–2025 гг.

Таблица 1 – Урожайность отечественных и зарубежных гибридов рапса озимого в конкурсном сортоиспытании, 2024-2025 гг.

Гибрид	Страна происхождения	Средняя урожайность, ц/га	Потенциальная урожайность, ц/га	Содержание, %	
				жира	сырого протеина
Днепр	Беларусь	54,2	66,0	44,8	22,6
Корнет	Беларусь	56,2	68,9	45,0	22,4
Командор	Беларусь	56,7	63,4	44,1	23,1
Зубр	Беларусь	58,3	66,0	44,9	22,7
Значны	Беларусь	57,8	67,7	45,4	22,9
Абсолют	Франция	56,5	68,6	43,8	22,4
Аурелия	Франция	58,1	67,8	44,2	21,4
ES Амадео	Франция	58,9	63,7	43,8	22,9
Гидромель	Франция	59,7	68,4	43,3	22,6
Rohan	Германия	55,9	69,0	44,6	22,2

Таким образом, методами внутривидовой и отдаленной гибридизации (прямых, возвратных и ступенчатых скрещиваний), мутагенеза, индивидуального и рекуррентного отбора, инбридинга, культуры пыльников и микроспор *in vitro,* электрофореза, ДНК-маркеров создан новый селекционный материал, сорта рапса озимого – Козерог, Мажор, Шпак, Лидер, Прогресс, Добродей, Зорны, Арсенал, Капитал, Маяк, Мартын, Прометей, Август, Александр, Империал, Витовт, Оникс, Зенит, Золотой, Буян, Николай, Витень, Медей, Федор, Кардинал, Родник, Орлан, Линкор; ярового – Явар, Стрелец, Смак, Антей, Гранит, Неман, Гермес,

Янтарь, Водолей, Магнат, Кромань, Прамень, Гедемин, Скиф, Олимп, Герцог, Амур, Титан, Топаз, Яровит, Верас, Вихрь, Изумруд, Ягуар, Гелиус, Лазурит, гибриды F_1 ярового Алмаз, Рубин, Геракл, гибрид F_1 озимого рапса Днепр и установлена их генетическая оригинальность.

Таблица 2 – Сорта озимого и ярового рапса, созданные с использованием различных методов селекции в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Методы селекции		Сорта рапса	
		озимого	ярового
Гибридизация	межсортовая, межлинейная	Лидер, Прогресс, Добродей, Зорны, Арсенал, Капитал, Маяк, Мартын, Прометей, Август, Александр, Империал, Витовт, Оникс, Зенит, Золотой, Буян, Николай, Витень, Кардинал, Родник	Явар, Янтарь, Водолей, Магнат, Гедемин, Олимп, Топаз, Яровит, Верас, Вихрь, Ягуар, Гелиус, Лазурит
	внутривидовая	-	Гранит, Гермес, Кромань, Прамень,
	межвидовая (отдаленная)	Мавр	Смак, Антей, Неман, Изумруд
Мутагенез	гибридизация (межсортовая)	-	Скиф, Бархат
Отбор на провокационных фонах		Козерог	Стрелец
Гибридизация (межлинейная)	культура *in vitro*	Северин, Айчынны, Адонис	Титан
Гибридизация (межвидовая)		-	Неман
Гибридизация (межлинейная)	использование ДНК-маркеров	Медей, Фёдор	Герцог, Амур

RAPESEED AS MAIN OIL CROP OF THE REPUBLIC OF BELARUS
S. V. Kravtsov, Y.E. Piliuk

Main directions, methods, results of breeding and cultivation of winter and spring rapeseed for oilseeds in Belarus are presented in the paper.

УДК 631.52:633.853.494

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ РАПСА ОЗИМОГО ВО ВНИИМК: СКОРОСПЕЛОСТЬ И КРУПНОСЕМЯННОСТЬ

Л. А. Горлова
ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», e-mail: lagorlova26@yandex.ru

В сезоне 2025/2026 г. в Российской Федерации посеяно более 700 тыс. га рапса озимого. Приоритетными направлениями селекции на современном этапе является отбор на семенную продуктивность, скороспелость, технологичность, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам среды. С целью разграничения уборки рапса и основной уборки озимых зерновых, раннего освобождения поля, а также ухода на юге РФ от июньских суховеев, создаётся селекционный материал рапса озимого с укороченным периодом вегетации без ущерба для урожайности [1]. Селекция рапса ведётся также в направлении создания генотипов с повышенной массой 1000 семян, поскольку размер и вес семян имеет большое значение для получения дружных и выровненных проростков. Крупные семена характеризуются большим запасом питательных веществ и обеспечивают прорастающему растению относительную независимость от внешних условий на начальных этапах развития [2], а также позволяют равномернее распределять в почве высевающими аппаратами сеялки и сеять их глубже.

Во ВНИИМК в селекции сортов рапса концентрируют внимание на многих хозяйственно значимых признаках, биохимических характеристиках семян, устойчивости к полеганию растений, осыпанию семян и поражению болезнями, в том числе созданию селекционного материала и сортов с укороченным вегетационным периодом и высокой массой 1000 семян.

Исследования проводили на опытных полях ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК по методикам, разработанным в институте и Госсорткомиссией,

а также общепринятым ГОСТам. Биохимические анализы семян выполнены с использованием хроматографа ИК-анализатора Matrix-1.

В 2026 г. в Госреестр РФ внесён сорт рапса озимого Актив селекции ВНИИМК, относящийся к ранней группе спелости и созревающий на 3 дня раньше раннего сорта Элвис. Применив внутривидовую гибридизацию между генотипами с укороченными основными межфазными периодами в совокупности с самоопылением были получены ранние линии, характеризующиеся высокой урожайностью и комплексом хозяйственно ценных признаков. Выделено 6 линий, вегетационный период которых существенно (на 3–6 суток) короче в сравнении с самым раннеспелым коммерческим сортом Элвис (таблица 1). Все линии существенно превзошли стандарт по урожайности семян на 1,02–1,54 т/га. Масличность ранних линий варьировала от 45,5 до 49,3 %.

Таблица 1 – Характеристика ранних линий рапса озимого в питомнике контрольного испытания, ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2024-2025 гг.

Линия, сорт	Вегетационный период, сут.	Урожайность, т/га	Глюкозинолаты, мкмоль/г	Содержание, %		
				масла	белка	олеиновой кислоты
ВН-433	264	4,96	14,9	47,9	20,0	68,2
ВН-417	263	4,63	12,6	45,5	20,8	62,7
ВН-427	261	4,54	14,3	47,2	21,3	58,5
ВН-431	263	4,50	15,0	48,9	20,5	66,6
ВН-428	264	4,48	15,8	46,8	20,9	61,9
ВН-426	264	4,44	19,9	49,3	20,4	64,9
Актив	264	4,28	16,4	47,1	21,6	64,7
Элвис (ст.)	267	3,42	18,2	48,5	21,2	65,3

Средний уровень содержания белка в семенах лучших ранних линий рапса озимого контрольного питомника находился в пределах 20,0–21,3 %, размах варьирования по признаку содержания олеиновой кислоты был существенный и составлял от 58,5 до 68,2 %, глюкозинолатов – от 12,6 до 19,9 мкмоль/г.

Селекционный питомник линий рапса озимого с высокой массой 1000 семян (5,0–6,3 г) включал 54 генотипа. Выделенные по уровню высокой урожайности линии существенно (на 0,6–1,9 г) превосходили сорт-стандарт Лорис по массе 1000 семян и по урожайности на 0,10–1,51 т/га. Высокоурожайные линии с самыми высокими показателями

массы 1000 семян продемонстрировали сниженную на 0,59–4,47 % долю оболочки в массе семени (лузжистость), варьирование уровня масличности 45,6–48,0 % и олеиновой кислоты в масле семян 59,4–72,6 %, повышенное содержание белка на 0,1–2,3 % (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика линий рапса озимого с высокой массой 1000 семян, ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2024-2025 гг.

Линия, сорт	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га	Лузжистость семян, %	Содержание, %		
				масла	белка	олеиновой кислоты
ВН-1877	6,3	5,38	11,10	45,6	23,6	67,3
ВН-1881	5,7	5,80	12,51	45,8	22,1	68,6
ВН-1450	5,5	5,73	14,34	46,9	23,3	59,4
ВН-1464	5,4	5,23	13,62	46,7	24,2	66,3
ВН-1866	5,3	5,44	14,43	48,0	21,5	72,6
Лорис (ст.)	4,4	4,91	15,57	47,0	21,9	66,9

Таким образом, внутривидовая гибридизация и разнообразие селекционного материала рабочей коллекции ВНИИМК позволили выделить перспективные линии и сорта с укороченным вегетационным периодом для селекции раннеспелого рапса озимого и высокоурожайные линии с высокой массой 1000 семян для создания крупносемянных сортов.

Литература

1. Горлова, Л. А. Раннеспелый селекционный материала рапса озимого селекции ВНИИМК: поиск, оценка, выделение перспективных номеров / Л. А. Горлова, Э. Б. Бочкарёва, Е. А. Стрельников, В. В. Сердюк // Масличные культуры. – 2021. – № 1 (185). С. 27-32.

2. Мусалитин, Г. М. Влияние крупности посевного материала на урожайность ячменя / Г. М. Мусалитин, В. А. Борадулина // Зерновое хозяйство России. – 2015. – Вып. 5. – С. 21-24.

CURRENT DIRECTIONS IN WINTER RAPE BREEDING AT VNIIMK: EARLY MATURITY AND LARGE SEEDS

L.A. Gorlova

Intraspecific hybridization and diversity of breeding material of the VNIIMK working collection made it possible to identify promising lines and varieties with a shortened vegetation period for breeding of early-ripening winter rape and high-yielding lines with a high 1000-grain weight for the creation of large-seeded varieties.

УДК 631.52:633.853.494

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ГИБРИДОВ РАПСА ОЗИМОГО И ЯРОВОГО ВО ВНИИМК

Е. А. Стрельников
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, strelnikov.e.a.1989@mail.ru

Гибриды озимого и ярового рапса, созданные на основе генетически различающихся родительских линий, проявляют эффект гетерозиса. Он выражается в превосходстве потомства над родительскими формами по морфометрическим показателям (увеличение габитуса растений), интенсивности метаболизма и уровню продуктивности [1]. Получение гибридов с выраженным гетерозисным эффектом является приоритетным направлением селекции во всех странах, возделывающих рапс [2]. Создание коммерческих гибридов рапса озимого и ярового представляет собой актуальную и важную задачу в области сельского хозяйства, обусловленную спросом со стороны сельхозтоваропроизводителей на семена гибридов отечественной селекции. Целью исследований являлась оценка перспективных гибридов рапса озимого и ярового селекции ВНИИМК по основным хозяйственно-полезным признакам.

Исследования проводили в 2023–2025 гг. на опытных полях центральной экспериментальной базы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, расположенной в центральной зоне Краснодарского края. Материалом для изучения послужили 5 гибридов рапса озимого и 5 гибридов рапса ярового, созданных на основе системы ЦМС *ogura* [3]. Питомник конкурсного сортоиспытания рапса озимого и ярового был заложен рандомизированным методом в четырёхкратной повторности. Фенологические наблюдения, учёты, уборку выполняли по принятой во ВНИИМК методике. В качестве стандартов для рапса озимого использовали иностранный гибрид Фактор (КВС), для рапса ярового – иностранный гибрид Джаз (КВС). Биохимические анализы семян выполняли с использованием ИК-анализатора Matrix-1 [4].

Выполнен сравнительный анализ урожайности, масличности и содержания глюкозинолатов у перспективных экспериментальных гибридов F_1 озимого и ярового рапса. Изучаемые гибриды продемонстрировали высокую морфологическую выравненность, а также одновременность цветения и созревания. Представленные гибриды рапса озимого и ярового селекции в среднем за три года исследований превосходили стандарты по урожайности (таблица).

Таблица – Хозяйственная характеристика гибридов рапса озимого и ярового в конкурсном испытании ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Гибрид	Урожайность семян, т/га				Содержание	
	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Σ x̄	масла, %	глюкозинолатов, мкмоль/г
Рапс озимый						
ВН-9 × ОРК-10/1	5,01	3,52	4,13	4,22	47,0	16,3
Мерло	4,96	3,34	4,01	4,10	47,3	24,8
Гамбит	4,56	3,35	3,99	3,97	49,6	16,0
Дебют	4,67	3,07	3,97	3,90	48,5	22,4
ВН-4 × ОРК-20	4,55	3,16	3,86	3,85	47,2	19,5
Фактор (*St*)	4,70	3,11	3,63	3,81	47,9	21,2
$НСР_{05}$	0,23	0,21	0,25	-	-	-
Рапс яровой						
Премьер	2,04	1,90	1,77	1,90	45,1	14,9
МЛ-9ВИ × ЯРК-14ГЕТ	1,84	1,67	2,17	1,89	43,4	14,8
МЛ-3ТА × ЯРК-14ГЕТ	1,92	1,52	1,91	1,78	43,7	16,7
МЛ-8АМ × ЯРК-2ПЕР	1,81	1,56	1,94	1,77	42,3	17,3
МЛ-7РА × ЯРК-3ИКЛ	2,02	1,36	1,84	1,74	42,1	15,7
Джаз (*St*)	1,73	1,68	1,67	1,69	39,8	16,1
$НСР_{05}$	0,18	0,16	0,15	-	-	-

По результатам трехлетних испытаний перспективная комбинация ВН-9 × ОРК-10/1 продемонстрировала наиболее стабильную и высокую урожайность среди гибридов озимого рапса, существенно превышая иностранный гибрид Фактор на 0,41 т/га. Самой высокой масличностью семян (49,6 %) и низким содержанием глюкозинолатов (16,0 мкмоль/г) характеризовался гибрид Гамбит.

В группе рапса ярового самой высокой урожайностью обладал гибрид Премьер, превышая стандарт на 0,21 т/га. По масличности семян гибриды рапса ярового превосходили иностранный гибрид Джаз на 2,3–5,3 %. Самой высокой масличностью и низким содержанием глюкозинолатов в семенах характеризовался гибрид Премьер.

Таким образом, по результатам исследований установлено, что в среднем за 2023–2025 гг. представленные перспективные 5 гибридов рапса озимого и 5 ярового превышали по урожайности семян стандарты Фактор (озимый) и Джаз (яровой). Максимальные показатели урожайности за период исследований отмечены у гибридной комбинации рапса озимого ВН-9 × ОРК-10/1 и у гибрида рапса ярового Премьер.

Представленные гибриды озимого рапса относятся к среднеранней группе, гибриды ярового рапса к ранней группе спелости и планируются или уже переданы в Государственную комиссию для испытания.

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Использование гетерозиса в селекции рапса / Я. Э. Пилюк, В. В. Зеленяк, А. В. Бакановская // Молекулярная и прикладная генетика. – 2008. – Том 8. – С. 65–72.

2. Bartkowiak-Broda, I. Strategiczne kierunki w hodowli rzepaku w Polsce / I. Bartkowiak-Broda, M. Ogrodowczyk // Рапс: масло, белок, биодизель // Материалы научно-практической конференции (25-27 сентября 2006 г., г. Жодино) / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2006. – С. 26–35.

3. Бочкарёва, Э. Б. Результаты и перспективы селекции гибридов рапса озимого во ВНИИМК / Э. Б. Бочкарева, Л. А. Горлова, В. В. Сердюк, Е. А. Стрельников // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 48-57.

4. Ефименко, С. Г. Экспресс-оценка содержания основных жирных кислот в масле семян рапса с помощью ИК-спектрометрии / С. Г. Ефименко, С. К. Ефименко, Л. А. Кучеренко, Я. А. Нагалевская // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 35–40.

RESULTS AND PERSPECTIVES OF BREEDING OF WINTER AND SPRING RAPE HYBRIDS IN VNIIMK

E. A. Strelnikov

The evaluation of promising winter and spring rape hybrids, bred in VNIIMK, on the main economically important traits under the conditions of the central zone of the Krasnodar region are presented. The studied winter and spring rape hybrids exceeded the standards in terms of seed yield over an average of three years of the research. The promising hybrids of winter and spring rape are of interest for cultivation in the regions, growing rape.

УДК 663.853:631.527

НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ РАПСА В ФНЦ «ВИК ИМ. В.Р. ВИЛЬЯМСА»

В. Т. Воловик, С. Е. Сергеева, Т. В. Прологова

ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», e-mail: vik_volovik@mail.ru

Крестоцветные культуры (рапс, сурепица, редька масличная, горчица белая) играют важную роль в производстве зелёных и концен-

трированных кормов, жмыхов и шротов, особенно в лесной зоне России. В настоящее время рапс – одна из самых маржинальных масличных культур в России, особенно в условиях центральной России, наиболее благоприятной по климатическим характеристикам [1]. Масложировая отрасль расширяет сеть заводов по производству растительного масла, а жмыхи и шроты востребованы в комбикормовой промышленности.

Для производства требуются продуктивные, с высоким содержанием жира и белка, пониженным содержанием клетчатки, оптимальным для пищевого использования соотношением предельных и непредельных жирных кислот, экологически пластичные, неполегающие, низкорослые, компактные сорта с устойчивыми к растрескиванию стручками. Вследствие полегания растений и растрескивания стручков теряется до 25–50 % урожая [2]. Кроме того, опавшие семена могут сохраняться в почве до 10 и более лет, давая начало самосевным растениям или сорнякам в последующих урожаях [3]. Устойчивость к осыпанию позволяет обеспечить равномерное полное созревание, повышает содержание жира и белка в урожае, снижает содержание хлорофилла, имеющегося в незрелых семенах, что повышает качество полученного масла [4].

Снижение потерь при возделывании рапса возможно путем создания сортов и гибридов с устойчивостью к растрескиванию стручков. Это достигается как изменением архитектоники растений (например, изменение угла прикрепления стручка к побегу, более плотного расположения стручков в кисти), так и укреплением створок стручка.

Селекция ярового и озимого рапса в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» проводится с 90-х годов прошлого столетия. Сотрудниками центра создано 10 сортов ярового и 6 сортов озимого рапса с продуктивностью до 4 т/га и до 6 т/га соответственно, содержанием жира до 50–52 %, белка до 25–27 %, 2 сорта яровой и сорт озимой сурепицы. Основным методом является традиционная селекция с использованием селекционно-тепличного комплекса, отбора на провокационных фонах, оценки в естественных условиях поражения болезнями и устойчивости к полеганию и растрескиванию стручков.

Для расширения генетической базы ярового рапса широко используется химический мутагенез [5]. В результате обработки семян ярового рапса сорта Викрос химическими мутагенами был получен широкий спектр мутаций, в том числе хозяйственно значимых признаков. В вариантах с обработкой этилметансульфонатом (ЭМС) в концентрации 0,03 и 0,02 %, диметилсульфатом (ДМС) в концентрации 0,08 % полу-

чены линии с устойчивыми к растрескиванию стручками, а также линии «сурепичного» типа со стручками, расположенными на растении вертикально. Отобраны линии, различающиеся по скороспелости, окраске семенной оболочки, высоте прикрепления побегов, жирнокислотному составу. Оценка поколения М6-М9 9 линий показала, что изменение архитектуры растения способствовало большей устойчивости растений к полеганию и растрескиванию стручков. Визуальная оценка устойчивости стручков отобранных линий при двухнедельном перестое на корню после полного созревания семян показала, что растения с измененной архитектоникой («вертикально расположенными стручками») имели балл от 4 до 4,8, в то время как сорт-стандарт от 3,5 до 3,8.

На основе перспективных номеров 834-16 и 948-3 созданы сорта Велес и Светозар. Сорт Велес содержит 47,4–48,8 % жира, 19,7–24,4 % протеина, 6,52–7,62 % клетчатки. Содержание олеиновой кислоты в составе жирных кислот на 7,15 % выше, чем в исходном сорте. Средняя урожайность семян за 3 года испытаний составила 3,28 т/га, что на 0,64 т/га выше стандарта сорта Викрос. С 2021 года сорт Велес допущен к использованию по 4 регионам России: Северо-Западному, Центральному, Уральскому и Западно-Сибирскому.

Средняя урожайность семян сорта Светозар за 5 лет составила 2,37 т/га, что на 0,39 т/га выше стандарта сорта Викрос. Содержание жира 45,4±2,1 %, белка – 24,2±2,0 %, клетчатки – 8,4±2,9 %. Низкое содержание глюкозинолатов в семенах (11,6–13,9 мкмоль/г) позволит использовать семена, жмых и шрот при кормлении животных в повышенных дозах. С 2023 года сорт Светозар допущен к использованию по 5 регионам: Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому, Уральскому и Западно-Сибирскому.

Сорта озимого рапса Северянин, Лауреат, Гарант, Норд обладают высокой адаптивностью и востребованы в производстве Северо-Западного, Центрального, Волго-Вятского, Центрально-Черноземного, Уральского, Северо-Кавказского регионов.

Литература

1. Воловик, В. Т. Производство рапса в Центральной России: состояние и перспективы / В. Т. Воловик, А. С. Шпаков // Кормопроизводство. – 2020. – №10. – С. 3–9. ISBN: 1562-0417.

2. Hossain, S. Breeding Brassica napus for shatter resistance / S. Hossain, G. P. Kadkol, R. Raman, P. A. Salisbury, H. Raman // World's largest Science, Technology & Medicine Open Access book publisher. – 2012, doi:10.5772/29051

Downloaded from: http://www.intechopen.com/books/plant-breeding Дата обращения 10.01.2026 г.

3. Gulden, R. H. Secondary seed dormancy prolongs persistence of volunteer canola in western Canada. / R. H. Gulden, S. J. Shirtliffe, A. G. Thomas // Weed Science. – 2003, 51: 904

4. Morgan, C.L. Breeding oilseed rape for pod shattering resistance / C. L. Morgan, Z. L. Ladbrooke, D. M. Bruce, R. Child, A. E. Arthur // Journal of Agricultural Science, Cambridge. – 2000, 135: 347–359.

5. Channaoui, S. Assessment of novel EMS-induced genetic variability in rapeseed (*Brassica napus* L.) and selection of promising mutants / S. Channaoui, M. Labhilili, H. Mazouz, El. F. Mohamed, A. Nabloussi // Pakistan Journal of Botany. – 2019, 51. doi10.30848/PJB2019-5(15).

DIRECTIONS AND RESULTS OF RAPE BREEDING IN THE FEDERAL STATE BUDGET SCIENCES INSTITUTION «FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND AGROECOLOGY»

V. T. Volovik, S. E. Sergeeva, T. V. Prologova

The breeding of spring and winter rape at the FWRC FPA has been carried out since the 1990s. The main directions of breeding are to increase seed productivity, improve quality and create early-maturing varieties of spring and winter rape that are resistant to lodging, shedding, and diseases, and are adapted to the conditions of the central Russia. Nine varieties of spring rapes and six varieties of winter rape with the yield of up to 4 t/ha and up to 6 t/ha respectively and fat content of up to 50–52% and protein content of up to 25–27% have been recognized as well as two varieties of spring and one variety of winter colza/

УДК 633.853.494«321»:631.527(571.1)

СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ РАПСА ЯРОВОГО В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Р. С. Полякова, Г. Н. Кузнецова
Сибирская опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,
Омская область, г. Исилькуль,
e-mail: polyakova.raie@yandex.ru

Преобладающим типом опыления у рапса является самоопыление (60–90 %). По данным Горловой Л.А (2025 г.) завязываемость рапса ярового в пределах одного цветка может составлять 52,4 %. Сорта рапса ярового охотно принимают пыльцу других растений своего сорта – 62,2 %, таким образом, показывают высокий уровень завязываемости семян при открытом (свободном опылении). Изменчивость способов

опыления рапса позволяет успешно применять при работе с этой культурой различные селекционные методы [1].

В настоящее время российские селекционеры активно работают над созданием новых гибридов озимых и яровых форм рапса. Важнейшее требование, которому должны соответствовать перспективные сорта и гибриды, – адаптивность, то есть способность противостоять неблагоприятному действию факторов среды, снижающих продуктивность и урожай [2].

Селекционные разработки в рапсосеющих государствах определяются особенностями каждой страны, развитием производства, почвенно-климатическими условиями и другими факторами. Основными требованиями, предъявляемыми к современным сортам рапса, которые имеют практически равнозначное значение, являются высокая и стабильная урожайность семян; отсутствие или низкое содержание антипитательных веществ в них [3].

Сорта масличных культур селекции СОС-филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК созданы для Уральского, Западного и Восточно-Сибирского регионов и характеризуются высокой и стабильной продуктивностью семян по годам. Селекция масличных культур в условиях южной лесостепи Западной Сибири определяется особенностями климата [4].

В 2023 г. в Государственную комиссию РФ по испытанию и охране селекционных достижений, допущенных к использованию, передан новый сорт рапса ярового Юбилейный 23 селекции Сибирской опытной станции – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Сорт создан методом индивидуального отбора из сорта Юбилейный, который включен в Государственный реестр селекционных достижений с 1998 г. Селекционная работа велась на улучшение основных хозяйственно полезных признаков: скороспелость, урожайность, масличность, устойчивость к полеганию, осыпанию и к основным патогенам [5]. В 2026 году сорт включён в Государственный реестр селекционных достижений по Волго-Вятскому (4), Средневолжскому (7), Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам.

На современном этапе для селекционеров СОС-филиала ВНИИМК по рапсу, как и по другим капустным культурам, главными являются следующие задачи: повышение продуктивности растений, то есть увеличение урожайности и масличности семян; селекция на скороспелость; крупносемянность; устойчивость к основным патогенам; улучшение жирно-кислотного состава масла (снижение содержания линоленовой и эруковой кислот в масле, увеличение содержания олеиновой); снижение глюкозинолатов в семенах.

В результате исследований в 2024–2025 гг. в контрольном питомнике рапса ярового выделен перспективный селекционный материал, формирующий урожайность семян на уровне 2,23–3,53 т/га с периодом вегетации 84–96 дней, содержащий в семенах 49,1–54,7 % жира, массой 1000 семян 3,6–4,8 г, следы эруковой кислоты, с содержанием глюкозинолатов до 14,1 мкмоль/г. Все образцы сравнивались с районированным стандартным сортом Гранит (таблица).

Таблица – Показатели перспективных сортообразцов по основным полезным признакам (в среднем за 2024–2025 гг.)

Сорт, стандарт	Вегетационный период, сут	Урожайность семян, т/га	Маслич-ность, семян, %	Сбор масла, т/га	Масса 1000 семян, г	Глюкозинолаты в семенах, мкМ/г
Гранит – ст.	95	2,19	50,6	0,97	3,4	12,5
2152	88	3,53	51,4	1,63	4,2	14,1
2167	84	2,31	50,1	1,04	4,4	12,8
2057	86	2,29	50,9	1,05	4,4	12,4
2065	96	2,97	50,8	1,36	3,6	11,8
2073	96	2,89	49,5	1,29	4,8	11,6
2149	92	3,41	49,1	1,51	4,0	12,7
2255	90	2,47	50,8	1,13	3,8	11,7
СЛ-1473	87	2,23	52,3	1,05	3,9	12,3
СЛ-1487	93	2,46	53,6	1,19	4,2	13,3
СЛ-1458	95	2,30	54,7	1,13	3,9	13,4
$НСР_{05}$	2,13	0,24	0,79	0,17	0,42	-

По признаку скороспелость с вегетационным периодом 84–86 суток отмечены номера 2167, 2057. По урожайности семян выделились сортообразцы 2152 (3,53 т/га), 2065 (2,97 т/га), и 2073 (2,89 т/га), где превышение над контролем составило 1,34–0,70 т/га соответственно. Высокое содержание жира в семенах 52,3–54,7 % получено в линейных образцах. Большой интерес в селекции на крупносемянность вызывают образцы с массой 1000 семян 4,2–4,8 г. Генетическое разнообразие селекционного материала по основным полезным признакам позволит вести селекцию сразу в нескольких направлениях (скороспелость, высокая продуктивность и крупносемянность). Выделившиеся образцы подойдут для создания новых высокопродуктивных сортов, адаптированных к условиям Западной, Восточной Сибири и Уральского регионов.

По результатам конкурсного сортоиспытания (2022–2025 гг.) выделился перспективный раннеспелый (80–88 дней) номер 31356 (Азарт), тип «00». Высота растения 120–130 см, не полегающий, засухоустойчивый. Количество стручков зависит от площади питания растений и колеблется от 130 до 230 шт. В 2025 году подана заявка на Государственное сортоиспытание. С 2026 г. сорт рекомендован для возделывания по Западно-Сибирскому региону.

Литература

1. Горлова Л. А. Морфология цветка и особенности опыления сортов рапса озимого и ярового селекции ВНИИМК // Масличные культуры. – 2025. – Вып. 4 (204). – С. 31–36.

DOI: 10.25230/2412-608X-2025-4-204-31-36

2. Бочкарева, Э. Б. История селекции рапса ярового во ВНИИМК (обзор) / Э. Б. Бочкарева, Л. А. Горлова, В. В. Сердюк, Е. А. Стрельников // Масличные культуры. – 2023. – Вып. 3 (195). – С. 88–97.

DOI: 10.25230/2412-608X-2023-3-195-88-97

3. Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси: (биология, селекция и технология возделывания) / Я. Э. Пилюк – Минск : Бизнесофсет, 2007. – 240 с.

4. Кузнецова, Г. Н. Высокомасличный сорт рапса ярового Юбилейный 23 / Г. Н. Кузнецова, Р. С. Полякова // Масличные культуры. – 2024. – Вып. 3 (199). – С. 106–109. DOI: 10.25230/2412-608X-2024-3-199-106-109

5. Кузнецова, Г. Н. Результаты выращивания масличных капустных культур сортов сибирской селекции в условиях Западной Сибири / Г. Н. Кузнецова, Р. С. Полякова // Кормопроизводство. – 2023. – № 7. – С. 10–13.

DOI: 10.25685/krm.2023.7.2023.001

STATE AND MAIN DIRECTIONS OF SPRING RAPE BREEDING IN WESTERN SIBERIA

R. S. Polyakova, G. N. Kuznetsova

The paper presents the results and main directions of spring rape breeding in Western Siberia (Omsk Region). The promising breeding material has been identified, producing seed yields of 2.23–3.53 t/ha, with a vegetation period of 84–96 days, containing 49.1–54.7% of fat in seeds, with the 1000-grain weight of 3.6–4.8 g, with traces of erucic acid, and glucosinolate content of up to 15.0 μmol/g. Based on the results of the competitive variety testing (2022–2025), the early-ripening spring rape variety Azart has been submitted for State Variety Testing in 2026.

УДК 633.853.494:631[526.32+527]

СОХРАНЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ РАПСА В УСЛОВИЯХ ГЕННОГО БАНКА

И. С. Матыс, И. М. Маркевич, П. Ю. Савенков, Е. М. Алекперова, Н. Н. Жачкина
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
e-mail: belgenbank@izis.by

Генетические ресурсы растений являются наиболее ценным и стратегически важным капиталом любой страны, так как непосредственно связаны с решением вопросов продовольствия в настоящем и будущем. Необходимость сбора и сохранения гермоплазмы растений обусловлена, прежде всего, бурным развитием научно-технического прогресса, в связи с чем, возрастает угроза исчезновения растительного разнообразия. На планете в настоящее время создано около 1800 генных банков растений, в которых на 2025 год сохраняется 7,5 млн образцов семян растений.

Целенаправленная научно-исследовательская работа по сбору, изучению, сохранению генетических ресурсов растений и их рациональному использованию в Республике Беларусь позволила создать в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» «Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений» (далее генбанк), который объявлен Национальным достоянием Республики Беларусь и сохраняет более 55,7 тыс. коллекционных образцов [1].

Формирование коллекции семян генетических ресурсов рапса было начато в 2000 году, в настоящее время коллекция представлена 3124 образцами гермоплазмы ярового и озимого рапса из 23 стран мира. Коллекция семян генетические ресурсов растений рапса исходного образца в генном банке представлена 1197 коллекционными образцами белорусского и зарубежного происхождения, сохраняется при температуре 0…+3 ºС. Активная коллекция рапса предназначена для обмена и обеспечения коллекционными образцами отечественных и зарубежных исследователей, эффективно используется в селекции, для создания новых ресурсо- и энергосберегающих сортов и гибридов рапса, сохраняет 865 образцов, при температуре 0…+3 ºС до 10–15 лет. Базовая коллекция рапса насчитывает 1062 образца, охватывает оригинальный семенной генофонд белорусского происхождения, лучшие

зарубежные сорта, наиболее ценные уникальные либо редкие образцы и хранится при температуре -18 ºС до 40 лет [2].

В составе семенной коллекции генетических ресурсов растений рапса озимого *(Brassica napus* L.) насчитывается 701 коллекционный образец из 18 стран мира. Особо ценные сорта ***рапса озимого*** – это образцы белорусского происхождения, которые ежегодно пополняют семенные коллекции генбанка: BG02000437 – Козерог (BLR), BG02000156 – Лидер (BLR), BG02000057 – Добродей (BLR), BG02000070 – Прогресс (BLR), G02000155 – Зорный (BLR), BG02000056 – Арсенал (BLR), BG02000067 – Капитал (BLR), BG02000052 – Мартын (BLR), BG02000054 – Маяк (BLR), BG02000064 – Днепр (BLR), BG02000068 – Прометей (BLR), BG02000066 – Александр (BLR), BG02000150 – Август (BLR), BG02000058 – Империал (BLR), BG02000069 – Витовт (BLR), BG02000149 – Золотой (BLR), BG02000896 – Северин (BLR), BG02000154 – Зенит (BLR), BG02000157 – Оникс (BLR), BG02000894 – Буян (BLR), BG02000895 – Николай (BLR), BG02000940 – Федор (BLR), BG02000941 – Витень (BLR), BG02001103 – Медей (BLR), BG02000798 – Мавр (BLR), BG02001101 – Кардинал (BLR), BG02001108 – Родник (BLR). Они широко используются в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь. Образцы включены в основной постоянный каталог генетических ресурсов растений Республики Беларусь [3].

В 2025 году базовая и активная коллекции пополнились новыми источниками селекционно ценных признаков рапса озимого – по перезимовке: BG02001106 – Орлан (BLR), BG02001102 – Линкор (BLR), BG02001198 – Callypso (DEU); по содержанию белка в маслосеменах: BG02000506 – Викинг (25,3 %) BLR; по наименьшему содержанию глюкозинолатов: BG02000930 – Сармат (RUS), BG02000932 – Селигор (RUS); по высоте растений: BG02001226 – №322/12-снП (136,0 см) BLR; по наибольшему показателю диаметра корневой шейки: BG02001220 – №547/13-1П (BLR); по длине центральной кисти: BG02001218 – №377/12-2П (35,6 см) BLR; по комплексу хозяйственно полезных признаков: BG02001062 – №369/15(BLR), BG02001062 – Гонар (BLR), BG02001218 – №377/12-2П (BLR); по комплексу селекционно ценных признаков: BG02000150 – Август (BLR), BG02000387 – Компас (DEU), BG02000479 – Rohan (DEU), BG02000651 – Nemax (DEU), BG02000413 – Exact (GBR), BG02000404 – DK Extron (CHE), BG02000412 – Elena (SRB), BG02000464 – NK Technic (FRA), BG02000477 – PR46W20 (USA), BG02000423 – Геліо (UKR); тремя

целевыми признаковыми коллекциями по признакам: «содержание масла», «зимостойкость» и «концентрация эруковой кислоты».

Культура	**Рапс озимый**	
Семейство:	*Brassicacea*	
Род:	*Brassica*	
Вид:	*Brassica napus L*	
Разновидность:	*oleifera*	
Наименование:	**Орлан**	
Шифр образца:	BG02001106	
Год сбора:	2023	
Место сбора:	г. Жодино, Минская обл.	
Оригинатор:	РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»	
Авторы:	Пилюк Я.Э., Храмченко С.Ю., Авхимович О.Н., Бык Е.С., Ровдо М.В.	
Среднеспелый сорт, пищевого назначения, безэруковый, низкоглюкозинолатный (0,5–0,6%), качества «канола». Средняя урожайность маслосемян за 2022–2025 гг. составила 48,9 ц/га, максимальная – 64,0 ц/га. Масса 1000 семян – 4,9-5,2 г. Семена содержат до 47,5 % жира и до 26,2 % белка. Вегетационный период 330 суток. Растение полусомкнутого типа, стебель со слабо антоциановой окраской, высотой 165–169 см. Высота прикрепления нижних ветвей 50–74 см. Листья зеленые волнистые по краям, зубчатые среднерассеченные без опушения. Характер расположения листьев – очередное. Соцветие кистевидное, среднее. Цветки среднего размера желтой окраски, лепестки цветков – средние. Стручок средней длинны. Сорт отличается зимостойкостью, устойчивостью к холоду и засухе, полеганию и осыпанию, дружностью цветения и равномерностью созревания. Среднеустойчив к альтернариозу.		

Рисунок – Фрагмент постоянного каталога Республики Беларусь

В составе семенной коллекции генетических ресурсов растений рапса ярового *(Brassica napus* L.) насчитывается 496 образцов из 23 стран мира. В коллекции сохраняются сорта ***рапса ярового:*** BG02000334 – Явар (BLR), BG02000314 – Смак (BLR), BG02000191 – Антей (BLR), BG02000256 – Гранит (BLR), BG02000299 – Неман (BLR), G02000252 – Гермес (BLR), BG02000335 – Янтарь (BLR), BG02000232 – Водолей (BLR), BG02000290 – Магнат (BLR), BG02000592 – Кромань (BLR), BG02000227 – Алмаз (BLR), BG02000308 – Рубин (BLR), BG02000304 – Прамень (BLR), BG02000250 – Гедемин (BLR), BG02000312 – Скиф (BLR),

BG02000251 – Геракл (BLR), BG02000300 – Олимп 15 (BLR), BG02000587 – Герцог (BLR), BG02000584 – Амур (BLR), BG02000586 – Титан 17 (BLR), BG02000585 – Топаз (BLR), BG02000775 – Яровит (BLR), BG02000663 – Верас (BLR), BG02000778 – Вихрь (BLR), BG02000776 – Феникс (BLR), BG02000820 – Ягуар (BLR), BG02000809 – Изумруд (BLR), BG02001126 – Гелиус (BLR).

В 2025 году базовая и активная коллекции ярового рапса пополнились новыми источниками селекционно ценных признаков: по продуктивности маслосемян − BG02001193 – Liason (DEU), BG02001192 – Evita (DEU); по скороспелости – BG02000838 – №521 (BLR), BG02001194 – Highlight (DEU), BG02000169 – AC Elect Canola (DEU), BG02001202 – Sary (DEU); по содержанию олеиновой кислоты – BG02001197 – Heros (DEU), BG02001194 – Highlight (DEU); по высоте растений – BG02001199 – Tiger (DEU); по ветвлению – BG02001199 – Tiger (DEU), а также образцами рапса ярового по комплексу хозяйственно ценных признаков: BG02001193 – Liason (DEU), BG02001201 – Spok (DEU), BG02001202 – Sary (DEU), BG02001199 – Tiger (DEU), BG02001194 – Highlight (DEU), BG02001191 – SW Landmark (SWE), BG02001195 – Licosmos (DEU), BG02000838 – №521 (BLR); по комплексу селекционно ценных признаков: BG02000169 – Abiliti (DEU), BG02000008 – NPZ SR 10909 (DEU), BG02000012 – SRMH 207 (DEU), BG02000075 – Jerome (DEU), BG02000006 – Sensor (FRA), BG02000085 – Культус (DEU), BG02000170 – Andor (CAN), BG02000276 – Клитынны (UKR).

Коллекции генбанка активно используются как источники ценных признаков для создания новых высокоэффективных отечественных сортов и гибридов рапса.

Таким образом, коллекция семян генетических ресурсов растений рапса, объединившая в себе мировое многообразие местных и селекционных сортов, является источником селекционно ценных признаков для белорусских селекционеров при создании новых конкурентоспособных высокоурожайных сортов и гибридов.

Литература

1. Привалов, Ф. И. Основные направления и приоритеты Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений в Республике Беларусь / Ф. И. Привалов, С. И. Гриб, И. С. Матыс [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 2 (135). – С. 6–10.

2. Матыс, И. С. Ex situ сохранение гермоплазмы ортодоксальных семян в Национальном банке семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук

Беларуси по земледелию» / Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование // Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Четыре четверти, 2019. – С. 18–21.

3. Матыс, И. С. Каталог белорусской коллекции образцов крестоцветных растений / И. С. Матыс, Я. Э. Пилюк [и др.] / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – 63 с.

PRESERVATION OF THE RAPE COLLECTION UNDER THE GENE BANK CONDITIONS

I.S. Matys, I.M. Markevich, P.Yu. Savenkov, E.M. Alekperova, N.N. Zhachkina

The paper demonstrates the results of the formation and preservation of the rape seed collection. Currently the collection accounts for 3124 rape accessions from 23 countries and includes the seed collection of plant genetic resources of the initial sample – 1197 accessions, active collection – 865 accessions, base collection – 1062 accessions, sources of valuable breeding traits and target trait collections.

УДК 633.853.494:631.527

СОЗДАНИЕ ЛИНИЙ-ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ ФЕРТИЛЬНОСТИ У РАПСА (*BRASSICA NAPUS* L.)

А. И. Стасюк, Н. И. Бойко, И. Я. Довлетов, В. В. Пискарев, Е. М. Тимонова

ФГБУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН» (ИЦиГ СО РАН) e-mail: stasyuk@bionet.nsc.ru

Рапс – одна из важнейших масличных культур. В последнее время сельхозпроизводители отдают предпочтение в пользу выращивания гибридов F_1, так как за счет гетерозисного эффекта их продуктивность выше, чем у сортов. Поэтому создание отечественных гибридов рапса, является актуальной задачей. Использование ЦМС при создании гибридов F_1 позволяет проводить контролируемую гибридизацию, а также снизить трудозатраты. У рапса известно более 10 типов ЦМС, однако наиболее стабильными являются системы ЦМС *ogu* (Ogura), *pol* (Polima), *ogu*-NWSUAF, MSL и *inap* [1]. Для получения гибридов рапса используется трехлинейная система: линия с ЦМС, линия-закрепитель стерильности и линия-восстановитель фертильности, содержащая в ядерном геноме доминантный ген *Rf*, который восстанавливает фертильность пыльцы. Поиск генов *Rf* является ключевой проблемой при создании родительских линий гибридов. Источником для поиска доминантных генов *Rf* могут служить коммерческие гибриды рапса. Ис-

пользование современных молекулярно-генетических и биотехнологических подходов позволяет в краткие сроки определить тип ЦМС, ускорить поиск доминантных генов *Rf* и создать стабильные гомозиготные линии рапса. Цель работы – определить ЦМС-системы у 11 коммерческих гибридов рапса и создать гомозиготные линии с доминантным геном *Rf*.

Материалом исследования послужили 11 коммерческих гибридов рапса: Вега ТМ F_1, Заря ТМ F_1, SRH 6190016 F_1, DLE22832S11 F_1, 2EN0036 F_1, 4006 В 432-39 F_1, Джангл КВС F_1, Чип КЛ F_1, Цебра КЛ F_1, Ювента КЛ F_1, Юнона КЛ F_1. Геномную ДНК выделяли из листьев с использованием CTAB. Для определения типа ЦМС была использована мультиплексная ПЦР с праймерами P11, P12, P21, P22, P32 [2]. Для поиска доминантного гена *Rfo* использовали пару праймеров BnRFO-AS2F / BnRFO-AS2R [3]. Условия амплификации задавали такие же, как в описанных литературных источниках. Продукты амплификации разделяли в 1,8 % агарозном геле в присутствии бромистого этидия. Получение удвоенных гаплоидов методом культуры изолированных микроспор проводили по методике [4]. Определение плоидности определяли по размеру устьиц замыкающих клеток с помощью микроскопа Axioskop 40 («Carl Zeiss», Германия).

Мультиплексная ПЦР с праймерами P11, P12, P21, P22, P32 позволяет выявлять сразу 5 ЦМС-систем – *Ogura*, *Ogu*-NWSUAF, *Nap*, *Pol*, *Cam*. По результатам ПЦР анализа было выявлено, что гибриды Чип КЛ F_1, Цебра КЛ F_1, Ювента КЛ F_1 несут цитоплазму с типом ЦМС *Ogura*, гибриды DLE22832S11 F_1, 2EN0036 F_1, 4006 В 432-39 F_1, Джангл КВС F_1 содержат цитоплазму с ЦМС Ogu-NWSUAF, у гибридов Вега ТМ F_1 и Заря ТМ F_1 идентифицирована цитоплазма с типом ЦМС *Napus*, у гибридов SRH 6190016 F_1 и Юнона КЛ F_1 не удалось идентифицировать тип ЦМС.

Для дальнейшей работы по получению удвоенных гаплоидов были выбраны 4 гибрида с типом ЦМС *Ogu*-NWSUAF. Данная ЦМС-система содержит в митохондриальной ДНК одновременно 2 гена *orf138* и *orf222,* характерных для ЦМС *Ogura* и *Napus* и отличается стабильностью проявления признака стерильности, отсутствием хлорозов и хорошей завязываемостью семян [1]. Из четырёх гибридов наиболее отзывчивыми на образование эмбриоидов на питательной среде NLN-13 были гибриды 4006 В 432-39 F_1 и 2EN0036 F_1 (около 2500 эмбриоидов на 150 бутонов). У гибридов Джангл КВС F1 и DLE22832S11 F_1 – около 800 эмбриоидов на 150 бутонов. Развившиеся эмбриоиды были пересажены на твердую питательную среду Гамборга

B5 и выставлены на свет для регенерации растений. Развивающиеся побеги пересаживали в культуральные сосуды подходящего объема на среду ½ МС для укоренения, а затем пересаживали в горшочки с вермикулитом для адаптации к условиям *in vivo*. Из первых пересаженных 24 растений, 11 из которых получены от гибрида 4006 В 432-39 F_1 и 13 растений от Джангл КВС F_1, была выделена ДНК и проведена ПЦР для выявления доминантного гена *Rfo*. Анализ показал, что из 11 растений от гибрида 4006 В 432-39 F_1 6 несут доминантный ген *Rfo*, а из 13 растений от гибрида Джангл КВС F_1 ген *Rfo* несут 8 растений. У растений с геном *Rfo* была определена плоидность, все они являются гаплоидными и им требуется удвоение хромосом с помощью колхицинирования. Остальные растения по мере подрастания и адаптации к условиям *in vivo* будут также проанализированы и из них будут получены удвоенные гаплоиды с геном восстановления фертильности *Rfo*.

Таким образом, маркер-ориентированная селекция в сочетании с технологией получения удвоенных гаплоидов позволяет в течение одного года получать константные линии с целевыми генами.

Литература

1. Анисимова, И. Н. Системы ЦМС у рапса и их использование в селекции отечественных гибридов / И. Н. Анисимова, А. Г. Дубовская // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – 181(3). – С. 171–180.

doi 10.30901/2227-8834-2020-3-171-180.

2. Zhao, H.X. Identification of cytoplasm types in rapeseed (*Brassica napus* L.) accessions by a multiplex PCR assay / H. X. Zhao, Z. J. Li, S. W. Hu, G. L. Sun, J. J. Chang, Z. H. Zhang // Theoretical and Applied Genetics. – 2010. – 121(4) – P. 643–650. doi.org/10.1007/s00122-010-1336-3.

3. Hu, X. Mapping of the *Ogura* fertility restorer gene Rfo and development of Rfo allele-specific markers in canola (*Brassica napus* L.) / X. Hu, M. Sullivan-Gilbert, T. Kubik et al. // Mol Breeding. – 2008. – 22(4) – P. 663–674.

doi 10.1007/s11032-008-9207-1.

4. Технология получения удвоенных гаплоидов в культуре микроспор семейства капустные (методические рекомендации) / ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур» // Е. А. Доблидес и [и др.] ; отв. редак. М. М. Тареева. – Москва: ВНИИССОК, 2016. – 40 с.

CREATION OF FERTILITY RESTORER LINES IN RAPE (BRASSICA NAPUS L.)

A. I. Stasiuk, N. I. Boiko, I. Ya. Dovletov, V. V. Piskarev, E. M. Timonova

For obtaining heterotic F1 hybrids of rape based on cytoplasmic male sterility (CMS) it's important to identify fertility restorer lines containing the dominant Rf

(restorer of fertility) gene in the nuclear genome. We have initiated activities to develop such lines from commercial rape hybrids using marker-assisted selection in combination with doubled haploid technology.

УДК 633.853.494:576.3:581.3

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ПЛОИДНОСТИ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ ОЗИМОГО РАПСА (*BRASSICA NAPUS* L.), ПОЛУЧЕННЫХ В КУЛЬТУРЕ МИКРОСПОР *IN VITRO*

Е. В. Козарь, Д. Д. Васильева, И. И. Чеповой, О. А. Валдеева, Е. А. Домблидес

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», М.О. Одинцовский р-н., пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная 14, 143072.
e-mail: koz.leno4ek@gmail.com

Технология удвоенных гаплоидов (DH) позволяет за одно поколение создавать полностью гомозиготные линии, ускоряя процесс получения новых сортов и гибридов. Для практической селекции важна плоидность растений, так как гаплоиды не имеют практической ценности, а спонтанное и индуцированное увеличение плоидности еще недостаточно изучено, что ограничивает возможности оптимизации протоколов. Целью настоящей работы стало изучение генотипической зависимости спонтанной полиплоидизации и пространственно-временной динамики плоидности эмбриоидов озимого рапса (*Brassica napus* L.) на ранних этапах регенерации.

В эксперименте использовали 4 генотипа озимого рапса коммерческого происхождения. Культуру изолированных микроспор проводили по протоколу, разработанному в лаборатории репродуктивной биотехнологии в культуре изолированных микроспор *in vitro* [1]. Для анализа плоидности применяли проточную цитометрию клеточных ядер на семядольной стадии развития эмбриоидов и в ходе регенерации (4–10 неделя культивирования эмбриоидов на твёрдой среде для регенерациии после переноса с жидкой). Отбор ткани для анализа у регенерантов 4-10 недель культивирования проводили дифференцированно: апикальная зона (разросшиеся семядоли/молодые листья) и базальная зона (гипокотиль/зона контакта с питательной средой). Статистическую обработку выполняли в среде R с использованием точного теста Фишера-Фримена-Халтона и парного непараметрического теста Вилкоксона.

Выход эмбриоидов составил от 37 до 274 шт/чашка Петри в зависимости от генотипа. Цитометрический скрининг 407 валидных эмбриоидов на семядольной стадии развития показал высокую однородность плоидного статуса внутри структуры (95,5–99,3 % профилей с CV < 5 % в зависимости от генотипа). При этом частота спонтанного удвоения генома (2C) достоверно зависела от генотипа и варьировала от 12,9 % до 62,7 % ($p < 0,001$). Доля миксоплоидных профилей не превышала 4,5 %.

Ключевым результатом исследования стало выявление формирования устойчивого пространственного градиента плоидности при переносе эмбриоидов на твердую регенерационную среду. Если на семядольной стадии ткани были генетически однородны, то в ходе органогенеза базальные части эксплантов достоверно чаще формировали миксоплоидные профили, тогда как апикальные меристемы сохраняли моно- или би-компонентный статус. Доля образцов с четкой плоидностью составила 73,7 % для апикальных зон против 16,6 % для гипокотилей.

Полученные данные демонстрируют, что первичное изменение количества ДНК происходит на ранних этапах индукции эмбриогенеза и детерминировано генотипом, а тканеспецифичная гетерогенность возникает, вероятно, как ответ на смену условий культивирования. Это указывает на химерность клеток регенерантов в процессе органогенеза и ставит под вопрос репрезентативность случайного отбора ткани для цитометрического скрининга. Рекомендуется стандартизировать забор проб преимущественно из апикальных меристем или молодых листьев для верификации удвоенных гаплоидов в селекционных программах по рапсу.

Литература

1. Домблидес Е.А., Шмыкова Н.А., Шумилина Д.В., Заячковская Т.В., Минейкина А.И., Козарь Е.В., Ахраменко В.А., Шевченко Л.Л., Кан Л.Ю., Бондарева Л.Л., Домблидес А.С. Технология получения удвоенных гаплоидов в культуре микроспор семейства капустные. Методические рекомендации. – Москва, 2016.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда, № 25-76-00083 (https://rscf.ru/project/25-76-00083/).

SPATIOTEMPORAL DYNAMICS OF PLOIDY IN WINTER RAPE (*Brassica napus* L.) REGENERATING PLANTS OBTAINED IN *IN VITRO* MICROSPORE CULTURE

E. V. Kozar, D.D. Vasilyeva, I.I. Chepovoy, O.A. Valdeeva, E.A. Domblides

The paper presents the results of the research on optimizing the protocol for developing doubled haploids (DH) of winter rape (Brassica napus L.) through in vitro isolated microspore culture. Flow cytometry was used to analyze 407 embryoids at the cotyledon stage of development and 205 pair observations (apical/basal parts) of regenerated plants of four genotypes. Significant genotype-dependent variability in the frequency of spontaneous genome doubling was established. The stable spatial ploidy gradient was identified for the first time: when embryoids are transferred to a regeneration medium, basal tissues form mixoploid profiles, while apical meristems retain more stable ploidy. The obtained data substantiate the need to revise the standards for cytometric screening of DH lines in practical breeding.

УДК 633.853.494:631[527+523]

ИЗУЧЕНИЕ ЭМБРИОГЕННОЙ СПОСОБНОСТИ ПЫЛЬНИКОВ ОЗИМОГО И ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

Е. Н. Кулинкович, Я. Э. Пилюк,
Н. Л. Ермоленко, И. Н. Синица, Е. Ф. Барчевская
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

В современной селекции роль биотехнологических методов неуклонно возрастает, появляются новые методики, позволяющие создавать улучшенные и принципиально новые генотипы сельскохозяйственных растений. Одним из таких методов стало получение удвоенных гаплоидов (DH) селекционных линий и гибридов. Дигаплоиды представляют собой генетически стабильный гомозиготный материал, получаемый методом андрогенеза в культуре пыльников и микроспор [2, 3, 5]. Рапс обладает хорошо выраженной способностью к прямому пыльцевому эмбриоидогенезу непосредственно на индукционной среде [1], высокой регенерационной способностью, отсутствием альбинизма у регенерантов и склонностью ко вторичному и третичному эмбриоидогенезу, позволяющему повысить выход эмбриоидов. В настоящее время с помощью культуры микроспор созданы новые сорта рапса в Канаде, Дании, Франции, Германии [4]. В Беларуси с использованием культуры пыльников создан и включен в Госреестр Беларуси и России сорт ярового рапса Неман [6].

Исследования проводились в 2017–2025 гг. в отделе масличных культур и отделе биохимии и биотехнологии РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Объектом исследований служили сорта и образцы озимого и ярового рапса. После холодовой предобработки бутоны стерилизовали, извлекали пыльники в асептических условиях и пассировали на питательную среду Келлера-Армстронга [7]. Экспланты культивировали в термостате сначала при температуре 32 ºС, а затем при температуре 28 ºС. По мере появления эмбриоидов их пересаживали на регенерационную среду MS. В фазе 2–3 листьев проводили обработку 0,05 % раствором колхицина и затем высаживали в искусственную почву Биона для акклиматизации.

Нами установлено, что различные концентрации 2,4-Д и НУК в составе питательных сред изменяли эмбриогенную способность эксплантов, повышение концентрации гормонов роста не повлекло за собой увеличения числа образовавшихся эмбриоидов у изученных образцов. За 2017–2018 гг. на данном варианте среды были изучены 19 линий ярового рапса, эмбриоиды были получены только у 10 из них (таблица 1).

Таблица 1 – Эмбриогенная способность образцов ярового рапса (2017–2018 гг.)

Образец	Количество						
	пыльников, шт.	эмбриоидов		регенерантов		дигаплоидов	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
N61	84	1	1,2	0	0	0	0
N72	138	3	2,2	2	66,7	2	100,0
Z5	84	3	3,6	3	100	1	33,3
Z6	36	1	2,7	1	100	1	100,0
4	1764	4	0,23	18	450,0	10	55,5
5	1368	17	1,24	14	82,3	9	64,3
6	1098	1	0,09	1	100,0	1	100,0
10	1710	5	0,29	11	220,0	9	81,8
11	1008	14	1,39	10	71,4	6	60,0
6_{222}	846	8	0,95	8	100,0	8	100,0
Всего в опыте	**8628**	**57**	**0,66**	**68**	**119,3**	**47**	**69,1**

Всего у ярового рапса было получено 57 эмбриоидов, процент эмбриоидогенеза составил 0,66 % на один пыльник. После пересадки на регенерационную среду получили 68 регенерантов. У двух линий – 4 и

10 – количество регенерантов значительно превышало количество эмбриоидов и коэффициент регенерации составил 450 и 220 % соответственно.

В 2020 г. удалось дифференцировать образцы озимого рапса по способности к эмбриоидогенезу и установить влияние низких положительных температур на реализацию признака эмбриогенной способности пыльников (таблица 2). У донорных растений, которые подвергались холодовой предобработке, эмбриоиды появились у всех номеров, включая генотипы с низкой эмбриогенной способностью – №2/20 (0,16 %) и №3/20 (0,72 %). Максимальной эмбриогенной способностью обладал образец №6/2 (31,9 %). Экспланты, полученные от растений без холодовой предобработки, обладали низкой эмбриогенной способностью. Лучшими по данному признаку оказались образцы №171816418-1 (2,5 %) и №1/20 (2,1 %). У образца №1/20 эмбриогенная способность снизилась более чем в четыре раза – с 9,5 % до 2,1 %. У образца №6/2, показавшего самую высокую эмбриогенную способность (31,9 %) с предобработкой, без нее эмбриоиды не формировались (0,0 %). Таким образом, холодовая предобработка донорных растений более эффективна, чем предобработка бутонов.

Таблица 2 – Влияние холодовой предобработки донорных растений на эмбриогенную способность высаженных эксплантов (2020 г.)

Образец	С холодовой предобработкой			Без холодовой предобработки		
	количество, шт			количество, шт		
	пыльников	эмбриоидов	%	пыльников	эмбриоидов	%
1	2	3	4	5	6	7
№1/20	900	85	9,4	360	4	2,1
№2/20	630	1	0,16	-	-	-
№3/20	1854	14	0,75	-	-	-
№4/20	486	69	14,2	-	-	-
№4/1	828	39	4,7	-	-	-
№6/2	522	167	31,9	252	0	0,0
№8	936	12	1,2	-	-	-
№2	594	54	9,1	-	-	-
№3/2	306	11	3,6	-	-	-
№13	180	4	2,2	-	-	-
Всего в опыте	**7236**	**456**	**6,3**	**612**	**4**	**0,6**

Продолжение таблицы 2						
1	2	3	4	5	6	7
№8/20	-	-	-	1098	13	1,2
№15161019	-	-	-	648	6	0,9
№171816418-1	-	-	-	360	9	2,5
№171816418-2	-	-	-	756	5	0,7
№181613-1	-	-	-	1674	1	0,06
№181613-5	-	-	-	720	1	0,14
№182018122	-	-	-	2628	13	0,05
Всего в опыте				**11448**	**52**	**0,45**

В 2019–2021 гг. проводилось изучение 103 линий озимого рапса, эмбриоиды и регенеранты были получены только у 37 образцов, то есть у 35,9 % изученных генотипов. Данные по лучшим линиям приведены в таблице 3. Среди изученных образцов высокими показателями по признаку эмбриогенной способности обладали образцы: 1-5-14-10-18-1-13 (46,6 %), 2/4 (36,4 %), 9/ I (60,6 %), 9/17 (140,5 %), 10/19 (48,9 %), 66-К-19 (94,4 %), Ag O-20 (223,6 %). Однако, несмотря на значительное количество полученных эмбриоидов, выживаемость и регенерационная способность оказались невысокими. Лучшие показатели по данному признаку у 16/15тс.40 (100 %), V№6z7 (80 %) и 16/15тс.42 (50,0 %).

В данном опыте также проводилась работа по выявлению факторов, повышающих выход эмбриоидов, способных к ризогенезу в зависимости от частоты пассирования и количества пассажей. Изучение процессов регенерации у полученных ранее эмбриоидов показало, что их развитие шло по трем различным направлениям – у части образцов, таких как X 2/20, 1963618, 8, как правило, имеющих незначительное количество сформировавшихся эмбриоидов, регенеранты сформировались уже при первом пассаже.

У большинства образцов часть эмбриоидов на среде для ризогенеза или формировали недифференцированный каллус, или на каллусных тканях, возникающих из эмбриодов, появлялись вторичные эмбриоды, которые были вновь пересажены на ризогенную среду и из них развивались либо нормальные растения, либо опять каллусные ткани с эмбриоидами или без них. Такой вторичный или третичный эмбриоидогенез позволил у образцов X 3/20, 171816418-2, 13, 171816418-1 повысить частоту возникновения регенерантов до 111–200 %.

Таблица 3 – Изучение эмбриогенной и регенерационной способности пыльников у различных сортообразцов озимого рапса

Образец	Количество				
	пыльников	эмбриоидов		регенерантов	
	шт	шт	%	шт	%
16/15тс.40	216	2	0,93	2	100
16/15тс.42	522	2	0,38	1	50
16/15тс.47	252	7	2,78	2	28,6
V№6z7	198	5	1,52	4	80
268/17	342	9	2,63	3	33,3
1-5-14-10-18-1-13	1080	422	46,6	36	15
9-6-15-10-20	1080	313	29,2	21	5
2/4	180	62	36,4	13	3
9/ I	180	109	60,6	13	6
9/17	180	253	140,5	26	9
10/19	180	88	48,9	4	3
93-К-20	360	75	21,9	6	2
66-К-19	360	287	94,4	33	12
T Ag-20	360	78	29,4	13	4
Ag O-20	360	805	223,6	102	30
Всего в опыте	37548	3897	10,4	436	11,1

Третью группу образовывали эмбриоиды, формирующие корневую систему, но с неразвитой точкой роста. Часть из них погибала, а у части эксплантов на стеблевой части регенеранта возникали вторичные эмбриоиды, из которых удавалось получить полноценные регенеранты. В результате количество жизнеспособных регенерантов составило 42,3 %.

Литература

1. Абадовская, Т. В. Особенности андрогенеза *in vitro* в процессе создания дигаплоидных линий рапса : дис. … канд. биол. наук : 03.00.15 / Абадовская Татьяна Викторовна / Ин-т генетики и цитологии. – Минск, 1994. – 18 с.

2. Анапияев, Б. Б. Гаплоидная биотехнология в ускоренной селекции *Triticum aestivum* L. / Б. Б. Анапияев, К. И. Искакова // Биотехнологические приемы в сохранении биоразнообразия и селекции растений: матер. Межд. науч. конф. – Минск, 2014. – С. 20–22.

3. Башабаева, Б. М. Культура изолированных микроспор в создании генетически однородных и стабильных дигаплоидных генотипов ячменя / Б. М. Башабаева [и др.] // Eurasian Jornal of Applied Biotechnology. – 2013. – №1. –С. 24–27.

4. Бобков, С. В. Использование питательной среды N6 в культуре *in vitro* изолированных пыльников гороха / С. В. Бобков // Зернобобовые и крупяные культуры. – №4. – 2016. – С.26–30.

5. Волков, Д. В. Получение дигаплоидных растений рапса из перспективных гибридных комбинаций методом андрогенеза / Д. В. Волков [и др.] // Земледелие, агрохимия, кормопроизводство, агроэкология, лесное хозяйство. – С. 83–90.

6. Пилюк, Я. Э. Использование культуры пыльников *in vitro* в селекции ярового рапса / Я. Э. Пилюк, Т. В. Абадовская, В. В. Морозова // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. ИЗиС. – Минск, 2003. – Вып. 39. – С.249–256.

7. Keller, W.A. High frequency of microspore-derived plants from Brassica napus anther cultures. / W.A. Keller, K.C. Armstrong // Z. Pflanzen-zuchtg. – 1978. –80. – P. 100–108.

STUDY OF EMBRYOGENIC CAPACITY OF WINTER AND SPRING RAPE ANTERS UNDER IN VITRO CONDITIONS

E.N. Kulinkovich, Ya.E. Piliuk, N.L. Ermolenko, I.N. Sinitsa, E.F. Barchevskaya

The research shows that cold pretreatment of donor plants of winter rape increases its embryogenic capacity and is more effective than pretreatment of donor buds. The number of passages depends on the variety's specificity and the direction of explant development upon transplantation to a rhizogenic medium. Increasing the number of passages promotes a higher yield of regenerants and production of viable plants, even if they were not in the first passage.

УДК 633.853.494:631.52

ЗАВЯЗЫВАЕМОСТЬ СЕМЯН У СОРТОВ И РОДИТЕЛЬСКИХ ЛИНИЙ РАПСА ОЗИМОГО ПРИ САМООПЫЛЕНИИ

Е. А. Пирогова, Л. А. Горлова

ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта» г. Краснодар, Россия

email: e.pirogova@vniimk.ru

Рапс является автофертильным видом, способным к 100 % самоопылению благодаря морфологическим свойствам цветка [1]. При этом наблюдаются такие явления, как гетеростилия (когда длина тычинок в несколько раз меньше длины пестика) и протерогиния (в обоеполом цветке гинецей созревает раньше, чем андроцей). В таком случае доля перекрёстного опыления может достигать 10–50 % в зави-

симости от погодных условий и наличия насекомых-опылителей [2]. Поэтому в процессе линейной и гибридной селекции рапса озимого при отборе перспективных растений широко применяют индивидуальные изоляторы для сохранения генетической частоты [3].

Целью исследования было изучить склонность сортов линейного типа и родительских линий рапса озимого к самоопылению в индивидуальном изоляторе из агроспанбонда.

Исследования проведены в 2021–2024 гг. на 5 сортах линейного типа: Элвис, Лорис, Сармат, Селегор и Оливин и на 13 родительских линиях рапса озимого ЦЭБ ВНИИМК. Завязываемость семян определяли как соотношение сформировавшихся семян в стручке к количеству семязачатков в завязи цветка данного генотипа по методике Г. М. Осиповой [4].

Установлено, что за три года исследований в изолированных агроспанбондом условиях процент завязываемости семян у сортов линейного типа рапса озимого был наибольшим у сортов Сармат (62,3 %) и Селегор (61,6 %). Реализация потенциала в аналогичных условиях у сортов Элвис, Лорис и Оливин составила 56,1, 57,7 и 58,8 % соответственно. Коэффициент вариации показателя у линейных сортов изменялся слабо – от 6,3 до 9,3 % (таблица 1).

Таблица 1 – Завязываемость семян сортов рапса озимого при изолированном опылении, n=30

Сорт	Среднее количество семян в стручке, шт. ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)	CV, %	Завязываемость семян, %
Элвис	17,1 ±1,6	9,3	56,1
Лорис	18,3 ±1,5	8,2	57,7
Сармат	20,2 ±1,5	7,4	62,3
Селегор	19,1 ±1,2	6,3	58,8
Оливин	21,0 ±1,7	8,1	61,6

Среди изучаемых отцовских линий наибольшим процентом завязываемости семян в индивидуальном изоляторе характеризовались линии ОРК-20 и ОРК-14 – 45,9 и 45,5 %. Минимальное значение отмечено у линий ОРК-22 (37,6 %) и ОРК-10 (39,6 %). Значение коэффициента вариации составляет от 13,5 до 17,4 % (таблица 2).

Завязываемость фертильных материнских линий в изолированных условиях составила в среднем 47,0 %. Наиболее склонны к самоопылению были линии ВН-2 (63,4 %), ВН-11 (60,6 %), ВН-4 (60,3 %) и ВН-5 (60,1 %), у остальных Б-линий данный показатель был ниже 50 %.

Таблица 2 – Завязываемость семян родительских линий рапса озимого при изолированном опылении, n=30

Линия	Среднее количество семян в стручке, шт. ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)	CV, %	Завязываемость семян, %
Отцовские линии			
ОРК-10	11,1 ±1,5	13,5	39,6
ОРК-14	12,1 ±1,8	14,9	45,5
ОРК-20	13,9 ±2,2	15,8	45,9
ОРК-22	11,5 ±2,0	17,4	37,6
Материнские линии			
ВН-1	14,6 ±1,7	11,6	45,5
ВН-2	18,2 ±1,4	7,7	63,4
ВН-3	16,4 ±1,7	10,4	48,7
ВН-4	19,0 ±1,8	9,4	60,3
ВН-5	17,6 ±1,8	10,2	60,1
ВН-8	13,8 ±2,0	14,5	40,0
ВН-10	13,1 ±2,0	15,3	43,7
ВН-11	19,1 ±2,2	11,5	60,6
ВН-13	15,8 ±1,8	11,4	47,7

Признак среднего количества семян в стручке на материнских Б-линиях был в основном среднеизменчивый – от 10,2 до 15,3 %, слабо варьировал только на линиях ВН-2 (7,7 %) и ВН-4 (9,4 %) (таблица 2).

Таким образом, установлено различие генотипов рапса озимого по уровню автофертильности. Наиболее склонными к восприятию собственной пыльцы были сорта линейного типа Сармат и Селегор, две отцовские линии ОРК-14 и ОРК-22 и четыре материнские линии ВН-2, ВН-4, ВН-5, и ВН-11. Коэффициент варьирования процента завязываемости семян в изолированных условиях у сортов изменялся слабо, что говорит о стабильности признака. На родительских линиях вариация была средней, это может служить фоном для эффективного отбора ценных линий для дальнейшей гибридной и линейной селекции с высокой степенью завязываемости семян.

Литература

1. Халилова, Л. А. Исходный материал для селекции желтосемянного ярового рапса: дис. … канд. биол. наук: 06.01.05 / Халилова Людмила Анатольевна. – Краснодар, 2002. – 137 с.

2. Stacey, M. F. The effect of pollination on the growth and reproduction of oilseed rape (*Brassica napus*) / M. F. Stacey, E. J. Gail // Basic and Applied Ecology. – 2022.– Vol. 63. – P. 164-174.

3. Бочкарева, Э. Б. Селекция инбредных линий рапса озимого для создания родительских форм гибридов / Э. Б. Бочкарева, Л. А. Горлова, В. В. Сердюк, Е. А. Стрельников // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180. – № 4. – С. 121-125.

4. Осипова, Г. М. Рапс в Сибири (Морфобиологические, генетические и селекционные аспекты) / Г. М. Осипова. – Изд-во РАСХН. – Новосибирск, 1998. – 165 с.

SEED SETTING IN WINTER RAPE VARIETIES AND PARENTAL LINES DURING SELF-POLLINATION

E. A. Pirogova., L. A. Gorlova

The paper presents the study of seed setting using linear varieties and parental lines of winter rape in an individual isolation facility. High self-fertility was demonstrated in the Sarmat and Selegor varieties, the paternal lines ORK-20 and ORK-14, and the fertile maternal lines VN-2, VN-11, VN-4, and VN-5. Seed setting during self-pollination in the parental lines can be classified as mid-variable, which says about the possibility for selecting promising samples.

УДК 633.853.494«321»:631[527.5+526.32]:001.83

АНАЛИЗ ГИБРИДОВ F_1 И СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ РАПСА ЯРОВОГО БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. Н. Пасынкова[1], Л. П. Бекиш[1]
Я. Э. Пилюк[2], А. В. Бакановская[2], О. А. Пикун[2]
[1]Ленинградский НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха», д. Белогорка, Гатчинский район, Ленинградская область, Россия
[2]РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Потенциал продуктивности сортов и гибридов рапса ярового может в наибольшей степени проявиться в определенных почвенно-климатических условиях. Исследования проводили в питомнике экологического испытания (ЭСИ) в 2024–2025 гг. на опытном поле в Ленинградском НИИСХ «Белогорка» – филиале ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха». Объектом исследования являлись 16 экспериментальных гибридов F_1 и 15 селекционных образцов рапса ярового (*Brassica napus aestiva* L.) селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Предшественник в 2024 г. – зерновые, в 2025 г. – пар. Почва опытного участка дерново-подзолистая средне-

суглинистая с содержанием гумуса 2,41–2,80 % (по Тюрину в модификации ЦИНАО), P_2O_5 – 140–185 мг/кг, K_2O – 135–150 мг/кг почвы (по Кирсанову), pH_{KCl} – 4,0–4,5. Минеральные удобрения вносили под культивацию с боронованием в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Статистическая обработка данных проводилась по общепринятым методикам [1] с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

В мае-июне 2024 г. наблюдалась теплая погода, температура воздуха была в пределах или на +2–5 ºС выше нормы. Запас продуктивной влаги в почве находился на уровне оптимальных значений. Третья декада июня характеризовалась теплой погодой, во второй половине декады – жаркой, осадков выпало всего 1 % от нормы, что привело к сокращению запасов влаги в почве. В июле преобладала умеренно теплая (на +1–2 ºС выше нормы), дождливая погода. Сумма осадков по декадам составила 143 %, 78 % и 121 % от нормы. В августе температура воздуха была в пределах нормы или на +1–2 ºС выше. Запас влаги в почве в этот период находился на уровне оптимальных значений.

В мае-июне 2025 г. наблюдалась теплая погода, температура воздуха была в пределах нормы. Третья декада мая и июнь характеризовались обильным выпадением осадков, превысивших норму на 59,4–193,4 %. В июле преобладала теплая погода (на уровне или на + 3,7 ºС выше нормы), первая декада была дождливая (на 9,3 мм выше нормы), а во второй и третьей осадков выпало на 16,1–36,6 % ниже средней многолетней. В августе температура воздуха была в пределах нормы на фоне недостаточного выпадения осадков в первой и второй декадах. Условия для роста и развития сельскохозяйственных культур были удовлетворительными.

Вегетационный период изученных гибридов рапса ярового в 2024 г. составил 103–109 дней. По комплексу признаков выделились Г 32/21 и Г 26/21 с прибавкой по урожайности маслосемян относительно контрольного сорта Оредеж 4 на 16,5–22,3 %, с устойчивостью к полеганию 4,0–4,5 баллов, осыпанию – 4,0 балла (таблица 1).

Вегетационный период изученных гибридов и образцов рапса ярового в 2025 г. составил 103–106 дней. По комплексу признаков выделились гибриды F_1 Г 8/21, Г 20/21, Г 42/21 с достоверной прибавкой по урожайности маслосемян относительно контрольного гибрида F_1 Смилла на 30,4−76,5 %, с устойчивостью к полеганию – 4,75 баллов, осыпанию – 4,75 баллов. Образцы рапса ярового №5/15-6, №С10/05-1, №55/04 и №47/07 превысили по урожайности контрольный сорт Оредеж 4 на 36,8−26,4 % (таблица 2).

Таблица 1 – Результаты испытания гибридов F_1 селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в условиях Ленинградской области в 2024 г.

Гибрид	Период вегетации, сутки	Высота растений, см	Урожайность к контролю,%	Устойчивость, балл	
				к полеганию	к осыпанию
Оредеж 4	103	120,0	100,0	4,75	4,75
Г 11/21 F_1	105	115,0	95,3	4,5	4,75
Г 8/21 F_1	109	121,0	112,9	3,5	4,5
Г 13/21 F_1	107	122,0	97,6	4,5	4,5
Г 16/21 F_1	108	116,0	83,5	4,25	4,25
Г 17/21 F_1	107	115,0	91,8	4,5	3,25
Г 23/21 F_1	105	118 ,0	107,1	4,25	4,25
Г 26/21 F_1	106	119,0	116,5	4,0	4,0
Г 32/21 F_1	106	120,0	122,4	4,5	4,0
Г 34/21 F_1	107	121,0	101,2	4,5	4,25
Г 60/22 F_1	108	115,0	89,4	4,0	4,5
Г 61/22 F_1	107	122,0	85,9	4,0	4,0

Таблица 2 – Результаты испытания гибридов F_1 и образцов рапса ярового селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в условиях Ленинградской области в 2025 г.

Образец	Урожайность к контролю, %	Вегетационный период, сутки	Устойчивость, балл	
			к полеганию	к осыпанию
1	2	3	4	5
Смилла F_1 , к.	100,0	105	4,75	4,75
Г 44/22 F_1	49,6	105	4,75	4,75
Г 52/22 F_1	59,1	105	4,75	4,75
Г 13/21 F_1	57,4	105	4,00	4,75
Г 20/21 F_1	140,0	104	4,75	4,75
Г 42/21 F_1	130,4	104	4,75	4,75
Г 8/21 F_1	176,5	105	4,75	4,75
Г 55/22 F_1	98,3	105	4,75	4,75
Г 23/21 F_1	105,2	103	4,75	4,75
Г 11/21 F_1	100,9	103	4,75	3,50
Г 66/22 F_1	97,4	103	4,75	4,75
Оредеж 4, к.	100,0	103	4,75	4,00

Продолжение табоицы 2				
1	2	3	4	5
№41/04	68,9	103	4,75	4,75
№47/07	126,4	106	4,75	4,75
№55/04	129,2	105	4,75	4,75
№С10/05-1	135,8	104	4,75	4,75
№47/05	82,1	105	4,75	4,75
№гр.20/05	67,9	105	4,75	4,75
№гр.28/05	49,1	106	4,75	4,75
№31/07-1	72,6	106	4,75	4,75
№50/11	34,0	105	4,75	4,75
№35/09-1	29,2	105	4,75	4,75
№5/15-6	136,8	105	4,75	4,75
№77/15	53,8	106	4,75	4,75
№78/15	87,7	106	4,75	4,75
№ВодхЖ40-1	58,5	105	4,75	4,75
№Гая-10-1	104,7	104	4,75	4,75

Таким образом, по результатам экологического испытания гибридов F_1 рапса ярового в Ленинградском НИИСХ «Белогорка» – филиале ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха» по комплексу признаков в 2024 г. выделены Г 32/21 и Г 26/21, которые превысили контроль на 14,1–22,3 %; в 2025 г. – гибриды F_1 Г 20/21, Г 42/21, Г 8/21 с достоверной прибавкой по урожайности маслосемян относительно контрольного гибрида F_1 Смилла на 30,4−76,5 % и образцы №5/15-6, №С10/05-1, №55/04 и №47/07, которые были выше по урожайности в сравнении с сортом – стандартом сорт Оредеж 4 на 36,8−26,4 %.

Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

ANALYSIS OF F1 HYBRIDS AND BREEDING SAMPLES OF BELARUSIAN-BRED SPRING RAPE UNDER CONDITIONS OF LENINGRAD REGION

E. N. Pasynkova, L. P. Bekish, Ya. E. Piliuk, A. V. Bakanovskaya, O. A. Pikun

The paper presents the results of ecological trial of experimental F1 hybrids and samples of spring rape bred by the Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming under the conditions of Leningrad Region. Based on a set of traits F1 hybrids G 32/21 and G 26/21 were identified in 2024, while F1 hybrids G 20/21, G 42/21 and G 8/21, as well as accessions No. 5/15-6, No. C10/05-1, No. 55/04 and No. 47/07 were identified in 2025.

УДК 633.853.494«321»:631.526.32:001.83

РЕЗУЛЬТАТЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ РАПСА ЯРОВОГО СЕЛЕКЦИИ ЛЕНИНГРАДСКОГО НИИСХ «БЕЛОГОРКА» В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Я. Э. Пилюк[1], А. В. Бакановская[1], О. А. Пикун[1]
Е. Н. Пасынкова[2], Л. П. Бекиш[2]
[1]РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
[2]Ленинградский НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха»,
д. Белогорка, Гатчинский район, Ленинградская область, Россия

Целью исследований являлось сравнительное изучение перспективных сортов и образцов селекции Ленинградского НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха» по урожайности и качеству семян, продолжительности вегетационного периода, элементам архитектоники, биометрическим параметрам, элементам структуры урожая.

Исследования проводили на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Почва опытного участка дерново-подзолистая, слабооподзоленная, развивающаяся на легком суглинке, подстилаемом мореной со следующей характеристикой пахотного слоя: pH_{KCl} – 6,0; P_2O_5 – 255 мг/кг; K_2O – 340 мг/кг (по Кирсанову), гумус (по Тюрину) – 2,8 %; Площадь делянки 10 м^2 (первый год изучения). Способ посева – рядовой. Повторность – 3-х кратная. Контрольный сорт – Топаз. Предшественник – гречиха. Осенью под вспашку по соломе предшественника вносили аммонизированный суперфосфат и хлористый калий общим фоном в дозе $P_{80}K_{120}$, азотные удобрения из расчета N_{120} – в предпосевную культивацию в виде мочевины, N_{30} – в подкормку в период стеблевания до начала бутонизации. Обработка почвы, посев и дальнейший уход осуществлялись в соответствии с общепринятой для ярового рапса технологией возделывания [1]. Закладка опытов, морфологический анализ растений, отбор пробных снопов перед началом уборки культуры, анализ полученных данных проводились по методике ВИР [2], Б. А. Доспехова [3]. Учет урожайности маслосемян – методом сплошного обмолота учетных делянок комбайном Classic. Содержание глюкозинолатов, белка и масличность определяли методом инфракрасной спектроскопии с помощью NIRS 5000.

Формирование урожая рапса ярового обусловили гидротермические условия вегетационного периода, генотип и технология возделывания. Вегетационный период 2024 г. характеризовался избытком осадков в апреле, во второй декаде июня, июля и августа, глубокой засухой в мае (за месяц выпало 13,4 мм осадков), дефицитом осадков в третьей декаде июня (65 %) и в первой и третьей декадах августа (55 % и 67 % от нормы). В целом год был очень теплым. Особенно жаркими были третья декада мая (+5,1 ºС), июня (+3,7 ºС), вторая декада июля (+3,9 ºС), третья декада августа (+5,1 ºС), в дневное время температура воздуха поднималась до +30–34 ºС. В течение вегетационного периода 2025 г. погодные условия характеризовались недостатком осадков в апреле, их избытком во второй и третьей декадах мая, июне и второй декаде июля. Теплее обычного было в апреле (+1,4…+4,7 ºС), при этом днем температура поднималась до +27 ºС, а ночью опускалась до минус 3–7 ºС. В первой и второй декадах мая среднесуточная температура воздуха была ниже нормы 3,9–4,4 ºС или на 30–38,4 % с ночными заморозки до –3 ºС, в июне – также температура была на 1,6–2,0 ºС или на 9,4–11,5 % ниже среднемноголетних показателей. Июль был влажным и теплым, первая декада августа характеризовалась недостатком влаги. Почвенно-климатические условия Центральной зоны, где проводились исследования, были в целом благоприятными для возделывания рапса ярового.

В 2024 г. и 2025 г. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» изучались по комплексу хозяйственно-ценных признаков 36 сортов и образцов ярового рапса, полученных по договору о сотрудничестве из Ленинградского НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха». Наиболее продуктивным в 2024 г. был образец №25/20 (28,8 ц/га), в 2025 г. – №25/20 (51,6 ц/га), №47/21 (45,6 ц/га), №41/20 (44,8 ц/га). По результатам двух лет изучения образец №25/20 превысил контрольный сорт Топаз на 3,3 ц/га или 8,9 % (таблица 1). Масса 1000 семян изученных образцов в 2024 г. в среднем была больше, чем в 2025 г. По данному признаку выделились по годам №23/21, №69/22, Оредеж 7 и №25/20, №69/22, Луч, в среднем образец №69/22 отличился наибольшей крупностью семян (4,0 г). Продолжительность вегетационного периода изученных образцов в 2024 г. составила 108–110, в 2025 г. – 106–109 суток.

Таблица 1 – Урожайность и масса 1000 семян сортов и образцов ярового рапса селекции Ленинградского НИИСХ «Белогорка», среднее за 2024–2025 гг.

Образец	Урожайность, ц/га	+ /- к контролю		Масса 1000 семян, г
		ц/га	%	
Топаз, к.	36,9	-	-	3,58
Оредеж7	26,2	-10,7	-29,0	3,79
Луч	32,9	-4,0	-10,8	3,86
№22/20	23,6	-13,3	-36,0	3,63
№25/20	40,2	+3,3	+8,9	3,82
№29/20	28,8	-8,1	-22,0	3,62
№41/20	33,0	-3,9	-10,6	3,57
№42/20	32,8	-4,1	-11,1	3,54
№54/20	29,4	-7,5	-20,3	3,27
№23/21	29,8	-7,1	-19,2	3,92
№47/21	32,6	-4,3	-11,6	3,53
№74/21	25,5	-11,4	-31,1	3,60
№64/22	34,3	2,6	-7,1	3,38
№69/22	31,4	-5,5	-14,9	4,00
Среднее	**30,9**			**3,65**

Анализ основных элементов структуры урожая ярового рапса показал, что по числу стручков на растении в 2024 г. выделились образцы №25/20 (169 шт.), №69/22 (144 шт.), в 2025 г. – №25/20 (159 шт.). Остальные изучаемые образцы по этому показателю были ниже контрольного сорта Топаз. Число ветвей первого порядка у изучаемых образцов ярового рапса в 2024 г. находилось в пределах 4,0–7,7 шт., в 2025 г. – 4,7–8,0 шт. По числу семян в стручке на центральной кисти в 2024 г. выделились №64/22 (33 шт.), №25/20 и Луч (32 шт.), которые превысили контрольный сорт Топаз (30 шт.) по этому показателю на 6,6–9,9 %, в 2025 г. все образцы были на уровне или ниже контроля. В целом, число и плотность семян в стручке на центральной кисти в 2025 г. было выше, чем в 2024 г. Наибольшей плотностью семян в стручке в среднем за два года исследований обладали Луч и №23/21 (4,45 шт/см), а также образцы №29/20 и №69/22 (4,34 шт/см) (таблица 2).

Таким образом, по результатам двухлетней оценки сортов и образцов селекции Ленинградского НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» в 2024–2025 гг. по комплексу признаков выделились образцы №25/20, №69/22 и сорт Луч.

Таблица 2 – Основные элементы структуры урожая сортов и образцов ярового рапса селекции Ленинградского НИИСХ «Белогорка» (среднее за 2024-2025 гг.)

Образец	Число, шт.			Плотность семян в стручке, шт/см
	ветвей 1 порядка	стручков на растении	семян в стручке на центральной кисти	
Топаз, к.	5,7	144	31	4,03
Оредеж 7	5,3	118	28	4,10
Луч	5,7	139	32	4,45
№22/20	5,3	108	28	3,97
№25/20	5,8	164	30	4,16
№29/20	5,5	117	28	4,34
№41/20	6,2	129	28	4,02
№42/20	5,9	134	29	3,92
№54/20	5,2	123	31	4,27
№23/21	5,2	133	29	4,45
№47/21	6,2	127	29	4,15
№74/21	5,5	108	31	3,90
№64/22	7,9	141	29	3,72
№69/22	5,9	137	31	4,34
Среднее	**5,7**	**130**	**29**	**4,21**

Литература

1. Возделывание ярового рапса на маслосемена / Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых и технических культур растений : сб. отраслевых регламентов / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию ; рук. разраб. : Ф. И. Привалов [и др.] ; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск, 2022. – С. 451–463.

2. Методические указаниями по изучению мировой коллекции масличных культур / ВИР – СПб, 1976. – 23 с.

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

RESULTS OF AGROECOLOGICAL TESTING OF SPRING RAPE SAMPLES BRED AT LENINGRAD RESEARCH INSTITUTE FOR AGRICULTURE "BELOGORKA" IN THE CENTRAL ZONE OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Ya. E. Piliuk, A. V. Bakanovskaya, O. A. Pikun, E. N. Pasynkova, L. P. Bekish

The paper presents the results of the research on the varieties and samples, developed by the Department of Breeding and Primary Seed Production of Cereal, Leguminous Crops and Rape of Leningrad Research Institute of Agriculture "Belogorka" – a branch of the FSBRI "Federal Research Center of Potato named after A.G. Lorkh", under natural and climatic conditions of the central zone of the Republic of Belarus. Based on a set of traits accessions No 25/20, No 69/20 and the variety Luch were identified.

УДК 633.853.494«324»:631.526.32

НОВЫЕ СОРТА РАПСА ОЗИМОГО И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Я. Э. Пилюк, С. Ю. Храмченко, Е. С. Бык, О. Н. Авхимович
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

В настоящее время большое внимание уделяется селекции и возделыванию рапса озимого, в связи с тем, что он является основной масличной культурой Республики Беларусь. В его семенах содержится до 50 % пищевого растительного масла и 20–25 % сырого протеина, хорошо сбалансированного по аминокислотному и жирнокислотному составу.

Основными требованиями, которые предъявляются к современным сортам рапса озимого в мировой культуре земледелия, являются высокая и стабильная урожайность маслосемян данной культуры и низкое содержание в них антипитательных веществ (эруковой, эйкозеновой и глюкозинолатов) [1, 2].

В последние годы в селекции рапса широко используются такие методы, как гибридизация, мутагенез, системные и анализирующие скрещивания, рекуррентный отбор, инбридинг, получение дигаплоидов методом культуры пыльников и микроспор, гиногенез и др. Важную роль в селекции рапса играет отдаленная гибридизация, так как перенос ценных генов из других видов и родов *Brassicaceae* расширяет его генетический потенциал [3].

Сорт является результатом многолетнего труда ученых-селекционеров, которые используют опыт и знания многих смежных наук (генетики, физиологии, биотехнологии, биохимии, физики и др.).

В отделе масличных культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» селекционный процесс направлен на создание исходного материала с высокой продуктивностью, повышенным содержанием олеиновой, линолевой кислот в масле и белка в семенах, высокой морозо- и зимостойкостью, комплексной устойчивостью к болезням, полеганию и осыпанию, различных по высоте и группам спелости сортов озимого рапса.

За последние 10 лет (2016–2026 гг.) нами проведена значительная селекционная работа по созданию и внедрению в производство продуктивных высококачественных сортов рапса озимого, хорошо адаптированных к условиям умеренного климата нашей страны. За текущий период в Государственный реестр сортов Республики Беларусь включены 14 новых высокопродуктивных, зимостойких сортов рапса озимого с потенциальной урожайностью маслосемян 54,8–71,8 ц/га (таблица). 2 сорта озимого рапса включены в Государственный реестр селекционных достижений России.

Таблица – Сорта рапса озимого, созданные в отделе масличных культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Сорт	Год включения в Государственный реестр	Регион допуска в производство	Назначение, ценность по качеству
Рапс озимый			
Зенит	2016	Бр, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Оникс	2016	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Золотой	2017	Бр, Вт, Гм, Гр	Масличное
Северин	2019	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Буян	2020	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Николай	2021	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Витень	2022	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Фёдор	2022	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Медей	2022	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Мавр	2023	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Родник	2024	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Кардинал	2024	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг	Масличное
Орлан	2026	Бр, Вт, Гр, Мн	Масличное
Линкор	2026	Бр, Вт, Гр	Масличное

Новые сорта рапса озимого получили положительную оценку в производстве за высокую урожайность, экологическую пластичность, высокие качества маслосемян. Это позволяет значительно расширить посевные площади данной культуры, чтобы обеспечить продовольственную безопасность страны и увеличить обеспеченность маслодобывающей отрасли высококачественным сырьем, а животноводство высокоценным белковым концентратом.

Ниже представлена краткая характеристика новых сортов рапса озимого селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Мавр – среднеспелый, высокоурожайный (потенциальная урожайность до 71,4 ц/га) сорт пищевого назначения, безэруковый, низкоглюкозинолатный (0,5–0,6 %), качества «канола». Масса 1000 семян – 4,84–6,37 г. Семена содержат 44,5–46,0 % жира и 22,0–25,6 % белка. Отличается зимостойкостью, высокой перезимовкой, устойчивостью к полеганию и осыпанию, равномерностью созревания. Среднеустойчив к пероноспорозу, лучше всех растет и обеспечивает урожайность маслосемян на почвах легкого гранулометрического состава. Рекомендуется для возделывания на дерново-подзолистых супесчаных и среднесуглинистых почвах.

Родник – среднеранний сорт пищевого назначения, безэруковый, низкоглюкозинолатный (0,4–0,53%), высокоолеиновый (до 71,0 %), качества «канола». Средняя урожайность маслосемян – 56,5 ц/га, максимальная урожайность – 68,5 ц/га. Масса 1000 семян – 4,7–6,2 г. Семена содержат 45,5–49,5 % жира, 20,1–22,3 % белка и до 72 % олеиновой кислоты. Отличается высокой зимостойкостью, пластичностью, синхронностью цветения, равномерностью созревания, толерантностью к корневым гнилям, фузариозу и альтернариозу. Сорт устойчив к полеганию и осыпанию.

Кардинал – среднеспелый, среднерослый сорт пищевого назначения, безэруковый, низкоглюкозинолатный, качества «канола». Средняя урожайность маслосемян – 58,2 ц/га, максимальная урожайность – 69,5 ц/га. Масса 1000 семян – 4,9–5,9 г. Семена содержат 45,3–48,0 % жира и 20,0–23,1% белка. Отличается высокой зимостойкостью, устойчивостью к засухе, полеганию, осыпанию, дружностью цветения, равномерностью созревания, толерантностью к бактериозу и фомозу, генетически стабилен.

Орлан – среднеспелый, низкоглюкозинолатный (13,6–16,2 кМоль/г), высокомасличный (до 47,5 % жира), крупносемянный (масса 1000 семян 5,7–7,9 г) сорт рапса озимого. Характеризуется ста-

бильной высокой урожайностью (в среднем 61,0 ц/га) и высокой зимостойкостью (95–100 %). Отличается высокой «кустистостью», дружностью цветения и равномерностью созревания, устойчивостью к фомозу и основным грибным болезням листьев и стебля, устойчивостью к холоду и засухе, полеганию и осыпанию.

Линкор – среднеранний сорт пищевого назначения, безэруковый, низкоглюкозинолатный (15,3–17,7 мкМоль/г), качества «канола». Отличается зимостойкостью (85–100 %), потенциальной урожайностью (до 65,0 ц/га), масличностью (до 48,0 %), крупносемянностью (масса 1000 семян 5,9–7,2 г), устойчивостью к холоду и засухе, полеганию и осыпанию, дружностью цветения и равномерностью созревания. Среднеустойчив к альтернариозу.

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napus oleifera* Metzg.) в Беларуси : дис. … доктора с.-х. наук : 06.01.05, 06.01.09 / Пилюк Ядвига Эдвардовна, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2021. – 80 с.

2. Привалов, Ф. И. Рапс – основная масличная культура Республики Беларусь / Ф. И. Привалов, Я. Э. Пилюк // Рапс: настоящее и будущее. К 30-летию возделывания рапса в Беларуси : матер. III Межд. науч.-практ. конференции, 15-16 сентября, г. Жодино / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – С. 3–12.

3. Озимый рапс / Ф. И. Привалов, А. А. Аутко, В. В. Гракун, Я. Э. Пилюк, С. В. Сорока, И. А. Шаганов, М. П. Андрусевич, Ф. Ф. Седляр // Научные основы технологий возделывания озимых зерновых культур, рапса и кукурузы / А. А. Аутко [и др.] ; под общ. ред. А. А. Аутко, Ф. И. Привалова. – Минск, 2021. – Гл. 2. – С. 265–362.

NEW WINTER RAPE VARIETIES AND THEIR CHARACTERISTICS

Ya. E. Piliuk, S. Yu. Khramchenko, E. S. Byk, O. N. Avkhimovich

The materials present a brief description of new high-quality, high-yielding varieties of winter rape adapted to the soil and climatic conditions of the republic, bred by the Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming.

УДК 633.853.494«324»:631.526.32:581.19

НОВЫЙ ВЫСОКООЛЕИНОВЫЙ СОРТ РАПСА ОЗИМОГО РОДНИК

Я. Э. Пилюк, С. Ю. Храмченко, О. Н. Авхимович, Е. С. Бык, И. А. Черепок

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Рапсовое масло из безэруковых и низкоглюкозинолатных сортов по составу жирных кислот считается одним из лучших растительных масел. Оно содержит наименьшее количество насыщенных жирных кислот, отличается высокой устойчивостью при хранении, длительное время сохраняет прозрачность, имеет приятный запах и высокую эмульсионную устойчивость [1].

Наиболее важными и определяющими качество растительного масла, являются олеиновая, линолевая, линоленовая и пальмитиновая жирные кислоты. Ненасыщенные жирные кислоты: олеиновая, линолевая и линоленовая физиологически очень ценны [2].

Содержание олеиновой кислоты в семенах – важнейший показатель качества, на который обращают при селекции рапса. Олеиновая кислота – наиболее распространенная в природе непредельная кислота. Входит в состав растительных масел (в оливковом масле – до 81 %, рапсовом – до 65 %, подсолнечном высокоолеиновом – до 50 %). Лучшие образцы с содержанием олеиновой кислоты 74,0–76,0 % при уровне линолевой 10,0–15,0 % и линоленовой кислоты 3,4–4,0 % близки по составу жирных кислот к оливковому маслу [3].

Родник – среднеранний сорт пищевого назначения, безэруковый, низкоглюкозинолатный (0,4–0,53 %), высокоолеиновый (до 77,0 %), качества «канола». Средняя урожайность маслосемян – 56,5 ц/га, максимальная урожайность – 68,5 ц/га. Масличный, семена содержат 45,5–49,5 % жира, крупносемянный – масса 1000 семян 4,7–6,2 г. Отличается зимостойкостью, устойчивостью к полеганию и осыпанию, засухе, дружностью цветения и равномерностью созревания. Среднеустойчив к пероноспорозу, альтернариозу и корневым гнилям. Рекомендуется для возделывания на дерново-подзолистых супесчаных и среднесуглинистых почвах.

Растение полусомкнутого типа. Стебель со слабой антоциановой окраской, высотой 150,3 см. Высота прикрепления нижних ветвей – 52,1 см. Количество ветвей первого порядка 8–11 шт. Листья зеленые, волнистые по краям, зубчатые, средне-рассеченные без опушения. Ха-

рактер расположения листьев – очередной. Соцветие кистевидное, среднее. Цветки и лепестки среднего размера желтой окраски. Стручок – средней длины. Носик и плодоножка – удлиненные. В стручке на центральной кисти насчитывается 30–37 шт. семян. Семена крупные округлые, коричнево-черные.

Рисунок – Стручки, семена и растения рапса озимого сорта Родник

В конкурсном сортоиспытании в среднем за 2021–2025 гг. урожайность рапса озимого сорта Родник варьировала от 38,7 до 59,7 ц/га, превысив контрольный сорт на 1,8–14,5 ц/га или 4,3–42,3 %.

В результате изучения данного сорта с 2021 г. по 2023 г. в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» максимальная урожайность (54,1 ц/га) была получена на ГСХУ «Горецкая СС» в 2021 году.

Перезимовка сорта Родник в конкурсном сортоиспытании была высокой и в среднем за 2021–2025 гг. составила 94,7 %, максимальная зимостойкость (100 %) отмечена в 2024 году.

Многократный целенаправленный отбор родительских линий и оценка их по составу жирных кислот (олеиновой, линолевой и линоленовой кислот и др.) позволил выделить продуктивные, высокоолеиновые формы и создать методом рекомбинеза качественно новый сорт рапса озимого Родник пищевого использования, без ГМО, который включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2024 г. для выращивания во всех областях.

Максимальное содержание олеиновой кислоты у сорта Родник было установлено в 2022 году – 76,78 %, в 2023 году – 71,59 %, в 2024 году – 77,18 % и в 2025 году 72,01 %. У линий рапса озимого сорта Родник содержание линолевой и линоленовой кислот было самым низким среди районированных сортов, а их соотношение наиболее оптимальным (1,2:1) при 1,45:1 у традиционных сортов рапса и 10:1 – у оливкового, что приближает качество рапсового масла этого сорта к диетическому (таблица).

Таблица – Жирнокислотный состав линий рапса озимого сорта Родник

Линия	Жирнокислотный состав, %		
	олеиновая кислота	линолевая кислота	линоленовая кислота
1	2	3	4
2022 год			
Родник-2	75,18	9,95	7,64
Родник-4	76,78	8,29	8,03
Родник-6	76,78	7,75	8,08
Родник-8	76,26	9,02	7,76
2023 год			
Родник-7	69,95	14,90	8,16
Родник-3	71,59	13,57	7,53
2024 год			
Родник-74	71,79	12,88	8,18
Родник-67	76,06	8,28	7,25
Родник-65	76,75	7,75	7,16
Родник-57	76,71	7,78	7,23
Родник-76	77,18	7,32	7,45
Родник-84	75,33	8,96	7,10
Родник-77	76,19	8,95	6,01
Родник-81	74,85	9,23	7,18
Родник-27	75,87	8,24	7,27
Родник-37	73,96	10,29	7,67
Родник-89	75,42	8,89	7,61
Родник-12	75,79	8,27	7,45
Родник-62	76,72	8,00	6,86
Родник-58	75,10	8,38	7,95
Родник-53	75,66	8,36	7,57
Родник-80	75,40	9,29	6,74
Родник-66	75,86	8,08	7,30
Родник-85	76,90	7,82	7,07

Продолжение таблицы			
1	2	3	4
2025 год			
Родник-25	68,94	12,06	10,02
Родник-3	69,55	12,61	8,81
Родник-8	72,01	11,25	8,10
Средняя	**74,76**	**9,49**	**7,60**

В ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» сорт рапса озимого Родник так же отличался более высоким содержанием олеиновой кислоты среди изучаемых сортов (68,69 %).

Таким образом, возделывание продуктивного, масличного, высокоолеинового (до 77,0 %), качества «канола» сорта рапса озимого Родник позволит масложировой отрасли Республики Беларусь получать высококачественное растительное масло пищевого назначения без ГМО.

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси : (биология, селекция и технология возделывания) / Я. Э. Пилюк – Минск : Бизнесофсет, 2007. – 239 с.

2. Денисова, Э. В. Генетические основы селекции рапса (*Brassica napus* L.) на улучшение биохимических качеств семян / Э. В. Денисова, Т. В. Мазяркина. – Новосибирск. ИЦиГ СО РАН, 2010. – 253 с.

3. Пилюк, Я. Э. Состав и соотношение жирных кислот маслосемян озимого и ярового рапса / Я. Э. Пилюк // // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2022. – Вып. 58. – С. 420-427.

NEW HIGH-OLEIN WINTER RAPE VARIETY RODNIK

Ya. E. Piliuk, S.Yu. Khramchenko, O.N. Avkhimovich, E.S. Byk, I.A. Cherepok

The materials describe the new domestic high-oleic (up to 77.0%) winter rape variety Rodnik, which is characterized by high winter hardiness, oil content, and a range of economically important traits.

УДК 633.853.494«324»:631.527.52

ПРОЯВЛЕНИЕ ГЕТЕРОЗИСА У МЕЖЛИНЕЙНЫХ ГИБРИДОВ РАПСА ОЗИМОГО ПО ЦЕННЫМ СЕЛЕКЦИОННЫМ ПРИЗНАКАМ

Я. Э. Пилюк, Н. Н. Бобко, А. А. Новичек
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Перспективным направлением в селекции рапса озимого является создание гетерозисных гибридов путем скрещивания различных родительских форм, обладающих комплексом хозяйственных признаков [1]. Ценность любого компонента, используемого в скрещиваниях, зависит не только от степени проявления у него позитивных признаков, но и от его способности давать при гибридизации потомство с показателями лучшими, чем у родителей и контроля, то есть проявлять гетерозисный эффект. Для успешного создания таких гибридов необходим исходный материал с комплексом хозяйственно ценных признаков, важнейшим из которых является урожайность. Комбинационная способность – это один из основных критериев оценки родительских компонентов гибридов, как показали исследования на разных культурах [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Более полное представление о комбинационной способности дает изучение гетерозиса, его величины и взаимосвязи с производственной продуктивностью, значение материнского и отцовского компонентов в получении высокопродуктивных гибридов.

В результате исследований установлено, что среди материнских линий наиболее урожайной была линия №12/3-24 (491,3 г/м^2), по масличности выделилась № 11/2-24 (43,8 %), по сбору масла – линия №12/3-24. По признаку «продуктивность семян» самые высокие показатели были у отцовской линии № 2/7-24 (491,3 г/м^2), по масличности семян варьирование показателей было незначительным – от 41,2 % у линии № 9/6-24 до 43,8 % у линии № 11/2-24.

Лучшими по продуктивности были гибриды F_1-14/24 (560,0 г/м^2), F_1-4/24 (538,0 г/м^2), F_1-7/24 (538,0 г/м^2), F_1-16/24 (537,0 г/м^2), F_1-8/24 (536,0 г/м^2), F_1-11/24 (517,0 г/м^2) (таблица 1). По масличности выделились гибриды F_1-15/24 (45,9 %), F_1-4/24 (45,7 %), F_1-11/24 (45,1 %), F_1-5/24 (45,1 %), F_1-6/24 (44,5 %), F_1-14/24 (44,4 %), F_1-1/24 (44,3 %), F_1-13/24 (44,0 %), которые достоверно превысили средний контроль. Наиболее продуктивными по сбору масла были гибриды F_1-14/24 (249 г/м^2), F_1-4/24 (246 г/м^2), F_1-11/24 (233 г/м^2), F_1-16/24 (229 г/м^2), F_1-5/24

(225 г/м^2), F_1-8/24 (222 г/м^2), F_1-13/24 (222 г/м^2), F_1-3/24 (220 г/м^2), F_1-7/24 (220 г/м^2), F_1-15/24 (220 г/м^2).

Таблица 1 – Продуктивность родительских линий и экспериментальных гибридов рапса озимого, 2023–2024 гг.

Гибрид	Продуктивность, г/м^2			Масличность, %			Сбор масла, г/м^2		
	P♀	F_1	P♂	P♀	F_1	P♂	P♀	F_1	P♂
F_1-1/24	440,3	454,0	433,7	41,2	44,3	41,4	181	201	180
F_1-2/24	425,0	480,0	390,0	42,6	40,9	43,8	181	196	171
F_1-3/24	435,3	512,0	390,0	41,4	43,0	43,8	180	220	171
F_1-4/24	425,0	538,0	433,7	42,6	45,7	41,4	181	246	180
F_1-5/24	465,0	498,0	433,7	43,8	45,1	41,4	204	225	180
F_1-6/24	425,0	480,0	428,0	42,6	44,5	42,6	181	214	182
F_1-7/24	425,0	538,0	422,8	42,6	40,8	41,2	181	220	174
F_1-8/24	491,3	536,0	425,0	42,6	41,4	43,6	209	222	185
F_1-9/24	424,7	494,0	444,3	42,1	40,1	41,8	179	198	186
F_1-10/24	450,0	490,0	458,3	41,2	40,3	42,8	185	197	196
F_1.11/24	461,0	517,0	491,3	41,8	45,1	43,6	193	233	214
F_1-12/24	424,7	461,0	428,0	42,1	42,2	42,6	179	195	182
F_1-13/24	440,3	504,0	491,3	41,2	44,0	43,6	181	222	214
F_1-14/24	400,0	560,0	390,0	43,6	44,4	43,8	174	249	171
F_1-15/24	461,0	480,0	444,3	41,8	45,9	41,8	193	220	186
F_1-16/24	400,0	537,0	422,8	41,4	42,6	41,2	166	229	174
Среднее	437,1	504,9	433,0	42,2	43,1	42,5	184,3	217,9	185
Средний контроль	455,0			42,6			193,0		
$НСР_{05}$	26,7-29,5			1,05-1,20			17,0-23,0		

Наиболее значимыми признаками, характеризующими продуктивность рапса озимого, являются продуктивность и масличность семян, а также сбор масла. Именно по этим показателям нами изучались истинный и конкурсный гетерозис.

Представленные экспериментальные гибриды продемонстрировали положительный истинный и конкурсный гетерозис по признаку «семенная продуктивность растения». У гибридов F_1 эти показатели варьировали от 3,1 до 40 % и от -0,2 до 23,1 % соответственно (таблица 2). Наиболее высокий уровень истинного и конкурсного гетерозиса отмечен у гибридов F_1-14/24, F_1-16/24, F_1-7/24, F_1-4/24, F_1-3/24. Степень доминирования (hp) признака продуктивности семян у представленных гибридов рапса озимого изменялась от 1,5 до 103,7. По этому по-

казателю наблюдалось положительное сверхдоминирование или положительный гетерозис при наибольшем значении hp = 103,7 у гибрида F_1-7/24.

Таблица 2 – Гетерозис по продуктивности, масличности и сбору масла у гибридов F_1 рапса озимого, 2023-2024 гг.

Гибрид	Гетерозис, %					
	Продуктивность		Масличность		Сбор масла	
	истинный	конкурсный	истинный	конкурсный	истинный	конкурсный
F_1-1/24	3,1	-0,2	7,0	4,0	11,0	4,1
F_1-2/24	12,9	5,5	-6,6	-4,0	8,3	1,6
F_1-3/24	17,6	12,5	-1,8	0,9	22,2	14,0
F_1-4/24	24,0	18,2	7,3	7,3	35,9	27,5
F_1-5/24	7,1	9,5	3,0	5,9	10,3	16,6
F_1-6/24	12,1	5,5	4,5	4,5	17,6	10,9
F_1-7/24	26,6	18,2	-4,2	-4,2	21,5	14,0
F_1-8/24	9,1	17,8	-5,0	-2,8	6,2	15,0
F_1-9/24	11,2	8,6	-4,8	-5,9	6,5	2,6
F_1-10/24	6,9	7,7	-5,8	-5,4	0,5	2,1
F_1-11/24	5,2	13,6	3,4	5,9	8,9	20,7
F_1-12/24	7,7	1,3	-0,9	-0,9	7,1	1,0
F_1-13/24	2,6	10,8	0,9	3,3	3,7	15,0
F_1-14/24	40,0	23,1	1,4	4,2	43,1	29,0
F_1-15/24	4,1	5,5	9,8	7,7	14,0	14,0
F_1-16/24	27,0	18,0	2,9	0,0	31,6	18,7

Одним из ключевых факторов, способствующих высокой продуктивности масличных культур, включая рапс, является высокий уровень масличности. Показатель «содержание масла в семенах» – один из наиболее стабильных признаков, представляя собой важный критерий для оценки и отбора значимых генотипов в селекции этой культуры. Нашими исследованиями установлено, что положительный истинный и конкурсный гетерозис по признаку «масличность семян» наблюдался у 9 изучаемых гибридов или у 56,2 %. Выявлено, что у 50,0 % гибридов преобладающим типом наследования этого признака была депрессия, а у 25 % – гетерозис и промежуточное наследование.

По признаку «сбор масла» отмечался положительный истинный и конкурсный гетерозис у всех 16 изученных гибридов. Степень фено-

типического доминирования по этому признаку варьировала в пределах от 1,2 до 131,0, что соответствовало положительному сверхдоминированию или положительному гетерозису у всех изученных гибридов. Наибольшим сверхдоминированием признака характеризовался гибрид F_1-4/24.

Таким образом, по продуктивности семян у 5 из 16 гибридов рапса озимого или у 31,3 % выявлено достоверное превышение этого показателя над средним контролем, по сбору масла – у 10 гибридов, или в 62,5 % генотипов. Изученные экспериментальные гибриды показали положительный истинный и конкурсный гетерозис по продуктивности семян и сбору масла с гектара. По признаку «продуктивность» лучшими оказались гибриды F_1-14/24 (560, г/м^2), F_1-4/24 (538,0 г/м^2), F_1-7/24 (538,0 г/м^2), F_1-16/24 (537,0 г/м^2), F_1-8/24 (536,0 г/м^2), F_1-11/24 (517,0 г/м^2), по сбору масла: F_1-14/24 (249 г/м^2), F_1-4/24 (246 г/м^2), F_1-11/24 (233 г/м^2), F_1-16/24 (226 г/м^2), F_1-5/24 (225 г/м^2), F_1-8/24 (222 г/м^2), F_1-13/24 (222 г/м^2), F_1-3/24 (220 г/м^2), F_1-7/24 (220 г/м^2), F_1-15/24 (220 г/м^2).

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Рапс: результаты и перспективы селекции / Я. Э. Пилюк // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 1(116). – С. 4–7.

2. Турбин, Н. В. Диаллельный анализ в селекции растений / Н. В. Турбин, Л. В. Хотылева, Л. А. Тарутина. – Минск, 1974. – 184 с.

3. Жученко, А. А. Изменчивость и наследование признаков / А. А. Жученко// Экологическая генетика культурных растений. – Кишинев, Штиница, 1980 – С. 133–201.

4. Пилюк, Я. Э. Дисперсионный анализ как метод оценки селекционного материала рапса / Я. Э. Пилюк // Земледелие и растениеводство: сб. науч. тр. / Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси: редкол.: М.А.Кадыров [гл. ред.] [и др.]. – Минск, 2005. – Вып. 41. – С. 192–198.

5. Бобко, Н. Н. Оценка инбредных линий озимого рапса *Brassica napus* L. для селекции на гетерозис / Н. Н. Бобко, Я. Э. Пилюк // 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, 2018 – Вып. 54 – С. 316–325.

6. Карпачев, В. В. Оценка нового материала для гетерозисной селекции ярового рапса, созданного на основе двух систем ЦМС / В. В. Карпачев, И. О. Пастухов // Весник воронежского аграрного университета. – 2017. – № 3. – С. 31–36.

7. Бочкарева, Э. Б. Результаты и перспективы селекции гибридов рапса озимого во ВНИИМК / Э. Б. Бочкарева, Л. А. Горлова, В. В. Сердюк, Е. А.

Стрельников // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018 – Вып. 4 (176). – С. 48–57.

HETEROSIS MANIFISTATION IN INTERLINE HYBRIDS OF WINTER RAPE BASED ON VALUABLE BREEDING TRAITS

Ya.E. Piliuk, N.N. Bobko, A.A. Novichek

The research was conducted on heterosis effect and degree of phenotypic dominance of 16 new interlines experimental F1 winter rape hybrids. The obtained interline hybrids outperformed significantly their parental forms in seed productivity and oil yield. High seed productivity indices were observed in 6 winter rape hybrids, and high oil yield indices – in 10 ones.

УДК 633.853.494 «324»:631[526.32+527.5]

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ОЗИМОГО РАПСА

А. Р. Рыбак, С. С. Жук
РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси», e-mail: info@gzir.by

Задача повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь предусматривает решение такой проблемы, как внедрение в производство новых улучшенных сортов, адаптированных к условиям региона возделывания, которые соединяют в себе высокий потенциал урожайности, качество продукции, устойчивость к изменению погодных условий. Новые сорта несут в себе новые качества, которые необходимо в конкретных почвенно-климатических условиях изучать и сравнивать, проводить их оценку для принятия решения о возможности их районирования.

Цель исследований – сравнить продуктивность сортов и гибридов озимого рапса, определить качественные показатели маслосемян.

Место проведения экологического сортоиспытания озимого рапса – опытное поле РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси». Почва дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,7 м моренным суглинком. Агрохимические показатели почвы: pH в KCl – 5,5, содержание P_2O_5 – 215 мг/кг, K_2O – 183 мг/кг почвы, гумус – 1,10 %. Предшественник озимого рапса – яровой ячмень.

Объектами исследований являлись 6 сортов (Империал, Буян, Николай, Витень, Кардинал, Родник) и 2 гибрида (НПЦ А/24, НПЦ 20/24) озимого рапса отечественной селекции.

Обработка почвы проводилась согласно требованиям регламента возделывания озимого рапса [1]. Фосфорные и калийные удобрения в дозе $P_{45}K_{150}$ внесены под вспашку. Посев озимого рапса осуществлен сеялкой Wintersteiger в третьей декаде августа с нормой высева 0,8 млн всхожих семян для сортов и 0,35 – для гибридов. Химическая прополка проведена препаратом Бутизан Стар с нормой 2,0 л/га до всходов культуры.

Азотные удобрения осенью под озимый рапс вносили в форме сульфата аммония (N_{42}). Весной при возобновлении вегетации дробно проведена первая подкормка в форме гранулированного сульфата аммония в дозе N_{42} и с интервалом 10 дней КАС-30 в дозе N_{75}, в фазу стеблевания – вторая подкормка карбамидом в дозе N_{46} и в фазу бутонизации – третья подкормка карбамидом в дозе $N_{40.}$

При анализе перезимовки озимого рапса отмечено, что благоприятные погодные условия осенне-зимнего периода способствовали очень высокой зимостойкости изучаемых сортов и гибридов. У изучаемых объектов процент перезимовки варьировал от 93,1 % до 96,6 %, наибольшим этот показатель отмечен у раннеспелого сорта отечественной селекции Кардинал (96,6 %).

В сложившихся погодных условиях полегания посевов озимого рапса не отмечено.

Анализируя урожайные данные, можно отметить, что продуктивность сортов и гибридов озимого рапса варьировала от 36,1 ц/га до 42,2 ц/га, прибавка к контрольному сорту Империал составила 3,3–10,4 ц/га (таблица).

Таблица – Урожайность и качественные показатели сортов и гибридов озимого рапса

Сорт, гибрид	Урожайность маслосемян, ц/га	± к контролю	Масса 1000 семян, г	Содержание белка, %	Содержание жира, %
Империал, контроль	32,8	-	4,52	22,38	38,4
Буян	37,2	4,4	4,66	22,60	39,1
Николай	38,4	5,6	4,74	22,48	39,4
Витень	36,1	3,3	4,62	22,54	40,0
Кардинал	38,6	5,8	4,81	21,99	39,8
Родник	37,8	5,0	4,72	22,70	39,8
НПЦ А/24	40,5	7,7	4,93	22,14	41,3
НПЦ 20/24	43,2	10,4	5,01	21,95	41,0
$НСР_{05}$	2,58	-	-	-	-

Наибольшей продуктивностью характеризовались сорта Николай (38,4 ц/га) и Кардинал (38,6 ц/га), обеспечившие прибавку к контролю 5,6–5,8 ц/га, а также гибрид НПЦ 20/24 (43,2 ц/га, прибавка к контролю 10,4 ц/га).

Масса 1000 семян озимого рапса варьировала у сортов от 4,52 до 4,81 г, у гибридов – от 4,93 до 5,01 г. По этому показателю выделились сорт озимого рапса Кардинал (4,81 г) и гибрид НПЦ 20/24 (5,01 г).

Содержание белка в маслосеменах составило 21,95–22,70 %. По данному показателю все исследуемые объекты за исключением сорта Кардинал, а также гибридов НПЦ А/24 и НПЦ 20/24 превышали контроль на 0,10–0,22 %. Максимальным показателем (22,7 %) характеризуется раннеспелый сорт Родник.

Содержание жира у изучаемых сортов и гибридов озимого рапса варьировало от 39,1 % до 41,3 %. Высокими показателями масличности характеризовались сорта отечественной селекции Витень (40,0 %), Кардинал и Родник (39,8 %), а также гибриды отечественной селекции (41,0–41,3 %).

Литература

1. Технологический регламент по возделыванию озимого рапса. Типовые технологические процессы / Я. Э. Пилюк и др. – Жодино : РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», 2018. – 12 с.

ADAPTATION CAPABILITIES OF WINTER RAPE VARIETIES AND HYBRIDS

A. R. Rybak, S. S. Zhuk

This article presents the results of the research on the productivity and yield quality of winter rape varieties and hybrids. The most productive varieties were Nikolai (38.4 c/ha) and Cardinal (38,6 c/ha), as well as the hybrid NPC 20/24 (43.2 c/ha). The early-ripening Rodnik variety had the highest protein content (22.7 %). The domestically bred varieties Viten (40.0 %), Cardinal and Rodnik (39.8 %) were characterized by high oil content as well as domestically bred hybrids (41.0–41.3 %).

УДК 633.853.494:631.56:001.89

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАК ЭЛЕМЕНТ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ СЕМЕНОВОДСТВА РАПСА В БЕЛАРУСИ: ДЕТЕКЦИЯ ГМО И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БИОБЕЗОПАСНОСТИ

А. М. Кривецкая, Г. В. Мозгова, В. С. Остапчик, Н. И. Дробот, А. Н. Островская

ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»
Республика Беларусь, г. Минск
e-mail: ldgmo@igc.by

Беларусь является Стороной Картахенского протокола по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии. Национальное законодательство охватывает все сферы регулирования генно-инженерной деятельности, включая перемещение генно-модифицированных организмов (их ввоз, вывоз и транзит), что обеспечивает государственный контроль за использованием генно-модифицированных организмов (ГМО). При этом важно отметить, что в Беларуси отсутствуют зарегистрированные линии ГМ-рапса, прошедшие процедуру оценки рисков – их использование в хозяйственной деятельности не допускается. Соответственно на белорусских полях данная культура представлена исключительно нетрансгенными сортами отечественной и зарубежной селекции.

В условиях фактического отсутствия ГМ-рапса в отечественном растениеводстве белорусские ученые применяют классическую селекцию и современные биотехнологические подходы. не связанные с трансгенезом, включая методы маркер-сопутствующей селекции (MAS) и культуры in vitro, что значительно ускоряет получение нового исходного материала. Широко используются гибридизация и оценка комбинационной способности линий на основе цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) для получения высокопродуктивных гибридов F1.

Несмотря на отсутствие выращивания ГМ-рапса внутри страны, глобализация рынков масличных культур создает риски попадания трансгенных семян через импортное сырье при транспортировке и хранении. С 24 сентября 2024 года перечень продовольственного сырья и пищевых продуктов, подлежащих контролю над наличием генетически модифицированных составляющих (компонентов), дополнен продуктами, полученными на основе переработки рапса, что свиде-

тельствует о повышении внимания к данной культуре с целью предотвращения засорения ценного отечественного семенного материала.

Для эффективного мониторинга распространения ГМ-рапса ключевое значение приобретают методы лабораторной диагностики. Золотым стандартом является полимеразная цепная реакция в режиме реального времени (ПЦР-РВ), позволяющая выявлять наличие специфических генетических конструкций даже при минимальном содержании трансгенной ДНК. Данный метод применяется для выявления генномодифицированных маслосемян рапса, предназначенных для переработки или высадки, а также непосредственно для выявления ГМО в продуктах переработки – масле, шроте и другой продукции. Применение ПЦР-диагностики обеспечивает быстрое и точное подтверждение наличия или отсутствия ГМО в растительной продукции, что критически важно для соблюдения национального законодательства, обеспечения семенного суверенитета и продовольственной безопасности.

В Национальном координационном центре биобезопасности Института генетики и цитологии НАН Беларуси проводится скрининг образцов семян рапса и продуктов его переработки (масло, шрот, лецитин и другая продукция) на наличие промоторов 35S, FMV, SsuAra, терминаторов tNOS, te9, последовательностей генов nptII, pat, cp4 EPSPS, ряда других селективных и регуляторных последовательностей. Результаты проведенных ПЦР-РВ в период с 2022 г. по 30.04.2026 гг. приведены в таблице.

Таблица – Результаты ПЦР-РВ образцов семян рапса и продуктов его переработки

Год	Количество испытанных образцов семян рапса, шт.	Количество выявленных образцов ГМ-семян рапса, шт.	Количество испытанных образцов продуктов переработки семян рапса, шт.	Количество выявленных образцов продуктов переработки семян рапса, содержащих ГМО, шт.
2022	65	11	45	2
2023	43	5	93	16
2024	29	3	53	13
2025	78	45	32	9
30.04.2026	19	7	27	8

Наиболее часто детектируемыми последовательностями являлись nptII, cp4 EPSPS, промоторы 35S, FMV, терминатор te9. По результатам скрининга предполагается, что исследуемые образцы могут содержать следующие ГМ-линии рапса: Mon88302, GT200, GT73, RT73 и гибриды линий Mon88302 x MS8, Mon88302 x MS8 x RF3, MS8 x RF3 x RT73.

Проведенный в 2022–2026 гг. мониторинг свидетельствует, что, несмотря на отсутствие зарегистрированных и разрешенных к использованию линий ГМ-рапса в Беларуси, ГМО регулярно выявляются как в импортируемых семенах рапса, предназначенных для переработки с целью получения шрота либо другой продукции, так и непосредственно в импортируемых продуктах. При этом в 2025 году зафиксирован резкий рост доли ГМ-рапса среди испытанных образцов импортируемых семян, предназначенных для переработки (57,7 %), что может указывать на увеличение объемов поступления партий, содержащих незарегистрированные линии рапса.

Таким образом, актуальной задачей для системы семеноводства и селекции рапса в Беларуси является не только создание высокопродуктивных сортов отечественной селекции, но и дальнейшее совершенствование методов молекулярно-генетического контроля. Учитывая высокую долю выявляемых импортируемых ГМ-образцов в 2022–2026 гг., целесообразно усилить входной лабораторный контроль импортируемого сырья, содержащего рапс. Это позволит не допустить попадания генетически модифицированных компонентов в пищевые продукты и комбикорма, обеспечить выполнение требований биобезопасности, сохранить чистоту национальных семенных фондов и поддержать конкурентоспособность отечественного производства масличных культур на всех этапах – от семеноводства до конечного потребления.

MOLECULAR GENETIC MONITORING AS AN ELEMENT OF MODERN METHODS OF RAPE SEED PRODUCTION IN BELARUS: DETECTION OF GMO AND ENSURING BIOSAFETY

A. M. Krivetskaya, G.V. Mozgova, V.S. Ostapchik N.I. Drobot, A.N. Ostrovskaya

The article presents the results of real-time PCR testing conducted between 2022 and April 30, 2026. Monitoring shows that GMOs are regularly detected both in imported rape seeds intended for processing into meal or other products and directly in imported products.

УДК 633.853.494«324»:631.524.1

ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРИЗНАКОВ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ РАПСА ОЗИМОГО

Ю. Д. Сырова
ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта» г. Краснодар, Россия
e-mail: yu.syrova@vniimk.ru

Урожайность рапса озимого зависит от генетически заложенного потенциала продуктивности растения, его архитектоники и условий произрастания [2]. Согласно исследованию Louvieaux J. и Yang Y. на строение растений рапса преимущественно в большей степени влияет генотип (в среднем 54–69 %) [1, 3]. Изучение архитектоники и изменчивости хозяйственно-ценных признаков различных генотипов рапса озимого позволит выделить элементы строения растений, влияющие на продуктивность для создания высокопродуктивных сортов и гибридов.

Целью нашего исследования являлось изучение и сравнение изменчивости элементов продуктивности сортов и гибридов рапса озимого.

Опыт был проведен на опытном поле ЦЭБ ВНИИМК (х. Октябрьский, г. Краснодар) в 2021–2024 гг. на сортах линейного типа селекции ВНИИМК Лорис и Сармат, гибридах Дебют (ВНИИМК) и Фактор (KWS).

Для оценки индивидуальной изменчивости по комплексу хозяйственно полезных признаков в фазу созревания отбирали растения с двух средних рядков каждой делянки по 50 штук. Были измерены такие показатели как высота растения, длина центральной кисти, количество ветвей 1 и 2 порядка, количество стручков на растении, длина стручка, количество семян в стручке, масса 1000 семян, масса семян с растения. Коэффициент вариации рассчитывали с помощью программы Rstydio.

В результате проведенного исследования установлено незначительное варьирование по показателям изменчивости компонентов структуры урожая сортов и гибридов рапса озимого за 4 года исследования по признаку «высота растения» (5,1–8,4 %), а «длина стручка» только у гибридов Дебют и Фактор.

К среднеизменчивым признакам (от 10 до 20 %) относились: «количество семян в стручке», «масса 1000 семян», «длина стручка» (у сортов), «длина центральной кисти» (у гибридов).

Таблица – Показатели изменчивости основных хозяйственно ценных признаков у сортов и гибридов рапса озимого (2021-2024 гг.)

Признак	Лорис		Сармат		F1 Дебют		F1 Фактор	
	$\bar{x}$	CV, %	$\bar{x}$	CV, %	$\bar{x}$	CV, %	$\bar{x}$	CV, %
Высота растения, см	182	5,1	172	8,4	181,1	5,9	173	8,1
Длина центральной кисти, см	46,2	23,4	46,4	22,3	53,9	19,1	48,8	16,0
Кол-во ветвей 1-го порядка, шт.	9,5	21,0	9,3	23,7	9,6	26,4	10,3	19,7
Кол-во ветвей 2-го порядка, шт.	8,1	70,4	8,4	60,3	9,0	56,7	7,7	65,1
Кол-во струч. на центральной кисти, шт.	61,2	29,8	59,7	26,3	74,0	20,2	69,5	12,3
Кол-во струч. на ветвях 1-го порядка, шт.	263	44,4	265	40,0	345,6	35,7	325,8	29,2
Кол-во струч. на ветвях 2-го порядка, шт.	88,0	92,5	60,7	98,7	107,5	80,3	79,6	92,4
Длина стручка, см	7,0	11,4	6,8	12,3	7,1	9,9	7,0	8,7
Кол-во семян в стручке, шт.	24,6	16,6	26,5	17,2	23,3	17,2	25,9	14,5
Масса 1000 семян, г	4,7	13,2	4,6	13,9	4,5	12,0	4,1	9,5
Масса семян с растения, г	25,1	53,2	25,9	55,2	39,9	23,0	38,4	37,5

Значительное варьирование отмечалось по количеству ветвей и стручков на растении, массе семян с растения. Мы можем предположить, что эти элементы структуры урожая очень чувствительны к погодным условиям года, но они оказывают значительное влияние на урожайность. Поэтому при создании новых сортов и родительских линий гибридов нужно обращать внимание на сильноизменчивые признаки, так как они дают больший диапазон возможностей для селекционера. В результате проведенного снопового анализа установлено, что по количеству стручков на растении гибриды превосходят сорта, чем объясняется их более высокая продуктивность.

Литература

1. Louvieaux, J. Root Morphological Traits of Seedlings Are Predictors of Seed Yield and Quality in Winter Oilseed Rape Hybrid Cultivars / J. Louvieaux, M. Spanoghe, C. Hermans // Front. Plant Sci. – 2020. – Vol. 11. – P. 1–15.

2. Diepenbrock, W. Yield analysis of winter oilseed rape (brassica napus l.) / W. Diepenbrock // A review. Field Crops Res. – 2000. - No. – 67(1). – P. 35–49.

3. Yang, Y. Genome-wide association and RNA-seq analyses identify loci for pod orientation in rapeseed (Brassica napus) / Yang Y., Wang W., Hu Q., Raman H., Liu J. // Front. Plant Sci. – 2023. – Vol. 13. – P. 1–14.

ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY TRAITS VARIABILITY OF VARIOUS GENOTYPES OF WINTER RAPE

Yu.D. Syrova

Sheaf analysis data are presented and variation coefficients are calculated to assess trait variability for 2021–2024 in the Loris and Sarmat varieties, the Debut hybrids bred at VNIIMK, and in the foreign hybrid Factor (KWS). The degrees of trait variation were identified. The following traits were found to be highly variable: "number of first- and second-order branches" and "number of pods per plant." Those traits contributed the most to plant productivity in all the studied genotypes, which should be taken into account when planning breeding programs.

УДК 633.853.494«321»:631[526.32+527.5]:581.11

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ РАПСА ОЗИМОГО ПО ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛИСТЬЕВ

Я. Э. Пилюк, Е. С. Бык, С. Ю. Храмченко, О. Н. Авхимович, А. А. Новичек

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Климатические условия Республики Беларусь благоприятны для выращивания рапса и других масличных культур. В его семенах содержится 42–52 % масла и 22–28 % кормового белка. Обеспечение сырьем перерабатывающей промышленности, населения пищевым растительным маслом, а животноводства кормовым белком стало возможным благодаря созданию и внедрению в производство отечественных высокоурожайных, обладающих высоким качеством, холодо- и зимостойких сортов рапса, приспособленных к умеренно-континентальному климату Беларуси [1, 2].

Изменение климата – существенное потепление и увеличение продолжительных периодов без осадков во время вегетации, особенно на

почвах легкого гранулометрического состава, которые составляют в южных регионах Беларуси до 70 %, угрожает стабильному возделыванию рапса [3].

Оценка засухоустойчивости с помощью различных лабораторных физиологических методов позволяет выделить перспективный материал с устойчивостью к засухе и проанализировать большое количество селекционного материала в течение года.

В опытах по оценке засухоустойчивости озимой пшеницы и других культур экспресс методами учеными выявлено, что даже во влажные годы по водоудерживающей способности листьев можно получить представление об устойчивости генотипа к нарушению водоснабжения [4, 5].

Исследования проводились в 2024–2025 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в отделе масличных культур.

Установлено, что наименьшая потеря влаги листьями рапса озимого после 24 часового увядания при комнатной температуре отмечена у сортов Оникс 17 (43,8 %), Буян (44,0 %), Мавр (44,3 %) и Медей (44,8 %) (таблица 1). Наиболее устойчивыми к потере влаги после 30 часового увядания были сорта Буян (45,1 %) и Мавр (45,2 %).

После последующего намачивания в воде листьев, увядавших при комнатной температуре в течение 24 часов, в большей степени тургор восстановили сорта и образцы: №155/16, Медей, Буян, №200/15, Кардинал, Оникс 17, №97/15 и гибрид Днепр F_1, а после 30 часового увядания – сорт Мавр, который создан в результате гибридизации линий рапса озимого и озимой сурепицы.

Таблица 1 – Динамика потери влаги листьями растений рапса озимого

Сорт	Потеря влаги листьями, %	
	после 24 часового увядания	после 30 часового увядания
Витень	52,1	62,0
Медей	44,8	52,5
Буян	44,0	45,1
Мавр	44,3	45,2
Оникс 17	43,8	51,3
Среднее	**49,7**	**58,3**
Min-max	**43,8-61,5**	**45,1-76,1**

Содержание сухого вещества в листьях через 24 часа высушивания и последующего их намачивания в течение суток в среднем по всем образцам составило 13,9 %, а при 30 часовом – 16,1 % (таблица 2). Наименьшее его содержание было у сортов Буян (12,2 %), Родник (12,6 %), Медей (12,9 %) (через 24 часа увядания) и Мавр (12,8 %) (через 30 часов).

Таблица 2 – Содержание сухого вещества в растениях рапса озимого

Название сорта	Содержание сухого вещества, %	
	после 24 часового увядания	после 30 часового увядания
Витень	14,6	17,8
Медей	12,9	16,0
Буян	12,2	15,8
Родник	12,6	19,2
Мавр	13,4	12,8
Среднее	**13,9**	**16,1**
Min-max	**12,2-16,1**	**12,8-19,2**

В период проведения исследований максимальная оводнённость тканей листьев рапса озимого после 24 часов увядания зафиксирована у сорта Буян (87,8 %) (таблица 3). Сорта Кардинал, Родник и Медей характеризовались также высокими значениями этого показателя – от 87,6 до 87,1 %. После 30 часов увядания выделились сорта Мавр и Буян, у которых этот показатель составил соответственно 48,1 и 47,5 % и сорта Оникс 17 (41,0 %) и Медей (39,8 %).

Повышение водопоглащающей способности листьев является показателем степени восстановления растений после перенесенного стресса и играет важную роль в отборе устойчивых к засухе образцов рапса озимого. Самая высокая водопоглащающая способность листьев после 24 часового увядания была отмечена у гибридов F_1 №Кр/24 (69,8 %) и №Кт/24 F_1 (66,9 %) при среднем значении 55,7 %. После 30 часового увядания по этому показателю выделились гибрид F_1 №Кр/24 (74,6 %) и образец №369/15 (70,9 %).

На основании изучения комплекса признаков по устойчивости к засухе выделены сорта, образцы и гибриды рапса озимого – Медей, Буян, Оникс 17, Мавр, Кр/24, №155/16, №369/15, №44/15, которые рекомендованы для селекции рапса озимого на устойчивость к абиотическим факторам среды.

Таблица 3 – Результаты оценки водного режима листьев рапса озимого в лабораторных условиях

Сорт/ гибрид/ образец	Оводнённость, %	Водоудерживающая способность, %	Водопоглащающая способность, %	Оводненность, %	Водоудерживающая способность, %	Водопоглащающая способность, %
	после 24 часов увядания			после 30 часов увядания		
Витень	85,4	40,7	53,3	82,2	29,0	59,0
№369/15	85,0	34,7	63,1	83,6	22,3	70,9
Медей	87,1	49,1	50,9	84,0	39,8	51,0
Буян	87,8	49,7	52,1	84,2	47,5	48,3
Кардинал	87,6	45,1	54,7	82,0	23,9	63,3
Родник	87,4	43,1	54,7	80,8	22,7	65,1
Мавр	86,6	49,2	50,7	87,2	48,1	45,4
Оникс 17	86,4	49,9	49,5	86,1	41,0	57,7
№Кт/24 F_1	84,9	29,5	66,9	82,5	15,0	74,6
№Кр/24 F_1	86,1	29,8	69,8	85,5	27,7	59,6
Среднее	**86,1**	**43,0**	**55,7**	**83,9**	**33,4**	**57,5**
Min-max	**83,9-87,8**	**29,5-49,9**	**48,7-69,8**	**80,8-87,2**	**15,0-48,1**	**45,4-74,6**

Таким образом, использование различных методов оценки селекционного материала рапса озимого на засухоустойчивость в лабораторных условиях не связано с сезонностью, особенно при использовании ФТК, способствует повышению отбора стрессоустойчивых генотипов и ускорению селекционного процесса этой культуры на устойчивость к засухе.

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания) / Я. Э. Пилюк – Минск : Бизнесофсет, 2007. – 239 с.

2. Привалов, Ф. И. Рапс – основная масличная культура Республики Беларусь / Ф. И. Привалов, Я. Э. Пилюк // Рапс: настоящее и будущее. К 30-летию возделывания рапса в Беларуси : матер. III Междунар. науч.-практ. конференции, 15-16 сентября, г. Жодино / Науч.-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – С. 3–12.

3. Физиологические основы устойчивости сельскохозяйственных растений / Зооинженерный факультет МСХА https://www.activestudy.info/zasuxoustojchivost-selskoxozyajstvennyx-rastenij/ (дата обращения: 17.04.2026).

4. Газе, В. Л. Определение уровня засухоустойчивости образцов озимой мягкой пшеницы прямым и косвенным методами / В. А. Лиховидова, Е. В. Ионова // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 2. – С. 25–28.

5. Шматько, И. Г. Оценка засухоустойчивсти озимой пшеницы по некоторым физиологическим признакам / И. Г. Шматько // Физиология растений в помощь селекции : сб. ст. / АНН СССР, Науч. совет по пробл. физиол. и биохим. раст. ; ред.-сост. А. Н. Павлов. – М. : Наука, 1974. – С. 19–29.

RESULTS OF EVALUATIING WINTER RAPE VARIETIES AND HYBRIDS FOR LEAF WATER-HOLDING CAPACITY

Ya.E. Piliuk, E.S. Byk, S.Yu. Khramchenko, O.N. Avkhimovich, A.A. Novichek

The materials present the results of evaluating various winter rape genotypes for leaf water-holding capacity. Varieties, accessions and hybrids are identified based on drought resistance – Medey, Buyan, Onyx 17, Mavr, Kr/24, №155/16, №369/15 and № 44/15 which are recommended for breeding winter rape for resistance to abiotic environmental factors.

УДК 633.853.494: 631.524.5

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЛИНИЙ РАПСА ОЗИМОГО ПО БИОМЕТРИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ВНУТРЕННЕЙ ОБЛАСТИ ГИНОФОРА СТРУЧКА

Д.В. Старикова, Л.А. Горлова
ФГБНУ «ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»
E-mail: dariyastarikova@yandex.ru
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Основные потери маслосемян рапса происходят из-за неблагоприятных погодных условий (сильный ветер, дождь и град), складывающихся перед или во время созревания и уборки, несвоевременного сбора урожая (перестой), отсутствия рапсового стола, боковых делителей и не герметичности комбайна. Потери маслосемян могут составлять от 10 до 50 % [1, 2]. На сегодняшний день усилия ученых направлены на решение проблемы снижения потерь и сосредоточены на генетическом улучшении устойчивости к растрескиванию стручка (осыпанию). Селекционеры ВНИИМК в последние годы работают над возможностью быстрой и точной оценки селекционного материала на устойчивость к осыпанию семян. Разрабатываются и модернизируются существующие различные методики, одной из которых является опре-

деление размеров гинофора, который представляет стерильный участок цветка, образуемый в результате разрастания цветоложа между тычинками и плодолистиками (рисунок).

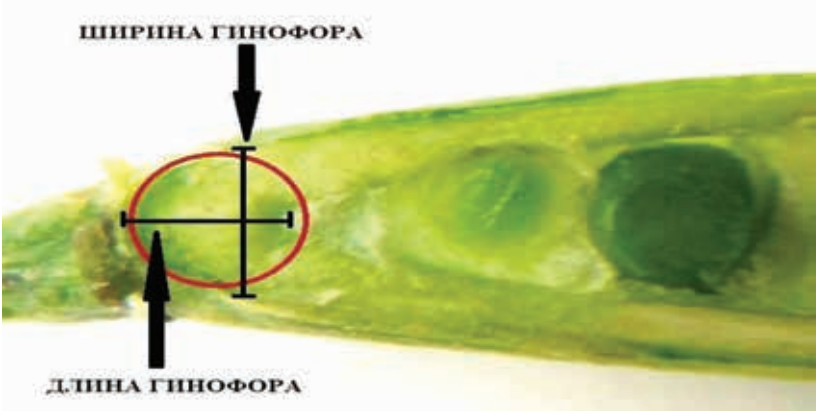


Рисунок – Биометрические характеристики строения области гинофора (ориг.)

Исследования проводили в 2024–2025 гг. на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар. В качестве объекта исследования использовались селекционные линии рапса озимого с различной устойчивостью к растрескиванию стручка. Проводили измерение длины и ширины плотной части гинофора на продольно разрезанном зелёном стручке. Для исследований брали стручки с нижней части центральной кисти. Была проведена также лабораторная оценка устойчивости стручков к растрескиванию по методике случайного столкновения [3].

Селекционные линии рапса озимого, имеющие высокие показатели устойчивости к растрескиванию стручка, характеризовались увеличенной длиной и шириной гинофора, в среднем было на 0,52 и 0,21 мм больше в сравнении со стручками, склонными к растрескиванию. У линий рапса озимого выявлена существенная положительная корреляция между признаками длины и ширины плотной части гинофора и степенью растрескивания стручка. Коэффициент корреляции равен 0,87 и 0,90 соответственно.

Таблица 1 – Биометрическое показатели строения гинофора стручков рапса озимого по признаку устойчивость к растрескиванию, 2024-2025 гг.

Линия	Растрескиваемость, балл*	Длина	Ширина
		плотной части паренхимы гинофора стручка, мм	
ВН-1779	5,9	1,22	1,18
ВН-1780	9,2	1,34	1,02
ВН-1781	7,5	1,26	1,08
ВН-1785	9,3	1,29	1,20
ВН-1786	9,2	1,65	1,41
ВН-1808	4,0	1,96	1,34
ВН-1812	2,5	1,99	1,38
ВН-1813	3,2	1,79	1,50
ВН-1814	3,3	1,83	1,28
ВН-1815	3,2	1,76	1,43

* –0 баллов растрескиваемость отсутствует, 10 баллов растрескиваемость очень высокая

Определение некоторых биометрических характеристик зеленого стручка растений рапса озимого позволило установить тесные положительные корреляции между размерами гинофора в фазу зелёного стручка и степенью устойчивости к растрескиванию стручка в фазу созревания. Выделена серия линий (ВН-1808, ВН-1812, ВН-1813, ВН-1814, ВН-1815), сочетающих высокие показатели размеров гинофора и устойчивость к осыпанию семян.

Литература

1. Gulden R. H., Shirtliffe S. J., Thomas A. G. Secondary seed dormancy prolongs persistence of volunteer canola in western Canada // Weed Science. – 2003. – Vol. 51. – P. 904-913.

2. Price J. S., Hobson R. N., Neale M. A., Bruce D. M. Seed losses in commercial harvesting of oilseed rape // Journal of Agricultural Engineering Research. – 1996. – Vol. 65. – P. 183-191.

3. Стрельников, Е. А. Способ оценки селекционного материала рапса озимого по признаку устойчивости к растрескиванию стручка / Е. А. Стрельников, Л. А. Горлова // Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур: Сборник материалов 12-й Международной конференции молодых учёных и специалистов, Краснодар, 01–03 марта 2023 года. – Краснодар: Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», 2023. – С. 278-283.

COMPARATIVE EVALUATION OF WINTER RAPE LINES BY BIOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE INTERNAL AREA OF THE POD GYNOPHORE

D.V. Starikova, L.A. Gorlova

Identifying certain biometric characteristics of the winter rape green pod revealed strong positive correlations between gynophore size at the green pod stage and the degree of pod cracking resistance at the ripening stage. A series of lines combining high gynophore size and resistance to seed shedding were identified.

УДК 633.853.494:575.113:581.1.036

ОЦЕНКА ПЕРЕЗИМОВКИ ОЗИМОГО РАПСА ГЕНОМНЫМИ МАРКЕРАМИ, СВЯЗАННЫМИ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ И ВОСПРИИМЧИВОСТЬЮ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ

А. С. Логинова[1,2], О. А. Ардашева[2], К. С. Голохваст[3]

[1]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, Российская Федерация, e-mail: loginovaas1999@gmail.com

[2]ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Ижевск, Российская Федерация, e-mail: o.ardashewa@yandex.ru

[3]ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук», Новосибирская область, р.п. Краснообск, Российская Федерация, e-mail: golokhvast@sfsca.ru

Комплекс показателей, определяющих зимостойкость растений: низкие отрицательные температуры, снежный покров, оттепели, застой талой воды весной. Это признак является сортовым. Гены, регулирующие эти адаптационные процессы, называют COR (cold-regulated) генами. Установлено, что они идентифицированы у таких представителей семейства Капустные, такие как: *Arabidopsis thaliana, Brassica oleracea*, *Brassica rapa, Brassica napus*. В гене *BoCCA1* у *B. oleracea* установлены последовательности фрагментов геномной ДНК в этом локусе, которые идентифицируют с помощью ПЦР (SCAR-маркеры, Sequence Characterized Amplified Region), что позволяет выявлять их наличие в двух аллелях гена (BoCCA1-1 и BoCCA1-2), ассоциированных с устойчивостью и восприимчивостью к низким температурам [1].

На основании этого нами была поставлена цель исследований – провести сравнительную оценку перезимовки образцов озимого рапса отечественной и зарубежной селекции коллекции ФИЦ Всероссийско-

го института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР) в полевых и лабораторных условиях для дальнейшего отбора и включения их в селекционный процесс. Задачами исследований было определение в полевых условиях количества перезимовавших растений изучаемых сортообразцов озимого рапса; проведение лабораторного анализа с помощью ДНК-маркера, ассоциированного с устойчивостью и восприимчивостью к низким температурам.

Объектом исследования служили 20 сортообразцов озимого рапса коллекции ВИР различного происхождения (Россия, Германия, Польша, Беларусь, Австралия, Украина, Бельгия). Микроделяночный опыт был заложен в 2025 г. на опытном поле Удмуртского НИИСХ – филиала УдмФИЦ УрО РАН на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со слабокислой (5,23) реакцией среды, с содержанием подвижного фосфора (348 мг/кг почвы) и обменного калия (311 мг/кг почвы), с низкой гидролитической кислотностью (2,11 мг*экв/100 г почвы) и средней суммой поглощенных оснований (13,8 ммоль/100г почвы). Варианты расположены рендомизированно в двукратной повторности. Учётная площадь делянки – 1,0 м^2. Заранее протравленные семена были посеяны 7 августа вручную. В фазу 3–4 настоящих листьев проводили опрыскивание баковой смесью (фунгицид, инсектицид, борное удобрение) и через 9–10 дней смесью из гербицида и борного удобрения. Учёт растений проводили осенью 2025 г. и весной 2026 г. методом подсчета растений на 1 м^2.

В лабораторных условиях выделение ДНК проводили в лаборатории Удмуртского НИИСХ с использованием набора «МагноПрайм® ФИТО» согласно инструкции производителя (ООО «НекстБио», г. Москва). Материалом для выделения служили молодые листья озимого рапса. Для выявления генов устойчивости/восприимчивости озимого рапса к низким температурам использовали SCAR-маркер BoCCA1-2R1, ассоциированный с аллелем *BoCCA1-2* гена *CCA1* [2]. Праймеры были синтезированы ООО «Биолабмикс» (г. Новосибирск) на основании разработанного молекулярного маркера [3] и проведенных исследований [1, 2, 4]. Полимеразную цепную реакцию проводили в микропробирках в 25 мкл реакционной смеси. Использовали готовую 2,5х реакционную смесь для ПЦР, изготовленную ООО «Биолабмикс» (г. Новосибирск). Амплификацию проводили по описанной авторами программе [1] на Trident 960, HealForce (Китай). Для оценки молекулярной массы фрагментов ДНК использовали ДНК-маркер Step50 plus, 1500 п. о. (ООО «Биолабмикс», г. Новосибирск) в 2 %-ном ТАЕ-агарозном геле с помощью окрашивания геля бромистым этидием с

использованием системы визуализации гелей MaXidoc G2 (DAIHAN Scientific, Китай).

Для оценки устойчивости генотипов озимого рапса к низким температурам результатом полевого опыта являлось количество перезимовавших растений, которое варьировало от 25 до 68 шт/м^2. Значения от 2 до 10 растений на 1 м^2 показали образцы из России, Польши, Германии и Украины, что нельзя отнести к оптимальным показателям (30–60 растений на 1 м^2) [5]. В лабораторных условиях нами был использован праймер BoCCA1-2R1 (F: 5'-TGCCTTGAGGCTTTACGGTAGAG-3' / R:5' CAGTTCCGGTCTTTCTAGGATAAGGG-3'). Рапс произошел в результате спонтанного скрещивания сурепицы (n = 10, геном AA) с капустой (n = 9, геном CC) [2]. Последовательность маркера позволила амплифицировать нам фрагменты размером 987 п. о. (устойчивость) и 752 п. о. (восприимчивость) у всех исследуемых образцов.

Используемый нами маркер позволил идентифицировать у сортообразцов озимого рапса общую устойчивость к низким температурам. В полевых условиях за период 2025–2026 гг. удалось выделить сорта российской и зарубежной селекции, не устойчивые к перепадам температур в зимне-весенний период. В связи с этим полевой опыт требует повторной закладки.

Литература

1. Амосова, А.В. Геномные маркеры, ассоциированные с устойчивостью к низким температурам у *Brassica rapa* L. / А. В. Амосова, Т. Е. Саматадзе, Г. В. Мозгова, В. Н. Кипень, А. Г. Дубовская, А. М. Артемьева, О. Ю. Юркевич, С. А. Зощук, В. А. Лемеш, О. В. Муравенко // Молекулярная биология. – 2020. – Т. 54. – № 4. С. – 603–615.

2. Мозгова, Г. В. Генетический полиморфизм рапса (*Brassica napus*) в связи с морозостойкостью / Г. В. Мозгова, Н. Е. Хоружий, А. В. Амосова, Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский, С. Ю. Храмченко, О. В. Муравенко, В. А. Лемеш // Молекулярная и прикладная генетика. – 2019. – Том 26. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/geneticheskiy-polimorfizm-rapsa-brassica-nap us-v-svyazi-s-morozostoykostyu (дата обращения: 15.04.2026);

3. Song, H., Allelic variation in Brassica oleracea CIRCADIAN CLOCK ASSOCIATED 1 (BoCCA1) is associated with freezing tolerance. / H. Song, H. Yi, CT. Han, et al. // Hortic. Environ. Biotechnol. – 2018. – 59 – P. 423–434. – URL: https://doi.org/10.1007/s13580-018-0045-8

4. Лемеш, В. А. Полиморфизм аллелей, ассоциированных с устойчивостью к низким температурам, у представителей семейства *brassicaceae* с широким ареалом распространения / В. А. Лемеш, Г. В. Мозгова, В. Н. Кипень, Л. В. Хотылёва // Молекулярная и прикладная генетика. – 2022. – Т. 32 – 132 с.

– URL: https://cyberleninka.ru/article/n/polimorfizm-alleley-assotsiirovannyh-s-ustoychivostyu-k-nizkim-temperaturam-u-predstaviteley-semeystva-brassicaceae-s-shirokim (дата обращения: 10.04.2026);

5. Технологический регламент по возделыванию озимого рапса. Типовые технологические процессы / Я. Э. Пилюк, Т. Н. Лукашевич, С. Ю. Храмченко, В. М. Белявский, М. В. Ровдо, А. А. Бородько – Жодино, 2018. – 12 с.

ASSESSMENT OF WINTER RAPE OVERWINTERING BY GENOMIC MARKERS ASSOCIATED WITH RESISTANCE AND SUSCEPTIBILITY TO LOW TEMPERATURES

A. S. Loginova, O. A. Ardasheva, K.S. Golokhvast

Rape is the most valuable oil and fodder crop, demanding of climate. This work compares the results of winter rape overwintering in the field experiment with the laboratory experiment (using genomic markers).

УДК 633.853.494«324»:631.51:632.111.6

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПЕРЕЗИМОВКУ РАСТЕНИЙ ОЗИМОГО РАПСА

А. Ч. Скируха, Л. А. Булавин, Д. Н. Володькин, М. А. Белановская, В. Д. Кранцевич

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

На уровень урожайности озимых культур существенное влияние оказывает перезимовка растений, от которой зависит количество продуктивных стеблей на 1 м^2. Поэтому данный показатель относится к основным факторам, определяющим элементы структуры урожайности растений и их продуктивность.

В 2022–2026 гг. изучали влияние способов основной обработки почвы на перезимовку растений озимого рапса и его урожайность. Исследования проводили в Смолевичском районе, Минской области на дерново-подзолистой связносупесчаной почве (содержание гумуса – 2,45–2,67 %, P_2O_5 – 303–314 мг/кг, K_2O – 289–301 мг/кг почвы, pH_{KCl} 5,9–6,3) в стационарном полевом опыте, представляющем собой, развернутый во времени 6-польный плодосменный севооборот *(кукуруза – яровой ячмень – озимый рапс – озимое тритикале + клевер – клевер 1 г.п. – озимая пшеница + редька масличная)*. После уборки предшественника вносили фосфорные и калийные удобрения ($P_{60}K_{120}$) и в соответствии со схемой опыта проводили обработку почвы следующими орудиями: отвальная вспашка – оборотным плугом ПНО-(3+1)-42, без-

отвальная обработка (чизелевание) – АКЧ 4, мелкая обработка (дискование) – дискатором Vaderstad Carrier, посев без основной обработки почвы – комбинированным почвообрабатывающе-посевным агрегатом KUHN Fastliner 3000. Для посева использовали семена озимого рапса сорта Империал. Норма высева 0,7 млн. всхожих семян. После посева озимого рапса применяли гербицид Пронит, КЭ (3,0 л/га), а при появлении всходов для уничтожения падалицы ячменя использовали граминицид Фюзилад Форте, КЭ (0,7 л/га). Для защиты посевов от болезней и снижения высоты растений в период осенней вегетации применяли препараты Тилмор, КЭ (0,7 л/га) + Карамба, ВР (0,4 л/га).

Установлено, что в сложившихся в 2021-2022 гг. погодных условиях в осенне-зимний период при использовании безотвальной и мелкой обработки почвы, а также прямого посева в необработанную почву отмечалась гибель значительной части растений озимого рапса. Так, если при возделывании этой культуры по традиционной отвальной вспашке перезимовка растений составила 59,4 %, то в указанных выше вариантах этот показатель находился в пределах 4,8–7,5 % (таблица).

Таблица – Влияние способов обработки почвы на перезимовку растений озимого рапса, %

Вариант	2022 г.	2023 г.	2026 г.	Среднее за 2023 г., 2026 г.
Отвальная вспашка	59,4	65,1	95,0	80,1
Мелкая обработка почвы	7,5	65,9	95,5	80,7
Безотвальная обработка почвы	4,8	65,1	95,8	80,5
Глубокая безотвальная обработка почвы	6,7	64,8	95,8	80,3
Прямой посев	5,5	63,4	93,5	78,5

Указанная выше закономерность связана с тем, что в 2021 г. за период первая декада июля – первая декада сентября, когда проводилась уборка предшественника, основная, предпосевная обработка почвы, посев озимого рапса, а также отмечалось появление всходов этой культуры, количество атмосферных осадков было в 1,8 раза меньше среднемноголетних значений. Дефицит влаги в почве в этот период не позволил провести качественно минимализацию ее обработки, посев и оказал отрицательное влияние на появление всходов данной мелкосеменной культуры, а также на рост, развитие растений на начальных этапах органогенеза. Это существенно снизило зимостойкость расте-

ний озимого рапса в вариантах с заменой отвальной вспашки, безотвальной, мелкой обработкой, прямым посевом.

В 2022 г. и в 2025 г. при проведении основной, предпосевной обработки почвы и посева озимого рапса не отмечалось дефицита влаги в пахотном горизонте, что позволило подготовить почву к посеву качественно независимо от уровня интенсивности ее обработки. В таких условиях перезимовка растений озимого рапса в большей степени зависела от наличия снежного покрова при наступлении заморозков. В 2023 г. этот показатель под влиянием данного фактора изменялся в пределах 63,4–65,9 %, а в 2026 г. – 93,5–95,8 % в зависимости от способа обработки почвы.

В среднем за 2023 г. и 2026 г. перезимовка растений озимого рапса при возделывании его по отвальной вспашке составила 80,1 %. В вариантах, где эту культуру возделывали по мелкой обработке почвы, данный показатель был равен 80,7 %, безотвальной – 80,5 %, безотвальной глубокой – 80,3 %, т.е. находился на уровне вспашки. При использовании технологии прямого посева в необработанную почву перезимовка растений озимого рапса составила 78,5 %, т.е. была ниже по сравнению со вспашкой на 1,6 %, что составляет в относительном выражении лишь 2,0 % и является несущественным.

Таким образом, перезимовка растений озимого рапса существенно изменяется под влиянием способов основной обработки почвы лишь в том случае, если при проведении этой технологической операции в пахотном горизонте отмечается дефицит влаги, что не позволяет качественно подготовить почву к посеву этой культуры. При достаточном увлажнении почвы уровень интенсивности ее обработки не оказывал существенного влияния на перезимовку растений данной культуры.

INFLUENCE OF TILLAGE METHODS ON WINTER RAPE OVERWINTERING

A.Ch. Skirukha, L.A. Bulavin, D.N. Volodzkin, M.A. Belanovskaya, V.D.Krantsevich

Minimizing basic tillage has a negative impact on winter rape overwintering only with a moisture deficit in the arable horizon during this technological operation, which significantly determines the quality of soil preparation for sowing. With sufficient soil moisture the intensity of tillage has no significant impact on winter rape overwintering.

УДК 633.853.494«321»:631.582:633.1

КОНЦЕНТРАЦИЯ ЯРОВОГО РАПСА В СЕВООБОРОТЕ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПОСЛЕДУЮЩУЮ ЗЕРНОВУЮ КУЛЬТУРУ

А. Ч. Скируха, В. Н. Куцева, Д. Н. Грибанов, С. Г. Шуваева
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Анализ отечественного и мирового опыта показывает, что развитие сельского хозяйства идет по пути научно-обоснованной специализации и концентрации производства как на уровне почвенно-экологических зон, так и на уровне отдельных производителей. На смену многопольным севооборотам универсального назначения приходят узкоспециализированные 3–5-польные. В таких севооборотах насыщение зерновыми культурами может достигать 60-70 %, кормовыми доходить до 100 %. В узкоспециализированных севооборотах изменяются требования к сопутствующим культурам. Одной из основных их функций является определение периода прерывание (период возврата на прежнее место) отдельных культур в системе севооборотов для быстрейшего снятия отрицательных фитосанитарных последствий их выращивания, заключающихся в снижении накопившегося потенциала болезней в почве и растительных остатках [1, 2]. Этот вопрос представляет особую актуальность для крестоцветных культур, таких как озимый и яровой рапс, в связи с их исключительной важностью в белковой сбалансированности кормовых рационов и эффективности выхода животноводческой продукции [3, 4].

К тому же, рапс является благоприятным предшественником и способствует повышению продуктивности культур следующих за ним в севообороте. Не смотря на то, что он требует значительных затрат на удобрения и защиту растений урожайность маслосемян в большинстве хозяйств республики в настоящее время находится на невысоком уровне. Одной из причин этого является несоблюдение технологии возделывания рапса, в том числе и нарушение научно обоснованного размещения его в севообороте [5, 6, 7].

Для решения данной задачи на землях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2020-2025 гг. проводилось изучение продуктивности ярового рапса (сорт Феникс) в зависимости от концентрации и периода возврата их на прежнее место в коротко ротационных 2–4-польных севооборотах. Концентрация ярового рапса колебалась от 25 до 50 %, период возврата составлял 3, 2, 1 год. Схемы вариантов севооборотов: 4-польный – 1– озимая тритикале, 2– яровой

рапс, 3– ячмень, 4– люпин; 3-польный – 1– однолетние травы, 2– яровой рапс, 3– ячмень; 2-польный – 1– яровой рапс; 2– ячмень. Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемая с глубины 50–70 см моренным суглинком: содержание гумуса – 2,56 %, общего азота – 0,108 %, степень насыщенности основаниями – 79,6 %, PH_{KCl} – 6,2, содержание подвижных форм P_2O_5 – 240 и K_2O – 201 мг на 1 кг почвы. Минеральные удобрения по основному фону применяли в следующих дозах: под зерновые колосовые (озимая тритикале, ячмень) – $N_{80}P_{60}K_{90}$, под яровой рапс – $N_{100}P_{60}K_{100}$, под зернобобовые (люпин) – P_{60} K_{90}.

Как показывают результаты исследований за 2020-2025 гг., урожайность ярового рапса в большой степени зависела от концентрации и периода возврата его на прежнее место в севообороте. Так, урожайность маслосемян при возврате через два года по отношению к варианту с периодом возврата через три года в среднем за 6 лет ротации снизилась с 21,5 до 18,9 ц/га (на 12 %), при возврате через 1 год – до 15,1 ц/га (на 30 %).

Причиной снижения урожайности маслосемян ярового рапса в севообороте при высокой его концентрации является поражение растений комплексом болезней: альтернариоз (черная пятнистость), склеротиниоз (белая гниль), фомоз (рак стебля) и др. В наших исследованиях насыщение севооборотов рапсом до 50 % по сравнению с севооборотом, где он занимал 25 %, приводило к увеличению поражения растений белой гнилью от 0,7 до 10,5 %, альтернариозом – от 2,2 до 15,1 %.

Концентрация и частота возврата ярового рапса на прежнее место в севообороте оказывают влияние не только на его урожайность, но и на качество этой культуры как предшественника для последующих зерновых культур. В севообороте, где яровой рапс повторно возвращался на то же место через 3 года, урожайность ячменя, высеваемого после него, в среднем составила 41,3 ц/га, при сокращении периода возврата до двух лет урожайность получена 38,1 ц/га или на 9,2 % ниже, а при возврате через 1 год – 35,3 ц/га, что ниже на 14,5 %. Основной причиной снижения урожайности зерна является ухудшение ярового рапса как предшественника вследствие увеличения развития болезней и распространения сорняков, что сказывалось на последующей культуре.

Яровой рапс при оптимальном режиме использования в севооборотах (25 % в севообороте, возврат через три года) обеспечивал урожайность последующего ячменя на уровне других оптимальных предшественников (пропашных, зернобобовых). В наших исследованиях выявлено, что наиболее высокий сбор зерна ячмень обеспечил после кле-

вера одногодичного использования 43,8 ц/га. Яровой рапс по влиянию на урожай ячменя оказался на одном уровне с картофелем, люпином, однолетними травами и клеверо-тимофеечной смесью 2 г. п., обеспечив 41,3 ц/га.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что возвращать яровой рапс на прежнее место в севообороте следует не ранее, чем через три года. При более частом возврате имеет место увеличение развития болезней и рост засоренности, что в итоге сказывается на сборе маслосемян рапса и снижении положительного влияния его как предшественника для последующих зерновых культур.

Литература

1. Новоселов, Ю. К. Технологические основы возделывания ярового рапса в Нечерноземной зоне / Ю. К. Новоселов [и др.] // Земледелие. – 2009. − № 2. – С. 27–29.

2. Сатубалдин, К. К. Фитосанитарная роль рапса в севообороте / К. К. Сатубалдин // Защита и карантин растений. 2004. – № 9. – С. 48−49.

3. Ващенко, В. Ф. Адаптивность ярового рапса / В. Ф. Ващенко // Зерновое хозяйство. − 2004. − № 5. − С. 26−27.

4. Липатов, В. И. Высокие урожаи ярового рапса ежегодно / В. И. Липатов, В. М. Василькин // Кормопроизводство. − 1993. −№ 3. − С. 27−28.

5. Скируха, А. Ч. Концентрация ярового рапса в севообороте в условиях Беларуси / А. Ч. Скируха, В. Н. Куцева // Научные основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Харьков, 25−26 окт. 2018 г. / Харьков, 2018. − С.246−248.

6. Скакун, А. С. Рапс – культура масличная / А. С. Скакун, И. В. Бурда, Д. Брауэр. – Минск : Ураджай, 1994. – С 3–4.

7. Куцева, В. Н. Урожайность и эффективность возделывания ярового рапса в зависимости от насыщения им зернового севооборота / В. Н. Куцева, А. Ч. Скируха и [др.] // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр.; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – Вып. 56. – С. 4–11.

SPRING RAPE CONCENTRATION IN CROP ROTATION AND ITS IMPACT ON THE SUBSEQUENT CEREAL CROP

A.Ch. Skirukha, V.N. Kuntseva, D.N. Gribanov, S.G. Shuvaeva

The results of the conducted studies show that spring rape yield depended to a greater extent on its concentration in the crop rotation and the period of its return. Oil seed yield of this crop decreased by 12% on average over six years of rotation with the return after two years compared to the option with the period of return after three years, and by 30% with the return after one year. With a more frequent return of spring rape to its previous place in the rotation the increase of diseases and weed

infestation were noted. As a result, that contributed to the reduction of its beneficial effect as a precursor crop for the subsequent cereal crop.

УДК 64.011.4.630*232.322.45:633.853.494

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОГО РАПСА

В. А. Сатишур, А. А. Счастная
РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси», e-mail: satischurviktor@mail.ru

Полевой опыт по применению микробиологических удобрений при возделывании озимого рапса (*сорт Николай*) проведен в 2024–2025 гг. на дерново-подзолистой суглинистой почве на территории РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси». Посев озимого рапса проводился с помощью комбинированного посевного агрегата «Lemken». Срок посева: 19 августа 2024. Норма высева семян: 5,3 кг/га. Микробиологические удобрения (*Экобактер терра, Ж* и *Гордебак, Ж*) вносились весной в виде некорневой подкормки в стадию стеблевания озимого рапса в дозах: 0,5 л/га; 1,0 л/га; 1,5 л/га и 2,0 л/га (расход рабочей жидкости – 300 л/га).

За счет почвенного плодородия дерново-подзолистой суглинистой почвы получено содержание сырого жира в семенах озимого рапса на уровне 29,74 % (таблица 1). Внесение минеральных $N_{150}P_{40}K_{120}$ и совместное применение минеральных и микробиологических удобрений способствовало увеличению содержание сырого жира в семенах озимого рапса на 15,29–16,87 %.

За счет почвенного плодородия дерново-подзолистой суглинистой почвы сформирована урожайность семян озимого рапса на уровне 8,9 ц/га (таблица 2). Внесение минеральных удобрений $N_{150}P_{40}K_{120}$ увеличивало урожайность семян озимого рапса на 21,10 ц/га.

Применение в стадию стеблевания озимого рапса биологического препарата *Гордебак* в дозе 2,0 л/га повышало урожайность семян на 4,10 ц/га (на 13,6 %). Внесение *Экобактер Терра* в дозе 2,0 л/га достоверно увеличивало урожайность семян озимого рапса на 4,10 ц/га (на 13,6 %).

Применение в стадии стеблевания озимого рапса микробиологического удобрения *Гордебак* в дозе 2,0 л/га увеличивало массу 1000 семян на 1,66 г (на 36,7 %). Использование *Экобактер Терра* в дозе 2,0 л/га достоверно повышало массу 1000 семян рапса на 1,62 г (на 35,8 %).

Таблица 1 – Влияние микробиологических удобрений на качество семян озимого рапса

Вариант	Содержание сырого жира, %	Прибавка	
		к контр., %	к фону, %
1.Контроль	29,74	-	
2.$N_{150}P_{40}K_{120}$ – фон	45,03	15,29	-
3.Фон + *Экобактер терра*, 0,5 л/га	45,46	15,72	0,43
4.Фон + *Экобактер терра*, 1,0 л/га	45,97	16,23	0,94
5.Фон + *Экобактер терра*, 1,5 л/га	46,38	16,64	1,35
6.Фон + *Экобактер терра*, 2,0 л/га	46,42	16,68	1,39
7.Фон + *Гордебак*, 0,5 л/га	45,49	15,75	0,46
8.Фон + *Гордебак*, 1,0 л/га	45,96	16,22	0,93
9.Фон + *Гордебак*, 1,5 л/га	46,25	16,51	1,22
10.Фон + *Гордебак*, 2,0 л/га	46,61	16,87	1,58

Таблица 2 – Влияние микробиологических удобрений на урожайность семян озимого рапса

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		к контр., ц/га	к фону, ц/га
1.Контроль	8,90	-	
2.$N_{150}P_{40}K_{120}$ – фон	30,00	21,10	-
3.Фон + *Экобактер терра*, 0,5 л/га	31,70	22,80	1,70
4.Фон + *Экобактер терра*, 1,0 л/га	32,12	23,22	2,12
5.Фон + *Экобактер терра*, 1,5 л/га	33,00	24,10	3,00
6.Фон + *Экобактер терра*, 2,0 л/га	34,10	25,20	4,10
7.Фон + *Гордебак*, 0,5 л/га	30,70	21,80	0,70
8.Фон + *Гордебак*, 1,0 л/га	31,90	23,00	1,90
9.Фон + *Гордебак*, 1,5 л/га	33,00	24,10	3,00
10.Фон + *Гордебак*, 2,0 л/га	34,10	25,20	4,10
$НСР_{05}$	1,10		

Таким образом, применение микробиологических удобрений в посевах озимого рапса в условиях северо-востока Беларуси способствует высокой биологической и хозяйственной эффективности. Превышение содержания сырого жира в семенах по сравнению с вариантом без применения микробиологических удобрений составляло 0,43–1,58 %. Максимальная урожайность семян 34,10 ц/га получена при применении *Экобактер терра, Ж и Гордебак, Ж* с нормами 2,0 л/га. Увеличение

урожайности семян озимого рапса происходило за счет повышения массы 1000 семян на 0,45–1,66 г.

Таблица 3 – Влияние микробиологических удобрений на массу 1000 семян озимого рапса

Вариант	Масса 1000 семян, г	Прибавка	
		к контр., г	к фону, г
1.Контроль	3,98	-	
2.$N_{150}P_{40}K_{120}$ – фон	4,52	0,54	-
3.Фон + *Экобактер терра*, 0,5 л/га	4,97	0,99	0,45
4.Фон + *Экобактер терра*, 1,0 л/га	5,61	1,63	1,09
5.Фон + *Экобактер терра*, 1,5 л/га	5,89	1,91	1,37
6.Фон + *Экобактер терра*, 2,0 л/га	6,14	2,16	1,62
7.Фон + *Гордебак*, 0,5 л/га	5,40	1,42	0,88
8.Фон + *Гордебак*, 1,0 л/га	5,68	1,70	1,16
9.Фон + *Гордебак*, 1,5 л/га	5,93	1,95	1,41
10.Фон + *Гордебак*, 2,0 л/га	6,18	2,20	1,66
$НСР_{05}$	0,25		

Литература

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

BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF USING MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS IN WINTER RAPE CULTIVATION

V. A. Satishur, A. A. Schastnaya

The research on the microbiological fertilizers applied to winter rape was conducted under the conditions of the north-east of Belarus. Based on the obtained data it was noted that the crude fat content in seeds increased by 0.43–1.58% in comparison with the option without microbiological fertilizers. The maximum seed yield of 34.10 c/ha was obtained with Ecobacter Terra, L and Gordebac, L applied at a rate of 2.0 l/ha. The high 1000-seed weight of 4.97–6.17 g, which is 0.45–1.66 g higher than in the option without microbiological fertilizers, contributes to the increase of winter rape seed yield.

УДК 631.895:631.559:633.853.494(476)

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ АМИНОГРАИН НА УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОГО РАПСА

Ф. Ф. Седляр
УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь, e-mail: ggau@ggau.by

Резервом повышения продуктивности озимого рапса на дерново-подзолистых почвах является использование новых форм микроудобрений [1]. Органоминеральное удобрение Аминограин обеспечивает сопротивляемость сельскохозяйственных культур до и после неблагоприятных условий (засуха, град, легкие внезапные заморозки, нагрузка пестицидных обработок), стимулирует рост и развитие растений, повышает урожайность и качество продукции. Аминокислоты принимают участие в большинстве метаболических процессов, являются важнейшими транспортными агентами, входят в состав белков и ферментов, регулируют фотосинтез, транспирацию и осмотические процессы, незаменимы для качественного опыления и завязи плодов [2].

Состав удобрения Аминограин (Испания): свободные аминокислоты растительного происхождения 8 % (аспарагин, глутамин, аланин, лизин, метионин, аргинин, пролин, фенилаланил, серин, глицин, тирозин, гидроксипролин, треонин, гистидин, валин, изолейцин); азот органический – 2,5 %, аммиачный – 2,5 %; микроэлементы Fe – 0,1 %, Zn – 0,3 %, Cu – 0,1 %, Mn – 0,45 %, Mo – 0,02 %, B – 0,1 %.

Целью наших исследований являлось определение наиболее оптимальных доз органоминерального удобрения Аминограин, обеспечивающих формирование максимальной урожайности маслосемян озимого рапса.

Исследования по изучению влияния доз внесения органоминерального удобрения Аминограин на элементы структуры урожая и урожайность маслосемян озимого рапса в 2024–2025 гг. были проведены в почвенно-климатических условиях УО СПК «Путришки» Гродненского района. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 0,7–1,0 м моренным суглинком. Агрохимические показатели почвы следующие: pH_{KCl} – 6,0–6,4, содержание P_2O_5 – 211–232, K_2O – 278–293, S – 4,5–5,0, B – 0,40–0,41, Cu – 1,3, Zn – 2,4, Mn – 1,3 мг/кг почвы, гумуса – 2,32–2,45 %. Для посева использовали гибрид озимого рапса НК Текник (Syngenta). Норма высева

0,6 млн всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянки – 20 м^2, общая площадь делянки – 36 м^2, повторность трехкратная. Способ посева – рядовой с шириной междурядий 12,5 см. Предшественник – яровой ячмень. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа в изложении Б. А. Доспехова. Органоминеральное удобрение Аминограин вносили в начале фазы бутонизации озимого рапса.

Исследованиями по изучению влияния доз внесения органоминерального удобрения Аминограин на элементы структуры урожая озимого рапса установлено, что в 2024 г. оно способствовало увеличению количества стручков на 1 растении, семян в стручке, массы 1000 семян и массы семян с 1 растения (таблица 1).

Таблица 1 – Элементы структуры урожая озимого рапса в зависимости от доз внесения органоминерального удобрения Аминограин

Вариант	Количество			Масса семян, г	
	растений, шт/м^2	стручков, раст./шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 раст.
2024 г.					
Контроль – фон ($N_{30}P_{70}K_{120}$+N_{120} + N_{80})	45	97	19,8	3,01	5,8
Фон + Аминограин 0,75 л/га	44	96	20,5	3,05	6,0
Фон + Аминограин 1,0 л/га	42	102	20,9	3,03	6,4
Фон + Аминограин 1,25 л/га	41	101	22,3	3,14	7,1
Фон + Аминограин 1,5 л/га	42	100	22,4	3,11	7,0
2025 г.					
Контроль – фон ($N_{30}P_{70}K_{120}$+N_{120} + N_{80})	37	139	23,8	3,43	11,3
Фон + Аминограин 0,75 л/га	36	140	24,2	3,45	10,8
Фон + Аминограин 1,0 л/га	36	138	25,1	3,39	11,2
Фон + Аминограин 1,25 л/га	33	145	27,5	3,47	12,7
Фон + Аминограин 1,5 л/га	33	146	27,0	3,49	12,3

В вариантах с внесением удобрения Аминограин в дозах 1,25–1,50 л/га количество стручков на растении увеличивалось до 100–101 шт., что на 3–4 стручка больше, чем в контроле. Количество семян в стручке составило 22,3–22,4 шт., масса 1000 семян – 3,03–3,14 г, масса семян с 1 растения – 6,4–7,1 г или на 2,5–2,6 шт., 0,10–0,13 г и 0,6–1,2 г соответственно больше, чем в контрольном варианте.

В 2025 г. количество стручков на растении с внесением Аминограин в дозах 1,25 и 1,50 л/га увеличивалось до 145–146 шт., количество семян в стручке – до 27,5–27,0 шт., масса 1000 семян – до 3,47–3,49 г, масса семян с 1 растения достигла 12,7–12,33 г.

Анализируя элементы структуры урожая за 2025 г., необходимо отметить, что в этом году количество растений на 1 $м^2$ составило 33–37 шт. или на 8–9 шт. меньше, чем в 2024 г. Причина – дефицит атмосферных осадков в осенний период после посева озимого рапса. Количество стручков на 1 растении в 2025 г. было больше, чем в 2024 г. на 42–46 шт., количество семян в стручке – на 4,0–4,6 шт., масса 1000 семян – на 0,42–0,38 г, масса семян с 1 растения – на 5,5–5,6 г.

Урожайность маслосемян озимого рапса в 2024 г. при внесении органоминерального удобрения Аминограин в дозе 1,25 л/га составила 27,8 ц/га (таблица 2). При увеличении дозы до 1,5 л/га достоверная прибавка урожайности маслосемян озимого рапса была на уровне 3,1 ц/га. В 2025 г. урожайность маслосемян озимого рапса в вариантах с внесением Аминограин в дозах 1,25–1,5 л/га составила 42,7–43,1 ц/га, что на 3,3–3,7 ц/га выше контроля. В целом, в 2025 г. этот показатель был выше, чем в 2024 г., на 14,0–15,3 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность маслосемян озимого рапса в зависимости от доз внесения органоминерального удобрения Аминограин, ц/га

Вариант	2024 г.	2025 г.	Среднее	Прибавка к контролю	
				ц/га	%
Контроль – фон ($N_{30}P_{70}K_{120}+N_{120}+N_{80}$)	25,1	39,4	32,3	-	-
Фон + Аминограин 0,75 л/га	25,5	39,6	32,6	0,3	0,9
Фон + Аминограин 1,0 л/га	25,9	39,9	32,9	0,6	1,9
Фон + Аминограин 1,25 л/га	27,8	43,1	35,5	3,2	9,9
Фон + Аминограин 1,5 л/га	28,2	42,7	35,5	3,2	9,9
$НСР_{05}$	1,9	1,5			

Исследованиями установлено, что в среднем за два года оптимальным оказалось внесение Аминограина в дозе 1,25 л/га, обеспечившего урожайность маслосемян озимого рапса 35,5 ц/га. Прибавка к контролю при этом составила 3,2 ц/га или 9,9 %.

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napus oleifera* Metzg.) в Беларуси : дис. … доктора с.-х. наук : 06.01.05, 06.01.09 / Пилюк Ядвига Эдвардовна, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2021. – 80 с.

2. Федулов, Ю.П. Влияние аминокислот на растения озимой пшеницы / Ю. П. Федулов, М. Ю. Лищеновский, Ю. В. Подушин // Тр. Кубанского ГАУ. – Краснодар : Куб ГАУ, 2016. – № 58. – С. 171–179.

EFFECT OF ORGANOMINERAL FERTILIZER AMINOGRAIN ON WINTER RAPE OIL SEEDS YIELD

F. F. Sedlyar

The effect of the organomineral fertilizer Aminograin on the yield structure of winter rape was studied. When applied in a dose of 1.25 l/ha at the early budding stage, Aminograin increased the 1000-grain weight by 0.04–0.13 g, the number of pods per plant by 4–6 pods, the seed weight per plant by 1.3–1.4 g. On average, over two years of research, the optimal option turned out to be the one with the application of the organomineral fertilizer Aminograin in a dose of 1.25 l/ha, which provided the oil seed yield of 35.5 c/ha, the increase of 3.2 c/ha or 9.9 % to the standard.

УДК 632.951:633.853.494«324»

ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНСЕКТИЦИДОВ НА ОЗИМОМ РАПСЕ

В. И. Булацкая[1], М. С. Козлова[2], С. Н. Козлов[1], Е. И. Коготько[1]

[1]УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,

[2]ГУО «Средняя школа № 3 г. Горки»

e-mail: s.n.kozlow@gmail.com

Энтомофауна агроценозов рапса включает около 50 видов вредителей, которые могут вызывать потери урожая до 30–40 %. Одними из самых вредоносных видов в условиях республики являются рапсовый цветоед, стеблевой капустный, большой рапсовый и семенной скрытнохоботники, стручковый капустный комарик. В отдельные годы серьезный урон посевам рапса наносят виды чешуекрылых, рапсовый пилильщик, капустная тля, крестоцветные блошки и минеры. Как показали наблюдения, аномально теплая и засушливая осень последних лет вносит определенные коррективы в устоявшиеся комплексы фитофагов. Например, в сентябре 2024 г. на учетных площадках опытного

поля Белорусской государственной сельскохозяйственной академии высокой плотности достигла персиковая тля. Ее численность превышала 100 особей/растение при 95 % заселении растений (не считая краевую полосу). С учетом большого видового разнообразия вредителей и практически гарантированного снижения продуктивности посевов рапса при отсутствии обоснованной антирезистентной программы, несомненно, важным звеном построения инсектицидной программы является выбор инсектицидов с различным механизмом и спектром действия [1–4].

Цель исследований – установить хозяйственную эффективность инсектицидов на озимом рапсе.

Полевой опыт проводился на базе опытного поля «Тушково» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в вегетационном периоде 2023–2024 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Почва характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса – 1,97 %, P_2O_5 – 197 мг/кг, K_2O – 204 мг/кг, pH_{KCl} – 5,97. Посев гибрида Экслевел (3,5 кг/га) был проведен 14 августа 2023 г. Предшественником являлась озимая пшеница. Общий фон удобрений – $N_{243}P_{60}K_{90}S_{72}$. Уход включал в себя некорневые подкормки макро- и микроудобрениями: Нутривант Универсал 18:18:18, 1,0 кг/га + Яра Вита Битрел, 1,0 кг/га (ВВСН 13); Эколист Моно Бор, 1,0 л/га (ВВСН 16–18); Монофосфат калия, 2,0 кг/га + Яра Вита Брасситрел, 1,0 кг/га (ВВСН 23); Нутривант Универсал 18:18:18, 2,0 кг/га + Сульфат магния, 0,5 кг/га + Яра Вита Битрел, 3,0 кг/га (ВВСН 33); Нутривант Универсал 18:18:18, 1,0 кг/га + Яра Вита Битрел, 1,0 кг/га + Икар NB 7-17+0,7 Mo, 0,5 л/га (ВВСН 51–53). Фоновые обработки пестицидами: семена протравлены Модесто Плюс, КС; Бутизан Дуо, КЭ (2,0 л/га) + Калиф, КЭ (0,15 л/га) (ВВСН 00); Децис Эксперт, КЭ (0,1 л/га) + Химера, КЭ (0,8 л/га) (ВВСН 13); двукратно Тилмор, КЭ (0,9 л/га) (ВВСН 14–16 и ВВСН 33) – 06.09.2023 и 10.04.2024; Пропульс, СЭ (1,0 л/га) (ВВСН 65) – 21.05.2024 (ВВСН 65). В варианте с весенне-летним внесением инсектицидов применяли Сиванто Энерджи, КЭ (0,6 л/га) (ВВСН 31, 1.04. 2024); Протеус, МД (0,75 л/га) (ВВСН 33, 10.04.2024), Децис Эксперт, КЭ (0,1 л/га) (ВВСН 51–53, 24.04.2024), Биская, МД (0,3 л/га) (ВВСН 65, 21.05.2024) и Протеус, МД (0,75 л/га) (ВВСН 71, 5.06.24). Исследования проводились по общепринятой методике [5].

Биологическая урожайность озимого рапса в варианте без весенне-летнего применения инсектицидов составила 21,2 ц/га (таблица).

Таблица – Влияние инсектицидов на урожайность озимого рапса

Показатель	Контроль	Применение инсектицидов
Высеяно всхожих семян, шт/м^2	62,0	
Взошло семян, шт/м^2	55,0	
Полевая всхожесть, %	88,7	
Растений, сохранившихся к весне, шт/м^2	34,0	
Растений, сохранившихся к уборке, шт/м^2	29,5	32,0
Сохраняемость, % к числу взошедших растений	53,6	58,2
Количество стручков на растении, шт.	141	197
Количество семян в стручке, шт.	15,0	18,3
Масса 1000 семян, г	3,40	3,58
Биологическая продуктивность, ц/га	21,2	41,3
Прибавка биологической продуктивности, ц/га	-	20,1

Несмотря на одинаковые параметры посевов в осенний период по вариантам (из 62,0 шт/м^2 высеянных всхожих семян взошло 55,0 шт/м^2, или 88,7 %, из них перезимовало 34,0 шт/м^2), в контроле к уборке сохранилось меньше растений (на 2,5 шт/м^2). На растении в среднем насчитывался 141 плод, обсемененность стручков была на уровне 15 шт., а масса 1000 семян составила в среднем 3,40 г.

Защита культуры от стеблевых скрытнохоботников, рапсового цветоеда, семенного скрытнохоботника, стручкового комарика позволила повысить продуктивность озимого рапса на 20,1 ц/га при $НСР_{05}$ 1,96 ц/га. Данный рост урожайности был обусловлен увеличением сохранившихся к уборке растений (на 2,5 шт/м^2), повышением количества стручков на растении (на 56 шт.), количества семян (на 3,3 шт.) и массы 1000 семян (на 0,18 г).

Таким образом, внесение инсектицидов Сиванто Энерджи (начало стеблевания), Протеус (стеблевание), Децис Эксперт (конец бутонизации), Биская (цветение), Протеус (зеленый стручок) привело к росту сохранившихся к уборке растений с 29,5 до 32,0 шт/м^2, количества плодов на растении с 141 до 197 шт., обсемененности стручков с 15,0 до 18,3 шт. и массы 1000 семян с 3,40 до 3,58 г, что в итоге повысило биологическую продуктивность озимого рапса на 20,1 ц/га.

Литература

1. Государственный реестр средств защиты растений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / авт.-сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2023. – 803 с.

2. Кажарский, В.Р. Вайего: навстречу антирезистентной стратегии контроля вредителей рапса / В. Р. Кажарский, Е. И. Коготько // Рапс: профессиональный подход от посева до уборки (2-е издание). – 2023. – С. 146–153.

3. Кажарский, В. Р. Эффективность элементов комплексной программы защиты озимого рапса компании «Август» в условиях северо-востока Беларуси / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, Ю. В. Коготько // Белорусское сельское хозяйство. – 2023. – № 11. – С. 127–130.

4. Коготько, Е. И. Персиковая тля на озимом рапсе / Е. И. Коготько, В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов // Белорусское сельское хозяйство. – 2024. – № 10. – С. 126–127.

5. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. А. А. Запрудского, С. В. Бойко. – Минск: Колоград, 2024. – 620 с.

CULTIVATED EFFICIENCY OF INSECTICIDES IN WINTER RAPE

V. I. Bulatskaya, M. S. Kozlova, S. N. Kozlov, E. I. Kogotko

The application of the insecticides Sivanto Energy (beginning of stem formation), Proteus (stem formation), Decis Expert (end of bud formation), Biscaya (flowering), Proteus (green pod) resulted in the increase of the number of plants surviving for harvesting from 29.5 to 32.0 pcs/m^2, the number of fruits per plant from 141 to 197 pcs, the seed content of pods from 15.0 to 18.3 pcs and the 1000-grain from 3.40 to 3.58 g, which finally increased the biological productivity of winter rape by 2.01 t/ha.

УДК 633.853.494«321»:632. 951

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНСЕКТИЦИДА КАЛИНА, КС ПРОТИВ РАПСОВОГО ЦВЕТОЕДА В ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА

И. В. Богомолова, А. А. Запрудский, С. А. Гайдарова, А. М. Яковенко, Д. В. Агейко

РУП «Институт защиты растений», Минская область, аг. Прилуки, Республика Беларусь, e-mail: korm.yakavenko@yandex.by

Стабильное получение высоких урожаев ярового рапса невозможно без эффективной защиты от вредителей. Рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.) является одним из самых распространенных и опасных спе-

циализированных фитофагов крестоцветных культур. Отсутствие эффективной защиты против данного вида может привести к значительным потерям урожая и ухудшению его качества [1]. Решение этой фитосанитарной проблемы осложнено тем, что многолетнее и интенсивное использование в защите рапса инсектицидов из группы пиретроидов способствовало возникновению устойчивости у рапсового цветоеда, вследствие чего биологическая эффективность препаратов снижается. В связи с этим требуется постоянное совершенствование комплекса защитных мероприятий, при проведении которых для уменьшения риска возникновения резистентности рекомендуется чередование обработок инсектицидами с различными действующими веществами и механизмом действия [2]. При необходимости повторной обработки ближе к концу бутонизации предпочтительнее использовать препараты с менее высоким классом опасности для полезных насекомых. Тиаклоприд, относящийся к неоникотиноидам, считается малоопасным для полезной энтомофауны, включая опылителей растений (3-й класс опасности для пчел) [4].

С целью расширения ассортимента инсектицидов для защиты ярового рапса от рапсового цветоеда нами были проведены исследования по изучению влияния препарата Калина, КС (тиаклоприд, 480 г/л) на численность фитофага и урожайность культуры.

Оценку эффективности препарата проводили в 2022–2023 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах ярового рапса сорта Верас. Агротехника возделывания культуры – общепринятая для Республики Беларусь. Закладку опытов и учеты осуществляли в соответствии с методическими указаниями [3]. Полученные экспериментальные данные обработаны с помощью программы Microsoft Excel.

Гидротермические условия вегетационного периода 2022 г. характеризовались неравномерным распределением тепла и влаги, но в целом были благоприятными для развития рапсового цветоеда, численность которого достигла пороговой величины (ЭПВ – 3–5 ос./растение) в начале первой декады июля в период бутонизации культуры (ВВСН 51). Первая инсектицидная обработка была проведена 04.07.2022 г. при численности имаго вредителя 3,0–3,5 ос./растение. На третий день после проведения первой обработки в варианте с применением инсектицида Пондус, КС (эталон) при норме расхода 0,1 л/га численность вредителя снижалась на 85,9 %, при норме 0,15 л/га – на 87,2 %, препарата Калина, КС в тех же нормах – на 82,1 и 88,5 % соответственно. Дальнейшее заселение посевов культуры рапсовым цве-

тоедом привело к снижению биологической эффективности препаратов на седьмой день после обработки по всем вариантам опыта до 39,3–49,2 %. В связи с этим было принято решение о повторном применении инсектицидов. На третий день после второй обработки биологическая эффективность препаратов была на уровне показателей, полученных после проведения первой, а на седьмой день увеличилась до 88,6–93,7 % в эталонных и до 84,0–90,9 % – в опытных вариантах. В результате двукратного применения инсектицидов против рапсового цветоеда в посевах ярового рапса величина сохраненного урожая в вариантах с препаратом Пондус, КС при норме расхода 0,1 и 0,15 л/га составила 1,8 ц/га (11,9 %) и 2,4 ц/га (15,9 %), с инсектицидом Калина, КС в тех же нормах – 1,9 ц/га (12,6 %) и 2,1 ц/га (13,9 %) соответственно.

Вегетационный период 2023 г. характеризовался, как и в предыдущем году, благоприятными погодными условиями для развития рапсового цветоеда. Пороговая численность имаго вредителя (ЭПВ – 3–5 ос./растение) была достигнута во второй декаде июня в период начала бутонизации культуры (ВВСН 50). Перед применением инсектицидов (22.06.2023) численность жуков составила 4,9–5,1 ос./растение. На третий день после обработки биологическая эффективность эталонного и изучаемого препаратов была на уровне 84,9–92,5 % с несущественными различиями между вариантами. Однако в дальнейшем сухая и жаркая погода способствовала повторному заселению посевов, в результате чего на пятый день после обработки эффективность препаратов во всех вариантах опыта снизилась до 59,8–63,4 %, что вызвало необходимость проведения повторной обработки. Биологическая эффективность препаратов Калина, КС и Пондус, КС была на одном уровне. На третий день после обработки численность жуков в эталонных вариантах снижалась на 88,2–92,2 %, в исследуемых – на 90,2–94,1 %, на седьмой – на 87,8–90,2 и 85,4–92,7 %, на десятый день – на 81,6–84,2 и 81,6–86,8 %. Двукратная обработка инсектицидами против рапсового цветоеда в посевах ярового рапса способствовала сохранению 1,1 ц/га (12,6 %) и 1,2 ц/га (13,8 %) (Пондус, КС – 0,1 и 0,15 л/га) и 1,1 ц/га (12,6 %) и 1,3 ц/га (14,9 %) (Калина, КС – 0,1 и 0,15 л/га) урожая семян.

Таким образом, в результате двухлетних исследований (2022–2023 гг.) по оценке эффективности инсектицидов против рапсового цветоеда в посевах ярового рапса установлена высокая инсектицидная активность препарата Калина, КС при незначительных различиях показателей между эталонными и опытными вариантами. По данным

проведенных наблюдений, при двукратном применении инсектицида Калина, КС (0,1 и 0,15 л/га) в 2022 г. численность вредителя снизилась на 83,6–90,0 %, в эталонных вариантах Пондус, КС (0,1 и 0,15 л/га) – на 81,3–93,7 %. В 2023 г. эти показатели составили 81,6–94,1 % и 81,6–92,2 % соответственно. Снижение вредоносности фитофага в годы исследований при применении инсектицида Калина, КС способствовало сохранению 12,6–14,9 % урожая семян ярового рапса.

На основании результатов исследований инсектицид Калина, КС (0,1–0,15 л/га) внесен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты ярового рапса от рапсового цветоеда.

Литература

1. Защита озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков / С. В. Сорока [и др.]. – Приложение к журналу «Земледелие и защита растений» № 2, 2020. – 44 с.

2. Коваленков, В. Г. Резистентность рапсового цветоеда как показатель перестройки генетической структуры популяций вредных видов под влиянием инсектицидов / В. Г. Коваленков, Н. М. Тюрина, Л. И. Павлова // Агрохимия. – 2018. – № 5. – С. 54–62.

3. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / НАН Беларуси, науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. А. А. Запрудского, С. В. Бойко. – Минск : Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2024. – 619 с.

4. Тиаклоприд. – URL: https: // www.pesticidy.ru/active_substance/thiacloprid (дата доступа: 22.04.2026).

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF THE INSECTICIDE KALINA, SC AGAINST RAPE BLOSSOM BEETLE IN SPRING RAPE

I.V. Bogomolova, A.A. Zaprudsky, S.A. Gaidarova, A.M. Yakovenko, D.V. Ageyko

The impact of the insecticide Kalina, SC (thiacloprid, 480 g/l) on the rape blossom beetle population and spring rape yield was studied. With the use of the insecticide the reduction of the phytophage harmfulness contributed to saving 1.1–2.1 c/ha of oilseeds.

УДК 633.853.494«324»:632.951

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ИНСЕКТИЦИДНОЙ ПРОГРАММЫ НА ОЗИМОМ РАПСЕ

М. С. Козлова[1], В. И. Булацкая[2], С. Н. Козлов[2], Е. И. Коготько[2]
[1]ГУО «Средняя школа № 3 г. Горки»
[2]УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: s.n.kozlow@gmail.com

Химическая защита озимого рапса от комплекса вредителей представляет собой насыщенную программу, которая в зависимости от производственных и агроклиматических особенностей сезона насчитывает 3–5 и более обработок инсектицидами. Скрытнохоботники, мухи, тли, крестоцветные блошки, белянки, совки, капустная моль, рапсовый цветоед, рапсовый пилильщик, стручковый комарик и др. виды ежегодно встречаются в посевах крестоцветных культур, в том числе и озимого рапса. Появление вредных объектов на посевах озимого рапса, соответственно, и в период проведения защитных мероприятий рассредоточен по периоду вегетации культуры ввиду разных биологических особенностей вредителей и большого числа поколений, которое у чешуекрылых, например, достигает 3–6, а у тлей – до 6–10 генераций. При этом, если чешуекрылые вредители, рапсовый пилильщик, капустная тля наносят существенный вред в отдельные годы, то жесткокрылые виды (крестоцветные блошки, скрытнохоботники и рапсовый цветоед) оказывают отрицательное воздействие ежегодно [1, 2]. В этих условиях для предприятий с высокой концентрацией производства рапса особое значение приобретает антирезистентная стратегия применения инсектицидов. С учетом большого количества и разнообразия инсектицидов, доступных для сельскохозяйственных производителей [3], использование антирезистентной стратегии в настоящее время является достаточно доступным инструментом, с одной стороны, для эффективного применения средств защиты растений, а с другой – для предотвращения появления устойчивых рас вредителей.

Цель исследований – установить биологическую эффективность инсектицидов на озимом рапсе.

Полевой опыт проводился на базе опытного поля «Тушково» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в вегетационном периоде 2023–2024 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Почва характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса – 1,97 %, P_2O_5 – 197 мг/кг, K_2O – 204 мг/кг, pH_{KCl} –

5,97. Посев гибрида Экслевел (3,5 кг/га) был проведен 14 августа 2023 г. Предшественником являлась озимая пшеница. Общий фон удобрений – $N_{243}P_{60}K_{90}S_{72}$. Уход включал в себя некорневые подкормки макро- и микроудобрениями. Применяемые пестициды: семена протравлены Модесто Плюс, КС производителем; Бутизан Дуо, КЭ, 2,0 л/га + Калиф, КЭ, 0,15 л/га (ВВСН 00); Децис Эксперт, КЭ, 0,1 л/га + Химера, КЭ, 0,8 л/га (ВВСН 13); Тилмор, КЭ, 0,9 л/га (ВВСН 14–16) – 06.09.2023; Сиванто Энерджи, КЭ, 0,6 л/га (ВВСН 31); Протеус, МД, 0,75 л/га (ВВСН 33); Децис Эксперт, КЭ, 0,1 л/га (ВВСН 51–53); Биская, МД, 0,3 л/га (ВВСН 65); Протеус, МД, 0,75 л/га (ВВСН 71). Норма расхода рабочей жидкости – 300–400 л/га. Исследования проводились по общепринятой методике [4].

В борьбе с большим стеблевым скрытнохоботником Сиванто Энержди, КЭ на 3-й день после внесения показал эффективность 82,2 %. На 7-й день эффективность препарата составила 78,7 %, а на 10-й – 76,2% (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с имаго стеблевых скрытнохоботников

Вариант	Число имаго на 25 растений, шт.				Снижение численности относительно контроля после обработки по дням учетов, %		
	перед обработкой	после обработки по дням учетов					
		3-й	7-й	10-й	3-й	7-й	10-й
Большой стеблевой скрытнохоботник							
Контроль	6,3	10,7	9,4	2,1	–	–	–
Сиванто Энерджи, 0,6 л/га (01.04.24)	6,3	1,9	2,1	0,5	82,2	78,7	76,2
Капустный стеблевой скрытнохоботник							
Контроль	5,7	15,8	13,3	4,1	–	–	–
Сиванто Энерджи, 0,6 л/га (01.04.24); Протеус, 0,75 л/га (10.04.24)	5,7	0,2	3,9	1,7	98,7	70,7	58,5

Протеус, МД (0,75 л/га), внесенный в фазу стеблевания на фоне Сиванто Энерджи, КЭ (0,6 л/га; ВВСН 31) против имаго капустного стеблевого скрытнохоботника показал эффективность на 3-й день по-

сле обработки в размере 98,7 %. На 7-й показатель биологической эффективности составил 70,7 %, а на 10-й день – 58,5 %.

В контрольном варианте 87,0 % стеблей имели повреждения личинками стеблевых скрытнохоботников. Применение инсектицидов уменьшило число поврежденных стеблей на 86,6 % (таблица 2).

Таблица 2 – Поврежденность стеблей озимого рапса личинками стеблевых скрытнохоботников и биологическая эффективность инсектицидов

Вариант	Число поврежденных стеблей из 100 осмотренных (перед уборкой), шт.	Снижение поврежденности относительно контроля, %
Контроль	87,0	–
Сиванто Энерджи, 0,6 л/га (01.04.24); Протеус, 0,75 л/га (10.04.24); Децис Эксперт, 0,1 л/га (24.04.24); Биская, 0,3 л/га (21.05.24); Протеус, 0,75 л/га (05.06.24)	11,7	86,6

Внесение инсектицида Децис Эксперт, КЭ (0,1 л/га) показало высокую биологическую эффективность против имаго рапсового цветоеда. На 3-й день учетов эффективность составила 94,1 %, а затем значительно снижалась до 40,6 и 34,6 % соответственно на 7-й и 10-й дни учетов (таблица 3).

Таблица 3 – Заселенность растений озимого рапса рапсовым цветоедом (имаго) и биологическая эффективность инсектицида Децис Эксперт, КЭ

Вариант	Число имаго на 1 растение, шт.				Снижение численности относительно контроля после обработки по дням учетов, %		
	перед обработкой	после обработки по дням учетов					
		3-й	7-й	10-й	3-й	7-й	10-й
Контроль	5,3	5,1	3,2	2,6	–	–	–
Децис Эксперт, 0,1 л/га (24.04.24)	5,3	0,3	1,9	1,7	94,1	40,6	34,6

Применение комплексной инсектицидной защиты снижало поврежденность стручков озимого рапса (таблица 4).

Таблица 4 – Эффективность комплексной программы применения инсектицидов против семенного скрытнохоботника и стручкового комарика на озимом рапсе

Вариант	Число поврежденных стручков из 100 осмотренных, шт.		Снижение поврежденности относительно контроля, %	
	скрытнохоботником	комариком	скрытнохоботником	комариком
Контроль	37,0	46,0	–	–
Сиванто Энерджи, 0,6л/га (01.04.24); Протеус, 0,75 л/га (10.04.24); Децис Эксперт, 0,1 л/га (24.04.24); Биская, 0,3 л/га (15.05.23); Протеус, 0,75 л/га (05.06.24)	11,0	13,0	70,7	71,7

Поврежденность стручков семенным скрытнохоботником снижалась до 11,0 %, капустным стручковым комариком – до 13,0 %. Биологическая эффективность инсектицидной программы в отношении данных вредителей составила 70,7 и 71,7 % соответственно.

Таким образом, серия обработок инсектицидами Сиванто Энерджи, КЭ (начало стеблевания), Протеус, МД (стеблевание), Децис Эксперт, КЭ, (конец бутонизации), Биская, МД (цветение), Протеус, МД (зеленый стручок) на 76,2–82,2 % снизила численность большого рапсового скрытнохоботника на 58,5–98,7 % – численность капустного стеблевого скрытнохоботника, на 86,6 % – поврежденность стеблей личинками стеблевых скрытнохоботников, на 34,6–94,1 % – численность рапсового цветоеда, на 70,7 и 71,7 % – поврежденность стручков семенным скрытнохоботником и стручковым комариком соответственно.

Литература

1. Кажарский, В. Р. Вайего: навстречу антирезистентной стратегии контроля вредителей рапса / В. Р. Кажарский, Е. И. Коготько // Рапс: профессиональный подход от посева до уборки (2-е издание). – 2023. – С. 146–153.

2. Кажарский, В. Р. Эффективность элементов комплексной программы защиты озимого рапса компании «Август» в условиях северо-востока Беларуси / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, Ю. В. Коготько // Белорусское сельское хозяйство. – 2023. – № 11. – С. 127–130.

3. Государственный реестр средств защиты растений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / авт.-сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2023. – 803 с.

4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. А. А. Запрудского, С. В. Бойко. – Минск: Журнал «Белорусское сельское хозяйство», 2024. – 620 с.

BIOLOGICAL EFFICIENCY OF A COMPREHENSIVE INSECTICIDE PROGRAM ON WINTER RAPE

M. S. Kozlova, V. I. Bulatskaya, S. N. Kozlov, E. I. Kogotko

The application of the insecticides Sivanto Energy, EC (beginning of stem formation), Proteus, OD (stem formation), Decis Expert, EC (end of budding), Biscaya, OD (flowering), Proteus, OD (green pod) reduced the number of large rape weevil by 76.2–82.2 %, the number of cabbage stem weevil by 58.5–98.7 %, damage caused by weevil larvae to stems by 86.6%, the number of rape beetle by 34.6-94.1 %, damage caused by seed weevil and midge to pods by 70.7 % and 71.7 % respectively.

УДК 631.526.32:633.853.494«324»(476-18)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ ОЗИМОГО РАПСА В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

Е. И. Коготько[1], С. Н. Козлов[1], М. С. Козлова[2], В. И. Булацкая[1]
[1]УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: s.n.kozlow@gmail.com
[2]ГУО «Средняя школа № 3 г. Горки»

В условиях Беларуси озимый рапс является одной из высокорентабельных масличных и кормовых культур. Посевные площади рапса в республике превышают 400 тыс. га, при этом свыше 90 % приходится на озимый рапс. Лидерами по посевным площадям данной культуры являются Минская, Гродненская и Брестская области. Средняя урожайность рапса по республике в 2025 г. составила 24,8 ц/га, а валовой сбор семян превысил 1 млн тонн. При этом во многих сельскохозяйственных предприятиях была получена урожайность 40 ц/га и более. Важным резервом роста продуктивности и экономических показателей является возделывание высокопродуктивных гибридов отечественной и зарубежной селекции. Гибриды обладают уникальным набором хозяйственных и биологических характеристик (интенсивность роста, адаптивность, засухоустойчивость, интенсивность развития осенью, устойчивость к болезням и вредителям, зимостойкость и др.). Поэтому очень важно при выборе гибридов всесторонне изучить имеющуюся информацию по каждому из них с учетом почвенно-климатических

условий и других факторов. Полевые опыты позволяют оценить правильность выбора гибридов и помогают скорректировать их ассортимент в будущие годы [1, 2].

Цель исследований – определить наиболее продуктивные гибриды озимого рапса в условиях северо-востока Беларуси.

Полевой опыт проводился на базе опытного поля «Тушково» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в вегетационном периоде 2023–2024 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Почва характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса – 1,97 %, P_2O_5 – 197 мг/кг, K_2O – 204 мг/кг, pH_{KCl} – 5,97.

В опыте изучали среднеспелые гибриды озимого рапса линейки ДК: Экслевел, Экспат, Экстор, Сиквел. Предшественником являлась озимая пшеница. Общий фон удобрений – $N_{243}P_{60}K_{90}S_{72}$. Уход включал в себя некорневые подкормки макро- и микроудобрениями: Нутривант Универсал 18:18:18, 1,0 кг/га + Яра Вита Битрел, 1,0 кг/га (ВВСН 13); Эколист Моно Бор, 1,0 л/га (ВВСН 16–18); Монофосфат калия, 2,0 кг/га + Яра Вита Брасситрел, 1,0 кг/га (ВВСН 23); Нутривант Универсал 18:18:18, 2,0 кг/га + Сульфат магния, 0,5 кг/га + Яра Вита Битрел, 3,0 кг/га (ВВСН 33); Нутривант Универсал 18:18:18, 1,0 кг/га + Яра Вита Битрел, 1,0 кг/га + Икар NB 7-17+0,7 Mo, 0,5 л/га (ВВСН 51–53). Фоновые обработки пестицидами: семена протравлены Модесто Плюс, КС производителем; Бутизан Дуо, КЭ, 2,0 л/га + Калиф, КЭ, 0,15 л/га (ВВСН 00); Децис Эксперт, КЭ, 0,1 л/га + Химера, КЭ, 0,8 л/га (ВВСН 13); Тилмор, КЭ, 0,9 л/га (ВВСН 14–16) – 06.09.2023; Сиванто Энерджи, КЭ, 0,6 л/га (ВВСН 31); Протеус, СЭ, 0,75 л/га (ВВСН 33); Децис Эксперт, КЭ, 0,1 л/га (ВВСН 51–53); Биская, МД, 0,3 л/га (ВВСН 65); Протеус, МД, 0,75 л/га (ВВСН 71). Норма расхода рабочей жидкости – 300–400 л/га.

Исследования проводилось по общепринятой методике [3].

Наибольшая биологическая урожайность в условиях северо-востока Беларуси была получена при возделывании гибридов Экстор и Экспат – 43,5 и 43,6 ц/га соответственно (таблица).

Гибрид Экспат формировал наибольшее количество семян в стручке (19,4 шт.) и отличался наибольшей массой тысячи семян – 3,61 г.

Несмотря на лучшую перезимовку (46,0 раст./м^2), наименьшая биологическая урожайность отмечена при возделывании гибрида Сиквел – 38,3 ц/га.

Таблица – Элементы структуры урожая различных гибридов озимого рапса

Вариант	Высеяно всхожих семян, шт/м^2	Взошло семян, шт/м^2	Полевая всхожесть, %	Растений, сохранившихся к весне, шт/м^2	Растений, сохранившихся к уборке, шт/м^2	Сохраняемость, в % к числу взошедших растений	Количество стручков на растении, шт.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га
Экслевел	62,0	55,0	88,7	34,0	32,0	58,2	197	18,3	3,58	41,3
Экспат	57,0	51,0	89,5	37,0	34,0	66,7	183	19,4	3,61	43,6
Экстором	59,0	53,0	89,8	39,0	36,0	67,9	189	17,9	3,57	43,5
Сиквел	61,0	54,0	88,5	46,0	44,0	81,5	153	16,1	3,53	38,3
$НСР_{05}$	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,96

Биологическая урожайность гибрида Экслевел была на 3,0 ц/га выше гибрида Сиквел, что объясняется формированием более мощных растений, на которых в среднем насчитывалось 197 шт. стручков, 18,3 шт. семян в стручке со средней массой 1000 семян 3,58 г.

Таким образом, в условиях северо-восточной части Беларуси из четырех изучаемых гибридов (Экслевел, Экспат, Экстором и Сиквел) в условиях вегетационного периода 2023–2024 гг. наибольшую биологическую урожайность показали гибриды Экспат (43,6 ц/га) и Экстором (43,5 ц/га). Лучшая перезимовка отмечена у гибрида Сиквел (85,2 %). Больше стручков на растении формировал гибрид Экслевел (197 шт.). Наибольшая обсемененность стручков и масса 1000 семян была у гибрида Экспат – 19,4 шт. и 3,61 г соответственно.

Литература

1. Запрудский, А. А. Зимостойкость и урожайность озимого рапса в зависимости от сроков сева // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. – 2011. – № 3. – С. 88–92.

2. Урожай рапса в Беларуси превысил 1 млн тонн в 2025 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://oleoscope.com/news/urozhaj-rapsa-v-belarusi-prevysil-1-mln-t-2025/. – Дата доступа: 25.02.2026.

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

PRODUCTIVITY OF WINTER RAPE HYBRIDS IN NORTHEASTERN BELARUS

E. I. Kogotko, S. N. Kozlov, M. S. Kozlova, V. I. Bulatskaya

Among the four hybrids (Exlevel, Expat, Exstorm and Sequel), studied in 2023–2024, the hybrid Expat and Exstorm demonstrated the highest biological productivity in the northeastern part of Belarus: 4.36 t/ha and 4.35 t/ha . The best overwintering was observed in the Sequel hybrid (85.2%). The Exlevel hybrid formed the most pods per plant (197 pcs.). The Expat hybrid had the highest seed content per pod and the 1000-seed weight:19.4 pcs. and 3.61 g, respectively.

УДК 631.811.98:633.853.494«324»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОГО РАПСА

Е. И. Коготько[1], С. Н. Козлов[1], М. С. Козлова[2], В. И. Булацкая[1]
[1]УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»», e-mail: s.n.kozlow@gmail.com
[2]ГУО «Средняя школа № 3 г. Горки»

Озимый рапс не способен адаптироваться к резкой смене погоды, из-за чего могут отмечаться повреждения холодом переросших или слабо сформированных растений, что может сильно ухудшить их состояние. В переросших растениях содержится много воды и мало питательных веществ. Даже при соблюдении норм и сроков сева озимому рапсу необходима помощь: внесение регуляторов роста, в том числе ретардантов. Эти препараты вызывают у растений морфологические и физиологические изменения. Растения, обработанные регуляторами, по-иному формируют свои ткани и клетки: суточный прирост снижается в 1,5–2 раза и более, увеличивается рост и объем корневой системы, толщина корневой шейки и снижается высота точки роста над поверхностью почвы Запасные вещества, которые накапливаются в точках роста, содержат намного меньше влаги, так как в их клетках образуется каллоза [1, 2].

Цель исследований – определить эффективность росторегуляторов на озимом рапсе.

Полевой опыт проводился на базе опытного поля «Тушково» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в вегетационном периоде 2023–2024 г. Предшественником являлась озимая пшеница. Объектами исследования выступали гибриды озимого рапса INV 1165 и INV 1024. Посев был проведен пневматической се-

ялкой СПУ-3 (14.08.2023). Норма высева составила 3,5 кг/га. Общий фон удобрений – $N_{243}P_{60}K_{90}S_{72}$. Уход за посевами включал защиту от сорных растений гербицидами Бутизан Дуо, КЭ, 2,0 л/га + Калиф, КЭ, 0,15 л/га (ВВСН 00) – 15.08.2023 и Химера, КЭ, 0,8 л/га (ВВСН 13) – 31.08.2023; против рапсового пилильщика применяли Децис Эксперт, КЭ, 0,1 л/га (ВВСН 13) – 31.08.2023. Весной были проведены обработки инсектицидами: против стеблевых скрытнохоботников и рапсового цветоеда – Декстер, КС, 0,2 л/га (ВВСН 31) – 01.04.2024; против стеблевых скрытнохоботников и рапсового цветоеда – Протеус, МД, 0,7 л/га (ВВСН33) – 10.04.2024; против цветоеда – Стихия, МЭ, 0,3 л/га (ВВСН 51–53) – 24.04.2024; против семенного скрытнохоботника и стручкового комарика – Биская, МД, 0,3 л/га (ВВСН 65) – 22.05.2024. Регуляторы роста в вариантах применяли согласно схеме опыта в следующие периоды: осенью (06.09. и 22.09.2023) в фазы ВВСН 14 и 17 и весной (10.04.2024) в фазе ВВСН 33. Исследования проводились по общепринятой методике [3].

Толщина корневой шейки растений гибрида INV 1024 в контрольном варианте (без регуляторов роста) составила 9,8 мм, а точка роста находилась на высоте 32 мм (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние осеннего применения регуляторов роста на биометрические показатели растений озимого рапса и перезимовку

Гибрид	Вариант	Диаметр корневой шейки, мм	Высота точки роста, мм	Густота перед зимовкой, шт/м^2	Густота после перезимовки, шт/м^2
INV 1024	Контроль	9,8	32	61,2	17,2
	Карамба Турбо, 0,6 + 0,6 л/га (ст. 14 и 17)	9,3	12		24,1
INV 1165	Контроль	9,5	27	61,9	16,4
	Архитект, 0,7 + 0,8 л/га (ст. 14 и 17)	9,3	16		23,4

При двукратном внесении росторегулятора Карамба Турбо, КС в норме 0,6 л/га в фазы ВВСН 14 и 17 диаметр корневой шейки снизился до 9,3 мм, а высота точки роста – до 12 мм.

У гибрида INV 1165 диаметр корневой шейки составил 9,5 мм, а точка роста находилась на высоте 27 мм. При применении препарата

Архитект, СЭ в норме 0,7 л/га в фазе ВВСН 14 и в норме 0,8 л/га в фазе ВВСН 17 диаметр корневой шейки снизился до 9,3 мм, а толщина корневой шейки составила 16 мм.

В опыте на 1 м^2 было высеяно 70 шт. всхожих семян озимого рапса. Всхожесть растений гибридов INV 1024 и INV 1165 была 87,4 и 88,4 % соответственно.

На зимовку ушло в среднем 61,2 шт/м^2 растений озимого рапса гибрида INV 1024 и 61,9 шт/м^2 – гибрида INV 1165. После зимовки в контроле сохранилось 17,2 и 16,4 растений на единицу площади гибридов INV 1025 и INV 1165 соответственно.

Осеннее применение регуляторов роста повышало устойчивость растений к неблагоприятным условиям перезимовки (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние гибрида и росторегуляторов на формирование стеблестоя озимого рапса

Вариант		Высеяно всхожих семян, шт/м^2	Взошло растений, шт/м^2	Полевая всхожесть, %	Растений, сохранившихся к весне, шт/м^2	Перезимовка, %	Растений, сохранившихся к уборке, шт/м^2
INV 1024	Контроль	70,0	61,2	87,4	17,2	28,1	12,9
	Карамба Турбо, 0,6 + 0,6 л/га (ст. 14 и 17); Архитект, 1,0 л/га (ст. 33)				24,1	39,4	20,8
INV 1165	Контроль		61,9	88,4	16,4	26,5	10,2
	Архитект, 0,7 + 0,8 л/га (ст. 14 и 17); Карамба Турбо, 0,7 л/га (ст. 33)				23,4	37,8	19,3

Под действием регулятора Карамба Турбо, КС (0,6 + 0,6 л/га) количество перезимовавших растений по отношению к контролю увеличилось и в среднем составило 24,1 шт/м^2. При применении препарата

Архитект, СЭ (0,7 + 0,8 л/га) у гибрида INV 1165 на метре квадратном насчитывалось 23,4 растения озимого рапса.

Применение регуляторов роста повышало биологическую продуктивность озимого рапса (таблица 3).

Таблица 3 –Влияние гибрида и росторегуляторов на продуктивность озимого рапса

Вариант		Сохраняемость, в % к числу взошедших растений	Стручков на растении, шт.	Семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая продуктивность, ц/га
INV 1024	Контроль	21,1	207	19,4	3,38	17,5
	Карамба Турбо, 0,6 +0,6 л/га (ст. 14 и 17); Архитект, 1,0 л/га (ст. 33)	34,0	197	19,2	3,42	26,9
INV 1165	Контроль	16,5	220	21,2	3,44	16,4
	Архитект, 0,7 + 0,8 л/га (ст. 14 и 17); Карамба Турбо, 0,7 л/га (ст. 33)	36,7	217	20,4	3,49	29,8
$НСР_{05}$						2,36

Осеннее применение препарата Карамба Турбо, КС (0,6 + 0,6 л/га) и весеннее препарата Архитект, СЭ (1,0 л/га) у гибрида INV 1024 повышало число растений, сохранившихся к уборке, на 7,9 шт/м^2 и массу 1000 семян на 0,04 г по отношению к контролю. Биологическая урожайность гибрида составила 26,9 ц/га (+9,4 ц/га).

Двукратное осеннее внесение препарата Архитект, СЭ (0,7 + 0,8 л/га) и применение Карамба Турбо, КС (0,7 л/га) весной позволило у гибрида INV 1065 повысить продуктивность рапса на 13,5 ц/га.

Литература

1. Рапс: профессиональный подход от посева до уборки / составители: Ю. В. Данилевич, А. М. Кадыров, В. В. Исаенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Наша Идея, 2023. – 221 с.

2. Пилюк, Я. Э. Рекомендации по применению регуляторов роста в посевах озимого рапса в осенний период 2025 года – URL:

https://izis.by/assets/img/reglament/2025/Регуляторы роста.pdf (дата обращения: 29.03.2026).

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

EFFICIENCY OF GROWTH REGULATORS IN WINTER RAPE CULTIVATION

E. I. Kogotko, S.N. Kozlov, M. S. Kozlova, V. I. Bulatskaya

The double autumn application of the growth regulators Architect (0.7 + 0.8 l/ha) and Caramba Turbo (0.6 + 0.6 l/ha) increased the overwintering of winter rape plants by 11.3%, which together with the spring treatment with Caramba Turbo (0.7 l/ha) and Architect (1.0 l/ha), increased the biological productivity of winter rape hybrids by 0.94–1.35 t/ha.

УДК 633.8.494:631.547.04:631.811.98

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕСЕННЕЙ РЕГУЛЯЦИИ РОСТА РАПСА ОЗИМОГО НА ОКУЛЬТУРЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

И. Г. Бруй, В. В. Холодинский, О. В. Клочкова, Ж. Е. Сенько, Ю. А. Карапетян, Н. В. Соболевская, А. Н. Титова[1], О. Л. Ломонос[2]

[1]РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
[2]УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Регуляторы роста растений стали неотъемлемой частью в интенсивных технологиях возделывания рапса озимого, позволяющей контролировать вегетативный рост и формирование вегетативных органов растений.

Опыты по установлению эффективности весеннего применения фунгицидов с регуляторными свойствами и регуляторов роста на рапсе озимом заложены на дерново-подзолистой легкосуглинистой, развивающейся на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемом с глубины 100 см мелкозернистым песком, почве с баллом пашни 32 на фоне $N_{150\text{-}180}P_{80}K_{120}$ по общепринятым методикам. Площадь опытной делянки – 72 м^2, учетной – 21,6 м^2. Посев рапса озимого проведен в середине оптимальных сроков сева. Для посева использовали среднеранний гибрид (гибрид 1) и среднепоздний гибрид (гибрид 2) с норма-

ми высева семян 4,3 и 4,5 кг/га соответственно. Регуляторы роста (РР) вносили при длине стебля 20–22 см.

Все препараты оказали ретардантное действие на культуру. Применение регуляторов роста растений в весенний период вегетации оказало различное влияние на формирование показателей элементов структуры урожайности. Применение регуляторов роста на гибриде 2 не повлияло на высоту растений рапса к уборке, а на гибриде 1 отмечено существенное (в среднем по препаратам на 12,7–23,0 %) ее снижение. Максимальное количество ветвей на растениях гибрида 2 сформировано как при дозе 150 кг/га д. в. азота, так и на фоне 180 кг/га при совместном применении 130 г/га тебуконазола и 32,5 г/га метконазола.

Все виды обработки оказали значимое влияние на формирование и сохранение стручков, как на главном, так и на боковых побегах. На гибриде 2 на фоне N_{150} их число было выше на 26,3–51,5 %, N_{180} – на 22,5–68,2 % в зависимости от примененного регулятора роста. Гибрид 1 менее отзывчив на регуляторы роста по рассматриваемому показателю в целом: на фоне N_{150} число стручков увеличилось на 10,5-27,2 %, N_{180} – на 20,8–38,3 %. Однако необходимо отметить, что в контроле гибрид 1 формировал большее число стручков на 4,6 % (N_{150}) – 29,2 % (N_{180}) в сравнении с гибридом 2.

В среднем по опыту можно констатировать, что наибольшее влияние на основной показатель триады урожайности (число стручков) оказали препараты фунгицидного действия с регуляторными свойствами (рисунок 1).

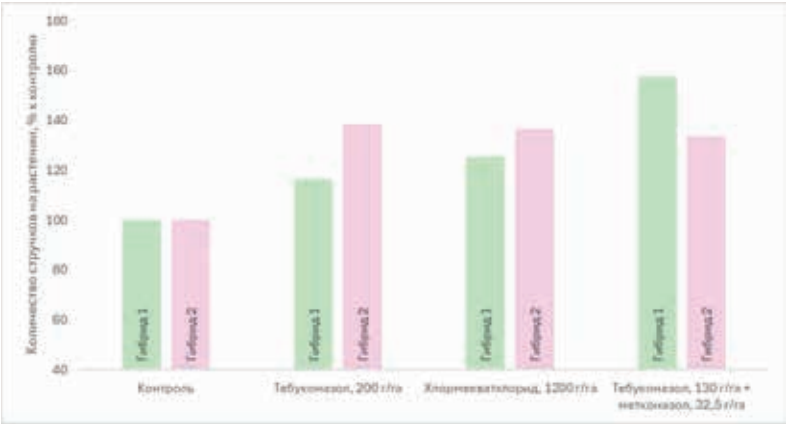


Рисунок 1 – Количество стручков на растении после весенней обработки регуляторами роста растений, % к контролю

Важно, что и другие препараты также оказывали значительное положительное влияние. Данный факт говорит о том, что весеннее применение регуляторов роста растений в условиях 2025 г. способствовало формированию и сохранению урожайности рапса озимого.

Применение различных регуляторов роста позволило сформировать урожайность маслосемян на уровне более трех тонн с гектара. В среднем по опыту на фоне азота 150 кг/га достоверно большая (на 10,1 %) урожайность маслосемян получена на гибриде 1. При повышении дозы азота рост урожайности в среднем по опыту отмечен только у среднепозднего гибрида.

Наибольший прирост урожайности получен на среднераннем гибриде – от 20,8 % при применении препарата 200 г/га тебуконазола до 27 % при совместном применении 130 г/га тебуконазола и 32,5 г/га метконазола. Рост урожайности маслосемян у гибрида 2 на фоне N_{150} составил от 6,4 % при применении 200 г/га тебуконазола до 24,3 % при применении 1200 г/га хлормекватхлорида (рисунок 2).

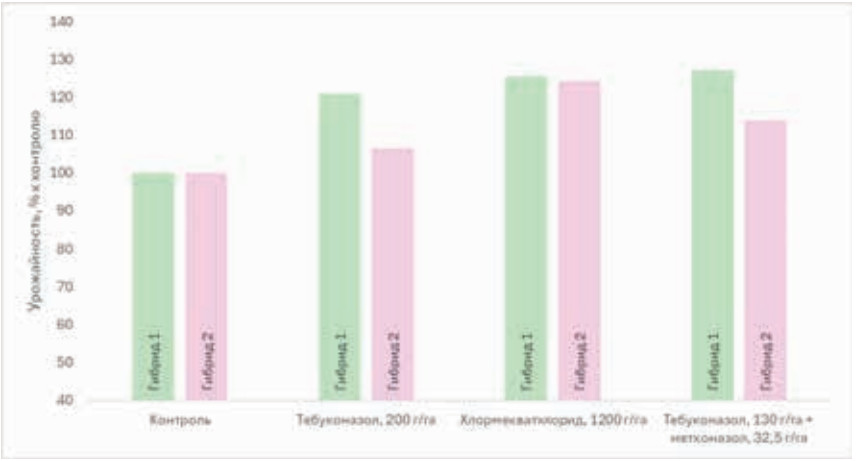


Рисунок 2 – Влияние РР на урожайность маслосемян на фоне N_{150}, % к контролю

На высоком азотном фоне (N_{180}) влияние регуляторов роста было более выравненным по гибридам, рост урожайности составил 8,0–23,1 % на гибриде 2 и 21,2–32,9 % на гибриде 1.

Важную роль в формировании урожайности играет масса 1000 семян, которая зависит от множества факторов – питание, защита от болезней и вредителей, влагообеспеченность и температурный режим.

Большую отзывчивость по рассматриваемому фактору отметили на гибриде 1, где масса 1000 зерен возросла в зависимости от используемого препарата на 11,1–49,0 % на фоне N_{150} и на 13,1–46,8 % на фоне $N_{180.}$ На гибриде 2 во всех вариантах опыта увеличение массы 1000 зерен было меньшим и составило 8,8–37,8 % на фоне N_{150} и 2,5–39,3 % на фоне N_{180}.

Таким образом, весеннее применение регуляторов роста с различными действующими веществами на фоне азота 150 кг/га приводит к росту урожайности маслосемян среднераннего гибрида на 18,0–45,0 %, среднепозднего на 6,4–38,3 % в зависимости от препарата и фона азотного питания. Рост урожайности маслосемян обеспечен формированием и сохранением большего числа стручков на растении и большей массой 1000 зерен.

EFFICIENCY OF SPRING REGULATION OF WINTER RAPE GROWTH ON CULTIVATED SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

I.G.Brui, V. V. Kholodinsky, O. V. Klochkova, Zh. E. Senko, Yu. A. Karapetyan, N.V.Sobolevskaya, A.N. Titova, O.L. Lomonos

The paper presents the results of the research on the influence of spring application of growth regulators with different active ingredients against two backgrounds of winter rape nitrogen nutrition.

УДК 632.95:633.853.494«324»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ ТИЛМОР, КЭ И ПРОПУЛЬС, СЭ НА ОЗИМОМ РАПСЕ

С. Н. Козлов[1], Е. И. Коготько[1], В. И. Булацкая[1], М. С. Козлова[2]
[1]УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: s.n.kozlow@gmail.com
[2]ГУО «Средняя школа № 3 г. Горки»

Результативность применения отдельного средства защиты растений отражает лишь одну сторону многогранного кристалла представлений, и только под одним углом зрения. Специалистам на производстве необходимы не только фрагментарные знания об отдельных препаратах, но и об их комплексном влиянии на фитосанитарную ситуацию и продуктивность посева. Многолетние полевые опыты, проводи-

мые на опытном поле Белорусской государственной сельскохозяйственной академии по изучению комплексного применения средств защиты растений различных компаний производителей пестицидов, показывают, что ежегодно применение росторегуляторов и фунгицидов на озимом рапсе позволяет сохранить существенную долю урожая, в разы превышающую показатель $НСР_{05}$ [1–3]. На сегодняшний день в Государственном реестре средств защиты и удобрений, разрешенных для применения на территории Республики Беларусь, имеется достаточное количество фунгицидов для борьбы со склеротиниозом и альтернариозом и регуляторов роста для применения на озимом рапсе. При этом важно понимать, как в комплексе в условиях конкретного хозяйства данные препараты влияют на урожайность и элементы структуры урожая [4].

Цель исследований – установить биологическую и хозяйственную эффективность пестицидов на озимом рапсе.

Полевой опыт проводился на опытном поле «Тушково» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в вегетационном периоде 2023–2024 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Почва характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса – 1,97 %, P_2O_5 – 197 мг/кг, K_2O – 204 мг/кг, pH_{KCl} – 5,97. Посев гибрида Экслевел (3,5 кг/га) был проведен 14 августа 2023 г. Предшественником являлась озимая пшеница. Общий фон удобрений – $N_{243}P_{60}K_{90}S_{72}$. Уход включал в себя некорневые подкормки макро- и микроэлементами: Нутривант Универсал 18:18:18, 1,0 кг/га + Яра Вита Битрел, 1,0 кг/га (ВВСН 13); Эколист Моно Бор, 1,0 л/га (ВВСН 16–18); Монофосфат калия, 2,0 кг/га + Яра Вита Брасситрел, 1,0 кг/га (ВВСН 23); Нутривант Универсал 18:18:18, 2,0 кг/га + Сульфат магния, 0,5 кг/га + Яра Вита Битрел, 3,0 кг/га (ВВСН 33); Нутривант Универсал 18:18:18, 1,0 кг/га + Яра Вита Битрел, 1,0 кг/га + Икар NB 7-17+0,7 Mo, 0,5 л/га (ВВСН 51–53). Фоновые обработки пестицидами включали: семена протравлены производителем Модесто Плюс, КС; Бутизан Дуо, КЭ, 2,0 л/га + Калиф, КЭ, 0,15 л/га (ВВСН 00); Децис Эксперт, КЭ, 0,1 л/га + Химера, КЭ, 0,8 л/га (ВВСН 13); Сиванто Энерджи, КЭ, 0,6 л/га (ВВСН 31); Протеус, МД, 0,75 л/га (ВВСН 33); Децис Эксперт, КЭ, 0,1 л/га (ВВСН 51–53); Биская, МД, 0,3 л/га (ВВСН 65); Протеус, МД, 0,75 л/га (ВВСН 71)

В изучаемых вариантах вносили Тилмор, КЭ, 0,9 л/га (ВВСН 14–16 (06.09.2023); Тилмор, КЭ, 0,9+0,9 л/га в 2 срока: ВВСН 14–16 (06.09.2023) и ВВСН 33 (10.04.2024); Тилмор, КЭ, 0,9+0,9 л/га (ВВСН 14–16 и ВВСН 33) с последующим применением фунгицида Пропульс,

СЭ, 1,0 л/га в фазе ВВСН 65 (21.05.2024). Исследования проводились по общепринятой методике [5].

В контроле перед уборкой развитие склеротиниоза на растениях составило 17,7 %, а развитие альтернариоза на плодах – 57,2 % (таблица 1).

Таблица 1 – Развитие склеротиниоза и альтернариоза озимого рапса в период уборки культуры

Вариант	Склеротиниоз на растениях, %		Альтернариоз на плодах, %	
	R	БЭ	R	БЭ
Контроль	17,7	–	57,2	–
Тилмор, 0,9 л/га (ВВСН 14–16); Тилмор, 0,9 л/га (ВВСН 33); Пропульс, 1,0 л/га (ВВСН 65)	3,4	80,8	10,1	82,3

Примечание – R – развитие болезни, %; БЭ – биологическая эффективность, %

Внесение фунгицида Пропульс, СЭ, (1,0 л/га) в фазе цветения культуры на фоне двукратного применения росторегулятора Тилмор, КЭ (0,9 л/га, ВВСН 14–16 и 0,9 л/га, ВВСН 33) позволило до 3,4 % снизить развитие склеротиниоза на растениях и до 10,1 % – альтернариоза на плодах. В результате биологическая эффективность в отношении упомянутых болезней составила 80,8 и 82,3 %.

Отсутствие росторегулирующей обработки в осенний период привело к гибели растений озимого рапса в контрольном варианте (таблица 2).

Однократное применение росторегулятора Тилмор, КЭ, 0,9 л/га в фазе ВВСН 14–16 позволило получить урожайность в размере 31,1 ц/га. В данном варианте удалось сохранить к уборке в среднем 30,0 шт/м^2 растений культуры, сформировать 176 стручков на растении со средней обсемененностью 17,4 шт. и массой 1000 шт. 3,39 г.

Весеннее применение росторегулятора Тилмор, КЭ в норме 0,9 л/га в начале стеблевания культуры (на фоне осенней обработки) позволило повысить продуктивность озимого рапса на 4,0 ц/га к фону. В данном варианте существенно возрастало среднее количество стручков на растении (на 16 шт.).

За счет фунгицида Пропульс, СЭ, 1,0 л/га на фоне двукратного применения росторегулятора Тилмор, КЭ, повышалась продуктивность озимого рапса (на 6,2 ц/га). Фунгицид привел к уплотнению

стеблестоя культуры на 1,5 шт/м^2, к увеличению количества плодов на растении – на 5 шт., количества семян в них – на 0,7 шт. и массы 1000 семян – на 0,17 г.

Таблица 2 – Влияние росторегулятора Тилмор, КЭ и фунгицида Пропульс, СЭ на урожайность озимого рапса и элементы его структуры

Вариант	Растений, сохранившихся к весне, шт/м^2	Растений, сохранившихся к уборке, шт/м^2	Количество стручков на растении, шт.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га
Контроль	0,4	0	0	0	0	0
Тилмор, 0,9 л/га (ВВСН 14–16)	34	30,0	176	17,4	3,39	31,1
Тилмор, 0,9 л/га (ВВСН 14–16); Тилмор, 0,9 л/га (ВВСН 33);		30,5	192	17,6	3,41	35,1
Тилмор, 0,9 л/га (ВВСН 14–16); Тилмор, 0,9 л/га (ВВСН 33); Пропульс, 1,0 л/га (ВВСН 65)		32	197	18,3	3,58	41,3
$НСР_{05}$	–	–	–	–	–	1,96

Таким образом, осеннее и весеннее применение росторегулятора Тилмор, КЭ и фунгицида Пропульс, СЭ обеспечивает существенный рост продуктивности озимого рапса на 41,3 ц/га за счет лучшей перезимовки и надежной защиты культуры от склеротиниоза и альтернариоза.

Литература

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / авт.-сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2023. – 803 с.

2. Кажарский, В. Р. Результаты испытания комплексных программ защиты растений компании «Август» / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, Ю. В. Коготько // Белорусское сельское хозяйство. – 2022. – № 10. – С. 102–108.

3. Кажарский, В. Р. Эффективность защиты озимого рапса пестицидами ADAMA / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, Ю. Л. Тибец // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 9. – С. 112–115.

4. Кажарский, В. Р. Эффективность элементов комплексной программы защиты озимого рапса компании «Август» в условиях северо-востока Беларуси / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, Ю. В. Коготько // Белорусское сельское хозяйство. – 2023. – № 11. – С. 127–130.

5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений»; под ред. А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буга. – Минск: Колорград, 2024. – 462 с.

EFFICIENCY OF THE PREPARATIONS TILMOR, EC AND PROPULSE, SE APPLIED TO WINTER RAPE

S. N. Kozlov, E. I. Kogotko, V. I. Bulatskaya, M. S. Kozlova

The Propulse fungicide, applied at mid-flowering reduced the development of Sclerotinia on plants by 80.8% and the development of Alternaria on fruits by 82.3%. Autumn and spring application of the Tilmor growth regulator (0.9 + 0.9 l/ha) and the Propulse fungicide (1.0 l/ha) at mid-flowering significantly increased winter rape productivity by 4.13 t/ha.

УДК 631.5:633.853.494

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН РАПСА ЯРОВОГО В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Г. Н. Кузнецова, Р. С. Полякова
Сибирская опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,
Омская область, г. Исилькуль,
e-mail: kuznetsovagalina1964@mail.ru

Сбалансированное минеральное питание позволяет капустным культурам более полно реализовать свой биологический потенциал. Применение удобрений должно устранить дефицит элементов питания, приводящий к снижению продуктивности, не допуская при этом отрицательного влияния их избытка на растения, что проявляется в задержке созревания семян, полегании культур и ухудшении качества продукции [1]. Наибольшее количество элементов питания рапс потребляет в период интенсивного роста и развития. Яровой рапс очень отзывчив на внесение микроудобрений, наиболее чувствителен к недостатку бора, марганца, серы и молибдена. Начиная с фазы бутонизации, когда накапливается наибольшее количество органической массы,

растения интенсивно поглощают азот, фосфор и калий. В дальнейшем процессы поглощения и усвоения элементов минерального питания значительно ослабевают, и зачастую имеют место процессы снижения массы сухого вещества и содержания питательных веществ в растениях [2].

Водорастворимые удобрения содержат сбалансированный состав азота, фосфора, калия, а также комплекс микроэлементов, таких как бор, сера, цинк в легкодоступной форме для растений. К бесспорным преимуществам некорневой подкормки удобрениями относятся: быстрое регулирование жизнедеятельности растений, исключение фиксации элементов почвой, возможность корректировки питания в определенные периоды вегетации [3].

Исследования, направленные на изучение влияния минеральных удобрений и применение листовых подкормок водорастворимыми удобрениями с добавлением микроэлемента бор на продуктивность рапса являются весьма актуальными при создании нового сорта и рекомендации его в производство. Объектом исследования послужил сорт рапса ярового Сибиряк 60, включенный в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 2023 г. по Волго-Вятскому, Средневолжскому, Уральскому, Восточно- и Западно-Сибирскому регионам. Семена перед посевом были обработаны препаратом Такер, 8 л/т. Норма высева – 1,5 млн шт. всхожих семян/га. Площадь делянки – 20 м^2. Изучалось 6 вариантов в четырехкратной повторности: 1. Контроль, посев обработанными семенами без макро и микроудобрений; 2. Применение микроудобрений (Бор) в фазу 4–5 настоящих листьев и начало цветения; 3. Предпосевное внесение аммофоса (100 кг/га); 4. Предпосевное внесение аммофоса (150 кг/га); 5. Предпосевное внесение аммофоса (100 кг/га) и применение микроудобрений (Бор) в фазу 4–5 настоящих листьев и начало цветения; 6. Предпосевное внесение аммофоса (150 кг/га) и применение микроудобрений (Бор) в фазу 4–5 настоящих листьев и начало цветения.

Погодные условия 2024 г. и 2025 г. по показателям гидротермического коэффициента (ГТК) 1,40 и 1,45 характеризуются увлажненными, что способствовало хорошему растворению макроудобрений в почве. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, предшественник – пар. Проведённый анализ агрохимического состава почвы показал, что содержание гумуса в почве до посева – 6,2 %, кислотность почвы нейтральная, pH солевой вытяжки – 6,9 ед. Содержание подвижного фосфора – 243 мг/кг, а содержание обменного калия было высоким – более 400 мг/кг почвы. За счёт внесения аммофоса количе-

ство нитратного азота в фазу 5–6 настоящих листьев у рапса увеличилось от 3 мг/кг при посеве до 14,5 мг/кг почвы, а аммонийного азота соответственно от 4,3 до 7,9 мг/кг почвы.

В годы испытаний потенциальная урожайность рапса сорта Сибиряк 60 составила 23,0 ц/га, масличность семян – 51,9 %, вегетационный период – 89 суток, сбор масла – 1,07 т/га.

Применение минеральных удобрений в виде аммофоса (100 кг/га) несколько снижало масличность семян. Увеличение нормы применения макроудобрений до 150 кг/га также привело к снижению этого показателя. Использование жидкого Бора в посевах рапса не снижало масличности семян, и в комплексе с аммофосом этот показатель был на уровне контроля или несколько ниже (таблица).

Применение некорневых подкормок в виде растворимого микроудобрения, содержащего жидкий Бор, дало не очень высокие прибавки по урожайности семян (0,5 ц/га), но способствовало снижению вегетационного периода на двое суток. При совместном применении макро- и микроудобрений отмечалось повышение урожайности семян на 3,2–4,8 ц/га в сравнении с контролем, вегетационный период находился на уровне контрольного варианта.

Таблица – Влияние минеральных удобрений и некорневых подкормок на основные показатели рапса ярового сорт Сибиряк 60

Вариант	Вегетационный период, дней	Урожайность семян, ц/га	± к контролю	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га
Контроль (б/у)	89	23,0	–	51,9	1,07
Бор	87	23,5	+ 0,5	51,8	1,09
Аммофос (100 кг/га)	92	24,3	+ 1,3	48,4	1,06
Аммофос (150 кг/га)	93	25,8	+ 2,8	49,5	1,15
Аммофос (100 кг/га) + Бор	89	26,2	+ 3,2	50,4	1,19
Аммофос (150 кг/га)+ Бор	90	27,8	+ 4,8	50,4	1,26
$НСР_{05}$	-	2,1	-	-	0,08

Таким образом, урожайность рапса ярового сорта Сибиряк 60 в условиях Омской области во многом зависела от сложившихся метеоусловий и применения макро и микроудобрений. Высокая прибавка уро-

жая (до 2,8 ц/га) получена при однократном предпосевном внесении макроудобрений аммофос (150 кг/га). Комплексное применение макро- и микроудобрений позволило получить прибавку урожайности от 3,2 до 4,8 ц/га.

Литература

1. Садохина, Т. А. Разработка сортовой технологии нового сорта рапса ярового для условий Западной Сибири / Т. А. Садохина, В. П. Данилов, А. Ф. Петров и др. // Вестник НГАУ. – 2025. – № 4(77). – С.112–119.

DOI: 10.31677/2072-6724-2025-77-4-112-119

2. Савенков, В. П. Научные основы агротехнологии производства ярового рапса в условиях лесостепи ЦФО России и ее особенности для сорта Форпост КЛ / В. П. Савенков, Д. И. Паспеков, Е. Ю. Кузьмина // Масличные культуры. – 2025. – Вып. 4(204). – С. 83–98.

DOI: 10.25230/2412-608X-2025-4-204-83-98

3. Кузнецова, Г. Н. Применение гуминовых и минеральных удобрений в посевах рапса ярового / Г. Н. Кузнецова, Р.С. Полякова // International Agricultural Journal. – 2021. – № 5. – С. 217–228.

DOI: 10.24412/2588-0209-2021-10368

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF INCREASING SPRING RAPE YIELD IN WESTERN SIBERIA

G. N. Kuznetsova, R. S. Polyakova

The article presents the yield of spring rape variety Sibiryak 60 and ways to increase it by using macro and microfertilizers. The paper also describes the agrochemical composition of the experimental plot, which has promoted the yield of seeds from 23 c/ha without fertilizers to 27.8 c/ha with the combined application of macro and microfertilizers.

УДК 633.853.494:631.542.4

ДЕСИКАЦИЯ ПОСЕВОВ ОЗИМОГО И ЯРОВОГО РАПСА

Д. Ф. Привалов, А. А. Запрудский, А. М. Яковенко, А. Н. Бобович

РУП «Институт защиты растений», Минская область, аг. Прилуки, Республика Беларусь, e-mail: 5016039@izr.by

Предуборочная обработка посевов озимого и ярового рапса десикантами является одним из способов сокращения вегетационного периода и уменьшения длительности созревания культуры. Проведение десикации не только ускоряет созревание, но и способствует получе-

нию сухих семян, предотвращает распространение склеротиниоза и серой гнили [1].

Десикация посевов рапса позволяет подсушить стручки до кондиционной влажности, способствует выравниванию сроков созревания их на всех побегах, что снижает потери маслосемян во время уборки и не требует дополнительных затрат на доработку семенного материала. Данный прием проводится при естественном созревании около 80 % всех стручков и влажности маслосемян не более 25 %, в том числе авиационное опрыскивание методом УМО (расход рабочей жидкости при УМО – 3–5 л/га). Применение десикантов при влажности маслосемян озимого рапса более 25 % ведет к снижению посевных качеств семян.

В посевах рапса возможно применение препаратов на основе действующих веществ дикват, глюфосинат аммония и глифосат, включенных в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь». При применении диквата уборку проводят спустя 5–7 дней, глифосата – 5–10 дней, глюфосината аммония – 7–10 дней в зависимости от погодных условий. Следует учитывать, что основной целью десикации рапса глифосатами является подсушивание стручков, и данное мероприятие не оказывает существенного влияния на снижение засоренности полей в севообороте многолетними злаковыми и двудольными сорняками (виды осота, полынь, бодяк, мята, чистец, пырей).

В 2022–2023 гг. в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» в посевах озимого рапса сорта Эксторм и ярового рапса сорта Верас были проведены сравнительные испытания десикантов Дикошанс, ВР (дикват ион, 150 г/л или в виде диквата дибромида, 279 г/л), Молоток, ВР (дикват, 150 г/л) и Суховей, ВР (дикват, 150 г/л в форме диквата дибромида, 280 г/л), применяемых в норме расхода 2,0 л/га. Наземное опрыскивание посевов проводилось с помощью ручного опрыскивателя Vortecs в период ВВСН 88 (80 % стручков созрели). Расход рабочей жидкости 200 л/га. Испытуемые десиканты были применены при средней влажности семян озимого рапса 20,7 %, ярового рапса – 24,9 % с целью предуборочного подсушивания и снижения влажности маслосемян.

В период уборки через 10 дней после применения десикантов влажность семян озимого рапса при естественном созревании составляла 10,9 %. В испытуемом варианте с применением десиканта Дикошанс, ВР в норме расхода 2,0 л/га влажность семян была 8,2 %, в вари-

антах с применением Молоток, ВР и Суховей, ВР (2,0 л/га) – 8,4 и 8,5 % соответственно. Изучаемые препараты не оказывали отрицательного действия на посевные качества семян озимого рапса. Лабораторная и полевая всхожесть во всех вариантах опыта была на одном уровне (лабораторная – 93,5–95,0 %, полевая – 80,0–81,5 %). Расчеты хозяйственной эффективности десикантов Дикошанс, ВР, Молоток, ВР и Суховей, ВР, применяемых с нормой расхода 2,0 л/га, показали, что за счет их применения достоверно сохранено 1,4–1,7 ц/га семян озимого рапса при урожайности в варианте с естественным созреванием 53,6 ц/га. Разница по хозяйственной эффективности между вариантами была не существенной.

В посевах ярового рапса препараты Дикошанс, ВР, Молоток, ВР и Суховей, ВР с нормой расхода 2,0 л/га были применены в период ВВСН 88 (80 % стручков созрели) при средней влажности семян 24,9 % с целью предуборочного подсушивания и снижения влажности.

Влажность семян в период уборки ярового рапса (на 10-е сутки после обработки) в варианте с применением Дикошанс, ВР (2,0 л/га) достигала 10,8 %, Молоток, ВР и Суховей, ВР (2,0 л/га) – 11,1–11,8 % соответственно, в варианте без применения десиканта – 13,3 %. На лабораторную всхожесть семян ярового рапса десиканты отрицательного действия не оказывали. В варианте с применением Дикошанс, ВР (2,0 л/га) всхожесть семян ярового рапса составляла 85,7 %, в вариантах с применением Молоток, ВР и Суховей, ВР (2,0 л/га) – 84,5 и 85,5 % соответственно, в варианте без применения десиканта – 85,0 %. Расчеты хозяйственной эффективности изучаемых десикантов показали, что за счет их применения достоверно сохраненный урожай семян составил 1,1–1,4 ц/га при урожайности с естественным созреванием 18,9 ц/га.

Таким образом, в посевах озимого и ярового рапса препараты Дикошанс, ВР, Молоток, ВР и Суховей, ВР, применяемые в норме расхода 2,0 л/га, эффективно подсушивают семена и не оказывают отрицательного действия на их посевные качества.

В посевах озимого и ярового рапса десиканты Дикошанс, ВР (2,0 л/га), Молоток, ВР (2,0 л/га) и Суховей, ВР (2,0 л/га) необходимо применять при естественном созревании 80 % стручков при влажности семян не более 25 %. Сохраненный урожай семян озимого рапса к варианту без применения десиканта составил 1,4–1,7 ц/га, ярового рапса – 1,1–1,4 ц/га.

Литература

1. Запрудский, А. Десикация: посевы масличных и зернобобовых культур / А. Запрудский, А. Будревич, И. Богомолова, А. Яковенко // Белорус. сел. хозво. – 2021. – №7 (231). – С. 73–74.

DESICCATION OF WINTER AND SPRING RAPE PLANTINGS

D.F. Privalov, A.A. Zaprudsky, A.M. Yakovenko, A.N. Bobovich

Biological and economic efficiency of the dessicants Dikoshans, SL, Molotok, SL and Sukhovey, SL in winter and spring rape was established. Their impact on sowing qualities of seeds was evaluated. The saved yield of oilseeds from desiccants application to winter rape amounted to 1.4–1.7 c/ha, and to spring rape – 1.1–1.4 c/ha.

УДК 633.853.494«324»:632.4

ИНФИЦИРОВАННОСТЬ СЕМЯН РАПСА ОЗИМОГО ВОЗБУДИТЕЛЯМИ БОЛЕЗНЕЙ

О. В. Мядель, Е. С. Бык, М. Н. Шашко

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Рапс является основной сельскохозяйственной масличной культурой в Беларуси, посевные площади которой увеличиваются с каждым годом и уже превышают 450 тыс. га. В настоящее время валовой сбор рапса превысил 1 млн тонн, а средняя урожайность за 2024–2025 гг. составила 22,8 ц/га [1]. Расширение площадей влечет за собой увеличение распространения и развития болезней, которые снижают урожай и его качество. В основном это болезни грибной этиологии, которые поражают растения данной культуры на протяжении всей вегетации. В посевах озимого рапса широко распространены возбудители альтернариоза, склеротиниоза, фомоза, серой и корневой гнили, а также бактериоза [2].

Альтернариоз (*Alternaria* spp.) поражает всходы, листовой аппарат, стручки и семена рапса. Развитие болезни на листьях составляет до 10 %, стручках – 50 %, а инфицированность семян достигает 100 %. Вредоносность альтернариоза выражается в уменьшении длины стручка, количества и массы семян в нем. Потеря массы семян в целом с одного растения достигает 80 %. Стручки формируются щуплыми, масса 1000 семян снижается до 40 % [3].

Склеротиниоз, или белая гниль *(Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary*)* поражает надземные органы растений рапса в течение всего пе-

риода вегетации. Болезнь способна снизить урожайность рапса на 40 %, ухудшить посевные качества семян, а также значительно снизить масличность культуры [4].

Фомоз (*Phoma lingam* (Tode) Desm.) проявляется на всходах и взрослых растениях рапса. При заражении всходов вызывает их гибель. На листовом аппарате, стручках и стеблях появляются светло-серые пятна с пикнидиальным спороношением гриба, распространяясь ниже на прикорневую и корневую систему, вызывает язвы и сухую гниль. Растения отстают в росте и полегают, семена в больных стручках формируются мелкие и тусклые, потери урожая достигают 50 %.

Корневая гниль рапса вызывается такими возбудителями, как *Fusarium spp., Rhizoctonia solani* J.G. Kühn*, S. sclerotiorum, Alternaria* spp., *Pythium* spp., *P. lingam.* При раннем поражении растения погибают, при позднем на корневой системе образуются опоясывающие темно-бурые пятна и корни отмирают. Потери урожая превышают 50 % [3, 4].

Бактериоз (*Xanthomonas campestris Dowson*) на озимом рапсе развивается еще до ухода растений в зиму, внешне не имеет проявлений, обнаруживается при продольном разрезе корней в виде полости. Весной розетка листьев легко отделяется, корни ослизняются, и растения гибнут. Пораженные растения могут образовывать новые листья и продолжать свою вегетацию, но с отставанием в росте и развитии, недобор урожая составляет 30–40 % [2].

Известно, что многие болезни передаются через семенной материал. Посев зараженными семенами приводит к распространению болезней, тем самым создаёт очаг инфекции в посевах. Фитоэкспертиза (фитопатологическая экспертиза семян) позволяет на начальном этапе выявить пораженность семян различными фитопатогенами, определить качество семенного материала [5].

Фитоэкспертиза семян 11 сортов и 2 гибридов рапса озимого проводилась в лабораторных условиях в чашках Петри согласно ГОСТу 10583-76. Видовую принадлежность возбудителей болезней определяли путём микроскопирования с использованием справочной литературы по определению болезней и видов грибов. Всхожесть и энергию прорастания семян определяли в соответствии с ГОСТ 12038-84, подсчитывая процент проросших семян на 7-е и 3-е сутки соответственно**.**

В составе семенной инфекции преобладали микромицеты рода *Alternaria* (*A. brassicae* и *A. brassicicola),* распространенность варьировала от 1,0 до 13,0 %, а в среднем по образцам составила 7,7 % (табли-

ца). Инфицированность грибами рода *Fusarium spp. (F. oxysporum* и *F. sporotrichioides)* в среднем составила 2,8 %, серой гнили (*Botrytis spp.)* – 0,5 %. Зараженность сапротрофными возбудителями плесневения семян *Penicillium spp*. и *Mucor spp*. – 1,3 %. Присутствие бактериоза отмечалось в единичных случаях – 0,3 %. Под воздействием данных видов фитопатогенов снизилась лабораторная всхожесть семян рапса на 5,2 % и энергия прорастания 6,6 %, а в среднем по сортам и гибридам рапса составила 94,8 % и 93,4 % соответственно.

По результатам проведенной фитопатологической экспертизы установлено, что сорта и гибриды рапса озимого в среднем характеризуются невысокой распространенностью семенной инфекции, однако отмечается снижение лабораторной всхожести и энергии прорастания семян. Преобладающими видами фитопатогенного комплекса являются грибы родов *Alternaria spp.* и *Fusarium spp.,* присутствуют также возбудители плесневения семян *Penicillium spp*. и *Mucor spp.*

Таким образом, фитопатологическая экспертиза является неотъемлемой частью предпосевной подготовки семян, на результаты которой необходимо ориентироваться при выборе протравителя семян против возбудителей грибной инфекции.

Таблица – Инфицированность семян сортов и гибридов рапса озимого возбудителями болезней, 2024–2025 гг.

№	A, %	B, %	Инфицированность семян, %				
			Alternaria spp.	*Fusarium spp.*	*Botrytis spp.*	*Penicillium spp., Mucor spp.*	*Xanthomonas campes tris*
1	98,0	97,0	9,0	4,0	1,0	0,0	0,0
2	100,0	100,0	5,0	2,0	2,0	0,0	0,0
3	98,0	96,0	8,0	4,0	0,0	3,0	0,0
4	99,0	98,0	7,0	2,0	1,0	1,0	0,0
5	96,0	96,0	13,0	1,0	0,0	3,0	1,0
6	100,0	98,0	6,0	6,0	1,0	0,0	0,0
7	98,0	98,0	8,0	2,0	1,0	0,0	0,0
8	98,0	96,0	10,0	4,0	0,0	0,0	0,0
9	100,0	100,0	6,0	4,0	0,0	1,0	0,0
10	100,0	98,0	9,0	2,0	1,0	1,0	0,0
11	82,0	78,0	12,0	4,0	0,0	1,0	1,0
12	82,0	80,0	1,0	0,0	0,0	1,5	1,0
13	82,0	79,0	6,3	2,0	0,0	5,0	1,0
x̄	**94,8**	**93,4**	**7,7**	**2,8**	**0,5**	**1,3**	**0,3**

Примечание – А– всхожесть семян, В– энергия прорастания семян

Литература

1. https://oleoscope.com/news/urozhaj-rapsa-v-belorussii-prevysit-1-1-mln/

2. Пауль, Ф. Х. Рапс (Болезни. Вредители. Сорные растения) / Ф. Х. Пауль. – Минск : Дивимедиа, 2010. – 132 с.

3. Лешкевич, Н. В. Биологические пороги вредоносности альтернариоза в посевах озимого рапса, в условиях Республики Беларусь / Н. В. Лешкевич // Земледелие и защита растений. –2020.№ 2 (129).– С. 43–46.

4. Сердюк, О. А. Болезни масличных культур семейства капустные в условиях Краснодарского края / О. А. Сердюк, Э. Б. Бочкарева, В. Т. Пивень // Защита и карантин растений. – 2011. – №3. – С. 50–53.

5. Фитопатологическая экспертиза семян полевых культур (диагностика возбудителей, эффективность препаратов для предпосевной обработки семян) : метод. рекомендации / Г. В. Будевич, Ю. А. Сущевич, Ю. К. Шашко, М. Н. Шашко, М. В. Кадырова, Ю. А. Дашкевич, О. В. Мядель, Е. В. Заремба, М. В. Подорский. – Минск : ИВЦ Минфина, 2022. – 51 с.

INFECTION OF WINTER RAPE SEEDS WITH DISEASE AGENTS
O. V. Myadel, E. S. Byk, M. N. Shashko

The main species of the pathogenic complex on winter rape seeds are the fungi Alternaria spp. and Fusarium spp. fungi, as well as Xanthomonas campestris (Xcc) and seed mold pathogens Penicillium spp. and Mucor spp. This pathogenic complex has reduced laboratory seed germination by 5.2% and germination energy by 6.6%.

УДК 633.853494«321»:579.64:631.559

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭЛЕМЕНТЫ УРОЖАЯ ЯРОВОГО РАПСА

А. А. Счастная
РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси», e-mail: hannashchasnaya@gmail.com

Современное интенсивное растениеводство немыслимо без использования удобрений, регуляторов роста и онтогенеза растений, контроля численности вредителей и полезных микро- и макроорганизмов [1, 2].

Целью исследований являлось установление влияния доз и сроков применения микробиологических препаратов (Экобактер-Терра, Ж, Байкал ЭМ-1, Ж, Гордебак, Ж) на рост и развитие растений ярового рапса, формирование урожайности.

Применяемые микробиологические препараты обладают хозяйственно ценными свойствами (азотфиксация, фосфатмобилизация, уча-

ствуют в синтезе биологически активных веществ) и являются важным приемом экологического земледелия, способствующим повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Кроме этого, они обладают также мощными антистрессовым и иммуностимулирующим свойствами и при их использовании значительно сокращается число повторных заражений растений бактериальными и грибными инфекциями.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, подстилаемая с глубины 0,7–1,0 м мореным суглинком, мощность пахотного слоя 20 см. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: pH_{KCl} – 6,29, содержание подвижных форм фосфора – 236 мг/кг, обменного калия – 217 мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,75 %. Предшественник – озимые зерновые.

На опытном участке в осенний период перед вспашкой вносились фосфорные (P_{40}) и калийные (K_{120}) удобрения. Азотные удобрения вносились под предпосевную обработку в виде карбамида (N_{40}) и сульфата аммония (N_{60}). Дополнительно в начале фазы стеблевания проведена подкормка карбамидом в дозе N_{50}. В период вегетации ярового рапса проведена химическая защита от сорняков, вредителей и болезней.

Изучаемые микробиологические препараты Гордебак, Ж; Байкал ЭМ-1, Ж; Экобактер-Терра, Ж согласно схеме опыта вносились в фазу стеблевания (ДК 30–33) и в фазу бутонизации (ДК 52–56) ярового рапса в двух дозах – 1,0 л/га и 2,0 л/га.

В период вегетации в соответствии с методикой проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием ярового рапа, учёт элементов структуры урожая. Следует отметить, что изучаемые препараты способствуют увеличению количества стручков, количества семян в стручке, массы 1000 семян по сравнению с фоновым вариантом, также прослеживалась тенденция к увеличению данных показателей при повышении дозы внесения с 1,0 л/га до 2,0 л/га (таблица).

Анализируя данные по урожайности за годы исследований, можно отметить, что наибольший эффект наблюдается при внесении препарата Экобактер-Терра, Ж в фазу стеблевания ярового рапса (ДК 30–33) с дозой 2,0 л/га. Прибавка урожайности по отношению к фоновому варианту в этом случае достигает 3,8 ц/га или 20,7 %. При использовании препарата Гордебак, Ж прибавка в зависимости от дозы увеличивается от 1,9 ц/га до 3,4 ц/га или 10,4 % и 18,5 % соответственно.

Таблица – Влияние микробиологических препаратов на урожайность и элементы урожая ярового рапса (2023-2025 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Число стручков на растении, шт.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность	
					ц/га	±, %
Фаза стеблевания (ДК 30–33)						
$N_{150}P_{40}K_{120}$ – фон	-	116,2	27,3	3,82	18,3	-
Фон + Гордебак, Ж	1,0	124,6	27,9	4,29	20,2	10,4
	2,0	134,9	28,2	4,42	21,7	18,5
Фон + Байкал ЭМ-1, Ж	1,0	125,3	27,8	4,06	19,0	3,8
	2,0	131,0	28,1	4,15	20,1	9,8
Фон + Экобактер-Терра, Ж	1,0	133,3	28,0	4,30	21,5	17,5
	2,0	136,5	28,5	4,46	22,1	20,7
Фаза бутонизации (ДК 52–56)						
$N_{150}P_{40}K_{120}$ – фон	-	115,9	27,3	3,71	17,5	-
Фон + Гордебак, Ж	1,0	122,5	27,8	4,20	18,7	6,8
	2,0	129,8	28,2	4,26	19,8	13,1
Фон + Байкал ЭМ-1, Ж	1,0	119,4	27,9	4,11	17,9	2,3
	2,0	124,2	28,1	4,24	19,4	10,8
Фон + Экобактер-Терра, Ж	1,0	123,6	27,6	4,30	19,5	11,4
	2,0	130,5	28,4	4,36	20,4	16,6

При использовании препаратов в фазу бутонизации (ДК 52–56) эффективность меньше, чем в фазе стеблевания (ДК 30–33). Увеличение урожайности в фазу бутонизации (ДК 52–56) также отмечается при использовании всех изучаемых препаратов с увеличением дозы внесения с 1,0 л/га до 2,0 л/га. Наибольший эффект наблюдается от внесения Экобактер-Терра, Ж в дозе 2,0 л/га, урожайность составляет 20,4 ц/га, что на 2,9 ц/га или 16,6 % выше фонового варианта.

При использовании препарата Гордебак, Ж также получена высокая эффективность. Прибавка составляет от 1,2 ц/га (1,0 л/га) до 2,3 ц/га (2,0 л/га) или 6,8 % и 13,1 % соответственно.

Таким образом, применение препаратов Экобактер-Терра, Ж и Гордебак, Ж в фазу стеблевания в дозе 2,0 л/га обеспечивает прибавку урожайности от 18,5 % до 20,7 % и улучшает элементы структуры урожая.

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания) / Я. Э. Пилюк – Минск : Бизнесофсет, 2007. – 239 с.

2. Рапс / Я. Э. Пилюк, И. С. Матыс, О. А. Пикун, А. В. Бакановская, Н. Н. Бобко, Е. С. Бык // Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2019. – С. 5.

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE YIELD AND HARVEST ELEMENTS OF SPRING RAPE

A. A. Schastnaya

The paper presents the results of the three-year research (2023–2025) on the impact of microbiological preparations on spring rape yield in Vitebsk region. It was established that the application of Ecobacteria-Terra, L and Gordebak, L at the stem formation stage at a rate of 2.0 l/ha provided the maximum yield increase (up to 20.7 % or +3.8 c/ha) and improved the harvest structure (number of pods, number of seeds per pod and the 1000-grain weight).

УДК 633.853.494

СОЗДАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СЕМЕННОГО ТРАВОСТОЯ ЯРОВОГО РАПСА СОРТА БИЗОН ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

С. Е. Сергеева, В. Т. Воловик

ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса», e-mail: mesvetlanka@mail.ru

В сельскохозяйственном производстве Нечерноземной зоны благодаря биологическим особенностям все большее значение приобретают культуры семейства капустные (рапс, сурепица, горчица белая, редька масличная). В кормопроизводстве используют зеленую массу и приготовленный из нее силос; семена и отходы их переработки – жмых и шрот (в качестве высокобелковых и энергетических добавок). Культуры широко используют в основных, летних поукосных и пожнивных посевах, которые могут обеспечивать животных зеленым кормом в осенний период, вплоть до установления устойчивого снежного покрова [1]. Яровой рапс является одной из важнейших масличных и кормовых культур для центральных областей России. Увеличению площадей посевов культуры должны способствовать внедрение новых высокоурожайных сортов и технологий возделывания, позволяющих получать высокий урожай [2]. Технологическое направление является важным и значительным для рационального использования и экономии энергоресурсов в сельском хозяйстве [3]. Рапс считается одной из

самых урожайных масличных культур среди крестоцветных и отличается высоким содержанием жира (до 52,1 %) и белка (до 28,2 %) в семенах [4]. По валовому производству масла в мире за последние 30 лет рапс переместился с пятого на третье место [5].

Формирование оптимальной структуры семенного травостоя ярового рапса – комплексный процесс, который включает регулирование густоты стояния растений, выбор норм высева, а также учёт биологических особенностей культуры. Структура семенного травостоя рапса состоит из несколько ключевых параметров, которые влияют на семенную продуктивность: число семян на растении, число стручков на растение, число семян в стручке, масса 1000 семян.

Для изучения оптимального травостоя ярового рапса был выбран сорт Бизон. Для сорта характерна измененная архитектоника. Анализ структуры урожая показал зависимость элементов структуры от густоты стояния растений (таблица). Высота крепления нижнего стручка является ключевым хозяйственным признаком у ярового рапса. Данный параметр напрямую влияет на потери урожая при механизированной уборке: низкое расположение стручков увеличивает риск их повреждения и недобора семян. Установлено, что с увеличением густоты стояния наблюдалось увеличение высоты прикрепления нижней ветви с 28,2 до 36,9 см.

Таблица – Структура урожая ярового рапса сорта Бизон (среднее за 2019-2024 гг.)

Густота, шт/м^2	Количество побегов, шт.			Количество стручков, шт/раст.			Количество семян в 5 стручке, шт.	Масса 1000 семян, г
	I порядка	II порядка	всего	на главной ветви	на боковой ветви	всего		
59	4,3	4,0	8,3	25,5	55,3	80,8	23,1	4,1
82	3,7	3,2	6,9	21,8	54,0	75,8	23,8	4,1
88	3,9	4,0	7,9	22,3	55,9	78,1	22,5	4,0
113	3,1	2,3	5,4	20,7	44,0	64,7	21,8	4,0
*85,5± 22,18	*3,7± 0,50	*3,4± 0,80	*6,9± 1,29	*22,50± 2,06	*52,3± 5,58	*74,9± 7,06	*22,8± 0,85	*4,0± 0,05

Примечание * – Среднее ± стандартное отклонение

Уплотнение посевов усилило конкуренцию растений за свет, воду и питательные вещества. В результате, каждое растение стало менее

продуктивным: сократилось количество побегов (с 8,3 до 5,4 шт.), стручков (с 80,8 до 64,7 шт.), семян в стручке (с 23,1 до 21,8 шт.). Установлено, что с уменьшением густоты стояния растений наблюдается компенсация семенной продуктивности за счет более интенсивного образования боковых побегов и стручков на растении. Более высокая урожайность была получена при густоте стояния 82 шт/м^2 – 19,1 ц/га. Дальнейшее увеличение густоты привело к снижению урожайности до 18,4 ц/га.

В загущённых посевах наблюдается угнетение растений – оно проявляется в слабом ветвлении и снижении количества стручков, а также числа семян в каждом стручке, вследствие чего снижается индивидуальная продуктивность растений. Повышенная густота способствует формированию более мелких семян с пониженным содержанием масла и ценных компонентов, что обуславливает необходимость комплексного подхода к оптимизации густоты – с учётом как урожайности, так и качества продукции. Максимальное количество масла 0,79 и 0,85 т/га получили при густоте 59–82 шт/м^2 .Наибольший сбор белка 0,43 т/га также наблюдался на этих же вариантах.

Таким образом, исследование структуры семенного травостоя ярового рапса позволило выявить закономерность: повышение густоты стояния приводит к снижению числа ветвей, стручков, количества семян в стручке и массы тысячи семян. Оптимальная густота стояния повышает урожайность. Высокая семенная продуктивность культуры подтверждает целесообразность возделывания ярового рапса на семена с целью увеличения объёмов высококачественного растительного масла и кормового белка.

Литература

1. Воловик, В.Т. Рапсосеяние в Нечерноземной зоне и его роль в производстве растительного масла и высокобелковых концентрированных кормов / В. Т. Воловик, М. Ю. Новоселов, Т. В. Прологова // Адаптивное кормопроизводство: электрон. науч. ж-л. 2013. № 1 (13). С. 14–20. [Электронный ресурс]. URL: http://www.adaptagro.ru/images/journals/afp1302.pdf (дата обращения: 25.01.2018).

2. Новоселов, Ю.К. Стратегия совершенствования сырьевой базы для производства растительного масла и высокобелковых кормов / Ю. К. Новоселов, В. Т. Воловик, В. В. Рудоман // Кормопроизводство. – 2008. – № 10. – С.2–5.

3. Савенков, В. П. Научно-практические основы управления агротехнологиями производства ярового рапса / В. П. Савенков, В. В. Карпачев. – Липецк : изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017. – 461 с.

4. Низова, Г. К. Биохимическое изучение ярового и озимого рапса из коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова / Г. К. Низова, А. Г. Дубовская // Аграрная Россия. – 2006. – № 6. – С. 37–40.

5. Жолик, Г.А. Особенности формирования урожая семян ярового и озимого рапса в зависимости от элементов технологии и факторов среды / Г. А. Жолик – Горки: БГСХА, 2006. – 188 с.

CREATING THE OPTIMAL SEED STRUCTURE FOR SPRING RAPE OF THE BISON VARIETY TO OBTAIN HIGH SEED PRODUCTIVITY

S. E. Sergeeva, V. T. Volovik

The paper presents the results of the research on the formation of the optimal structure of the seed grass stand of spring rape. Increased density of plants causes a reduction in the number of branches, pods and seeds on an individual plant and leads to a decrease of the 1000-grain weight. This pattern allows choosing the optimal density in order to get the maximum yield. Due to the high seed productivity the cultivation of spring rape for seeds is an effective way to increase the production of valuable vegetable oil and feed protein.

УДК 633.853.494:631.816.35

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА

Е. М. Чирко, В. Н. Халецкий, Г. А. Нестерчук, Т. В. Гончаревич
РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси»
e-mail: haletsky@tut.by

Рапс является основной масличной культурой Республики Беларусь. Рапсовое масло содержит 30 видов жирных кислот практически в идеальном для человеческого организма соотношении, что способствует понижению уровня холестерина в организме, снижению за счет этого вероятности образования тромбов. По содержанию жира и белка семена рапса превосходят сою и лишь немного уступают подсолнечнику [1, 2].

Некорневые подкормки в посевах озимого рапса – эффективный способ повышения урожайности и качества продукции, особенно при дефиците элементов питания, неблагоприятных почвенных или погодных условиях. Они позволяют быстро восполнить недостаток отдельных макро- или микроэлементов, а также совместить подкормку с обработкой средствами защиты растений.

В настоящее время многие компании агрохимической отрасли выпускают качественно новые виды удобрений, содержащие помимо

традиционного набора макро- и микроэлементов органические соединения, в том числе аминокислоты.

Целью наших исследований являлось изучение эффективности некорневого применения новых форм комплексных удобрений Локаль P-K-S-Mg+амино и Локаль PK+амино отечественного производства в посевах озимого рапса, возделываемого на маслосемена.

Полевые опыты проводились в 2024–2025 гг. на посевах сорта озимого рапса Николай, выращиваемого на полях с дерново-подзолистой рыхло-супесчаной почвой, среднеобеспеченной подвижными формами фосфора и калия. Фон минерального питания – $N_{170}P_{50}K_{170}$. Некорневое внесение изучаемых комплексных удобрений (2 + 2 л/га) проводилось осенью в фазу 4–6 листьев и весной в фазу стеблевания.

Как показали результаты исследований, при применении некорневых подкормок комплексными удобрениями достоверно повышается урожай маслосемян рапса озимого на 2,3–2,9 ц/га или на 8,3 и 10,5 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние некорневой подкормки озимого рапса комплексными удобрениями на урожай маслосемян озимого рапса

Вариант	Урожайность, ц/га	± к фону, ц/га
Фон ($N_{170}P_{50}K_{170}$)	27,6	-
Фон + Локаль PK + амино	29,9	2,3
Фон + Локаль P-K-S-Mg + амино	30,5	2,9
$НСР_{05}$	2,1	

По результатам биометрических учетов установлено, что изучаемые препараты не оказывали влияния на густоту стеблестоя культуры и на увеличение боковых ветвей (по отношению к фону). Высота растений также изменялась незначительно.

В то же время выявлены положительные тенденции действия некорневых подкормок комплексными удобрениями Локаль PK+амино и Локаль P-K-S-Mg+амино на число стручков на растении (+4,0 % и +5,6 % к фону соответственно) и на крупность семян. В частности, масса 1000 семян при внесении Локаль PK+амино увеличилась на 6,1 % по отношению к фону (таблица 2).

Маслосемена рапса по вариантам опыта были проанализированы в лаборатории биохимических исследований на содержание белка (методом Къельдаля) и жира (по Сокслету). Установлено, что при двукратном (осенью и весной) применении комплексных удобрений Ло-

каль РК+амино и Локаль Р-К-S-Mg+амино для некорневой подкормки озимого рапса отмечаются положительные тенденции повышения качества продукции (таблица 3).

Таблица 2 – Влияние некорневых подкормок на элементы структуры урожая озимого рапса

Вариант	Число стручков, шт/раст.	Число семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г
Фон ($N_{170}P_{50}K_{170}$)	125,0	20,0	5,75
Фон + Локаль РК + амино	130,0	20,0	6,10
Фон + Локаль Р-К-S-Mg + амино	132,0	18,0	5,81

Таблица 3 – Содержание жира и белка в маслосеменах озимого рапса

Вариант	Содержание масла, %	Сбор масла, кг/га	Содержание протеина, %	Сбор сырого протеина, кг/га
Фон ($N_{170}P_{50}K_{170}$)	41,1	1134,0	21,2	585,0
Фон + Локаль РК +амино	41,7	1247,0	21,6	646,0
Фон + Локаль Р-К-S-Mg+амино	44,2	1348,0	21,7	662,0

Так, за счет применения удобрения Локаль РК+амино содержание масла повысилось на 0,6 процентных пункта, протеина – на 0,4 процентных пункта, что обеспечило увеличение общего сбора масла и сырого протеина с 1 га. Под влиянием препарата Локаль Р-К-S-Mg+амино отмечено повышение масличности на 3,1 процентных пункта, белковости – на 0,5 процентных пункта.

Стоимость (в ценах урожая 2025 г.) дополнительно полученной продукции (маслосемян рапса) от некорневой обработки посевов комплексными удобрениями Локаль РК+амино и Локаль Р-К-S-Mg+амино окупает затраты на приобретение и внесение данных препаратов в 6,0 - 6,9 раза.

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси: биология, селекция и технология возделывания. – Минск : Бизнесофсет, 2007. – 239 с.

2. Пилюк, Я. Э. Рапс – основная масличная культура Республики Беларусь / Я. Э. Пилюк, О. А. Пикун, А. В. Бакановская // Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию // Рапс: настоящее и будущее: к 30-летию возделывания рапса в Беларуси : матер. III Междун. науч.-практ. конф., Жодино, 15–16 сент. 2016 г. – Минск, 2016. – с. 36–40.

EFFICIENCY OF FOLIAR APPLICATION IN WINTER RAPE

E. M. Chirko, V. N. Khaletsky, G. A. Nesterchuk, T. V. Goncharevich

Foliar application of the complex fertilizers Lokal PK+amino and Lokal P-K-S-Mg+amino at a rate of 2 l/ha (at the 4-6 leaves stage) + 2 l/ha (at the stem formation stage) provides an additional increase of the oil seeds yield of winter rape by 2.3–2.9 c/ha, as well as the increase of oil and protein content in them.

УДК 633.853.494 «321»:632.954:631[531.04+84]:631.559

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ, СРОКОВ СЕВА И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛОСЕМЯН ЯРОВОГО РАПСА

С. Ю. Храмченко

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Рапс является одной из наиболее урожайных и ценных масличных культур Республики Беларусь. Получить высокий урожай маслосемян культуры можно только при соблюдении технологии выращивании рапса ярового, а именно внесения рациональных доз азотных удобрений, соблюдения сроков сева, применения фунгицидов, инсектицидов и т.д.

Исследования проводились в 2020–2022 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе, Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая связносупесчаная, подстилаемая с глубины более 100 см моренным суглинком. Предшественник рапса ярового – яровые зерновые культуры. Норма высева – 1,7 млн всхожих семян на гектар. Учетная площадь делянки – 20 м^2, повторность – 4-кратная. Учет урожайности проводили методом сплошного обмолота комбайном Classic поделяночно с пересчетом на 10 % влажность.

Схема опыта по изучению фунгицидов включала: 1. Контроль (без фунгицидов); 2. Пиктор (0,4 л/га) в фазу середины цветения рапса ярового (ДК 63–65); 3. Титул Дуо (0,32 л/га) в фазу середины цветения рапса ярового (ДК 63–65); 4. Пиктор (0,4 л/га) в фазу зеленого стручка

(ДК 73–75); 5. Титул Дуо (0,32 л/га) в фазу зеленого стручка (ДК 73–75); 6. Пиктор (0,4 л/га) в фазу желтого бутона (ДК 58-59) + Титул Дуо (0,28 л/га) в фазу зеленого стручка (ДК 73–75). Фунгициды изучали при трех уровнях азотного питания (N_{60}, N_{120} и N_{120+60}) на фоне $P_{60}K_{120}$ и при трех сроках сева рапса ярового Яровит: первый (ранний) – при прогревании почвы на + 5 ºС на глубине заделки семян, последующие – спустя 14 и 28 дней после предыдущего.

Технология возделывания рапса ярового на маслосемена – общепринятая для данной зоны [1]. Закладку опытов и статистическую обработку данных проводили согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова [2]. Распространенность и развитие болезней, расчет биологической эффективности фунгицидов проводили согласно методике регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве [3]. Учеты болезни проводили в день обработки, на 10 сутки после обработки и в фазу желто-зеленого стручка.

В среднем за три года исследований установлено достоверное влияние фунгицидов на хозяйственную эффективность в посевах рапса ярового (таблица).

Таблица – Влияние фунгицидов, сроков сева и фонов азотного питания на урожайность маслосемян ярового рапса (среднее за 2020–2022 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Срок применения	Урожайность маслосемян, ц/га		
			ранний срок посева	посев через 14 дней	посев через 28 дней
1	2	3	4	5	6
$N_{60}P_{60}K_{120}$					
Контроль	-	-	26,1	23,5	19,6
Пиктор	0,4	ДК 63-65	30,6	28,9	23,2
Титул Дуо	0,32	ДК 63-65	29,2	27,2	22,4
Пиктор	0,4	ДК 73-75	29,8	28,0	22,5
Продолжение таблицы					
1	2	3	4	5	6
Титул Дуо	0,32	ДК 73-75	28,2	27,0	21,8
Пиктор + Титул Дуо	0,4+ 0,28	ДК 58-59 + ДК 73-75	30,0	28,0	23,1
$N_{120}P_{60}K_{120}$					
Контроль	-	-	30,2	26,5	22,2
Пиктор	0,4	ДК 63-65	35,2	31,8	26,3
Титул Дуо	0,32	ДК 63-65	33,3	30,3	25,3
Пиктор	0,4	ДК 73-75	34,0	31,0	25,3

Продолжение таблицы					
1	2	3	4	5	6
Титул Дуо	0,32	ДК 73-75	32,1	28,7	24,8
Пиктор + Титул Дуо	0,4+ 0,28	ДК 58-59 + ДК 73-75	34,2	30,6	25,8
$N_{(120+60)}P_{60}K_{120}$					
Контроль	-	-	31,8	27,8	21,5
Пиктор	0,4	ДК 63-65	36,6	33,6	25,3
Титул Дуо	0,32	ДК 63-65	34,6	31,5	24,1
Пиктор	0,4	ДК 73-75	35,6	32,1	24,8
Титул Дуо	0,32	ДК 73-75	34,2	30,5	23,9
Пиктор + Титул Дуо	0,4+ 0,28	ДК 58-59 + ДК 73-75	36,2	34,1	25,6
$НСР_{05}$ фунгициды, А			0,84-1,21	0,92-1,18	0,84-1,24
$НСР_{05}$ дозы азота, В			1,25-1,52	1,14-1,29	1,16-1,28
$НСР_{05}$ сроки сева, С			1,16-1,26	1,12-1,24	1,18-1,44

Урожайность маслосемян этой культуры достоверно повышалась при применении фунгицидов Пиктор, КС и Титул Дуо, ККР при раннем (первом) сроке сева на 1,9–5,0 ц/га или на 6,3–16,6 % в зависимости от препарата, срока его внесения и уровня азотного питания. Наибольшая средняя урожайность маслосемян рапса ярового за 2020–2022 гг. была получена при внесении фунгицида Пиктор, КС (0,4 л/га) в фазу цветения культуры (ДК 63–65) при раннем (первом) сроке сева и на всех уровнях азотного питания: N_{60} – 30,6 ц/га, N_{120} – 35,2 ц/га и N_{120+60} – 36,6 ц/га.

При втором сроке сева (через 14 дней после раннего) урожайность культуры в среднем по вариантам с применением фунгицидов составила 27,8 ц/га (N_{60}), 30,5 ц/га (N_{120}) и 32,4 ц/га (N_{120+60}), что ниже на 6,1–9,8 % по сравнению с первым (ранним) сроком сева. Максимальная урожайность маслосемян рапса ярового в среднем за 2020–2022 гг. при втором сроке сева была получена при внесении фунгицида Пиктор, КС (0,4 л/га) в фазу цветения культуры (ДК 63-65) на всех уровнях азотного питания: N_{60} – 28,9 ц/га, N_{120} – 31,8 ц/га и N_{120+60} – 33,6 ц/га.

При третьем сроке сева (через 28 дней после раннего) урожайность рапса ярового в среднем по вариантам с применением фунгицидов снизилась до 22,6 ц/га (N_{60}), 25,5 ц/га (N_{120}) и 24,7 ц/га (N_{120+60}), что ниже соответственно на 23,6 %, 24,6 % и 30,2 % по сравнению с первым (ранним) сроком сева. Выявлено, что при позднем сроке сева максимальная урожайность маслосемян рапса ярового 26,3 ц/га была получена при применении препарата Пиктор, КС (0,4 л/га) в фазу цвете-

ния при внесении 120 кг/га д.в. азота. Внесение фунгицидов и увеличение уровня азотного питания от 60 до 120 кг/га способствовало достоверному росту урожайности семян рапса ярового на всех изучаемых сроках сева. Внесение азота в дозе 180 кг/га в посевах этой культуры было эффективным только при ранних (апрельских) сроках сева.

Альтернариоз – одно из основных заболеваний посевов рапса ярового в Беларуси. Наши наблюдения показали, что альтернариоз выявлен на растениях рапса ярового во всех вариантах опыта. Исследованиями установлено, что биологическая эффективность изучаемых фунгицидов была выше при раннем и оптимальном сроках сева рапса ярового и снижалась при увеличении доз азотных удобрений. Обработка рапса ярового фунгицидами Пиктор, КС (0,4 л/га) и Титул Дуо, ККР (0,32 л/га) в фазу цветения или в фазу зеленого стручка культуры при раннем сроке сева обеспечила самую высокую их биологическую эффективность – 83,4–88,8 % и 76,1–83,4 % соответственно.

Таким образом, наибольшая урожайность маслосемян рапса ярового 28,2–36,6 ц/га была получена при первом (раннем) сроке сева. Применение фунгицидов Пиктор, КС и Титул Дуо, ККР в зависимости от препарата, срока его внесения и уровня азотного питания обеспечило прибавку урожайности 1,9–5,0 ц/га или 6,3–16,6 %. Выявлено, что биологическая эффективность изучаемых фунгицидов была выше при раннем и оптимальном сроках сева рапса ярового и снижалась при увеличении доз азотных удобрений. Установлено, что внесение азота в дозе 180 кг/га в посевах этой культуры было эффективным только при ранних (апрельских) сроках сева.

Литература

1. Возделывание ярового рапса на маслосемена. / Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разраб. : Ф. И. Привалов [и др.] ; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск : Беларус. навука, 2012. – С. 380–395.

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

3. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. С. Ф. Буга // Институт защиты растений. – Несвиж, 2007. – 512 с.

INFLUENCE OF FUNGICIDES, SOWING DATES AND NITROGEN FERTILIZERS ON THE YIELD OF SPRING RAPE OIL SEEDS

S.Yu. Khramchenko

The article demonstrates the results of a comprehensive study on the effect of the fungicides Pictor and Titul Duo, sowing dates and nitrogen fertilization rates (N_{60}, N_{120} и $N_{(120+60)}$) on the yield of spring rape oil seeds. It was identified that the biological efficiency of the studied fungicides was higher with early and optimal sowing dates and decreased with increasing nitrogen fertilizers rates.

УДК 633.853.494 «321»:631[811.98+531.04+84]:631.559:632.165

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА, СРОКОВ СЕВА И ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ, МАСЛИЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОЛЕГАНИЮ РАПСА ЯРОВОГО

С. Ю. Храмченко, Я. Э. Пилюк

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

В технологии возделывания рапса ярового на маслосемена важнейшими элементами являются: применение регуляторов роста растений, оптимальные сроки сева и внесение минеральных удобрений.

Исследования проводились в 2020–2022 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе, Минской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая связносупесчаная, подстилаемая с глубины более 100 см моренным суглинком. Содержание подвижных форм фосфора – 227–250 мг/кг, обменного калия – 341–395 мг/кг почвы, гумуса – 2,50–2,99 %, pH_{KCl} – 5,6–6,0. Учетная площадь делянки – 20 м^2, повторность 4-кратная. Норма высева рапса ярового 1,7 млн всхожих семян на гектар. Предшественник – яровые зерновые культуры.

Учет урожайности проводили методом сплошного обмолота комбайном Classic поделяночно с пересчетом на 10 % влажность. Технология возделывания рапса ярового на маслосемена – общепринятая для данной зоны [1]. Статистическую обработку данных осуществляли по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (1985) [2]. Оценку устойчивости к полеганию растений рапса ярового в полевых условиях проводили по инструментальной (5-балльной шкале) по математической формуле В. С. Кузнецова [3]. Предметом исследования были препараты Карамба Турбо (0,7 л/га), Рэгги (1,2 л/га), которые вносили в фазу 4–6 настоящих листьев культуры (ДК 14–16) или в фазу стеблевания

рапса ярового (ДК 31–33), а также при двукратном их применении. Регуляторы роста в посевах рапса ярового изучали при 3 уровнях азотного питания (N_{60}, N_{120} и N_{120+60}) на фоне $P_{60}K_{120}$ при посеве в три срока: первый (ранний) – при прогревании почвы на + 5 ºС на глубину заделки семян, последующие – спустя 14 дней после предыдущего, согласно схеме опыта (таблица). Азотные удобрения (N_{60}, N_{120}) вносили в предпосевную культивацию, а дозу азота N_{120+60} вносили дробно: 2/3 дозы – (N_{120}) в предпосевную культивацию и (N_{60}) – в подкормку в фазу стеблевания.

Исследованиями установлено, что наибольшее влияние из изученных приемов технологии на формирование урожайности маслосемян рапса ярового оказывают сроки сева и уровень азотного питания (таблица).

Установлена эффективность применения регуляторов роста на всех изученных дозах азотных удобрений (N_{60}; N_{120}; N_{120+60}) и при различных сроках сева. Наибольшая урожайность маслосемян рапса ярового 38,1–35,5 ц/га в среднем за 2020–2022 гг. получена при первом (ранневесеннем) сроке сева при внесении азотных удобрений N_{120+60} и N_{120} и при применении регуляторов роста Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания культуры и Рэгги (1,2 л/га) в фазу 4–6 листьев или стеблевания культуры.

Использование регуляторов роста при возделывании рапса ярового на маслосемена позволяет существенно (на 2,0–4,3 ц/га или на 7,6–21,1 %) увеличить урожайность этой культуры. Выявлена эффективность применения регуляторов роста на всех изученных уровнях азотных удобрений (N_{60}; N_{120}; N_{120+60}) и при различных сроках сева.

Важнейшим показателем качества рапса ярового является содержание жира в семенах. Установлено, что при увеличении доз азотных удобрений от N_{60} до N_{120} и N_{120+60} наблюдается снижение содержания жира в семенах рапса ярового с 44,2 до 40,0 %. Изучаемые регуляторы роста растений оказали наименьшее влияние на масличность. Так, содержание жира в семенах рапса ярового в среднем за 2020–2022 гг. при раннем сроке сева с применением регуляторов роста составило 43,9–44,3 % (N_{60}), 42,7–43,5 % (N_{120}) и 42,2–42,9 % (N_{120+60}). Наибольшее содержание жира (46,1 %) в маслосеменах рапса ярового было получено в 2022 г. при внесении регулятора роста Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания и на уровне азотного питания N_{120}. Самый высокий валовой сбор жира 13,3–16,3 ц/га был получен при раннем сроке сева на всех уровнях азотного питания и при внесении регулятора роста Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания.

Таблица – Влияние сроков сева, азотного питания и регуляторов роста на урожайность маслосемян рапса ярового (среднее за 2020-2022 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Срок применения	Урожайность маслосемян, ц/га		
			ранний срок посева	посев через 14 дней	посев через 28 дней
$N_{60}P_{60}K_{120}$					
Контроль	-	-	26,3	23,7	18,0
Карамба Турбо	0,7	ДК 14-16	28,3	25,9	20,9
Рэгги	1,2	ДК 14-16	29,2	25,7	20,5
Карамба Турбо	0,7	ДК 31-33	30,3	27,3	21,8
Рэгги	1,2	ДК 31-33	30,1	26,9	21,1
Карамба Турбо + Рэгги	0,6+0,9	ДК 14-16+ ДК 31-33	28,6	26,6	20,2
$N_{120}P_{60}K_{120}$					
Контроль	-	-	31,8	28,6	23,5
Карамба Турбо	0,7	ДК 14-16	34,6	31,6	25,8
Рэгги	1,2	ДК 14-16	35,5	31,3	25,6
Карамба Турбо	0,7	ДК 31-33	35,9	32,2	27,1
Рэгги	1,2	ДК 31-33	35,6	32,2	26,9
Карамба Турбо + Рэгги	0,6+0,9	ДК 14-16+ ДК 31-33	34,3	30,9	26,5
$N_{(120+60)}P_{60}K_{120}$					
Контроль	-	-	33,8	29,7	23,2
Карамба Турбо	0,7	ДК 14-16	36,4	32,5	26,2
Рэгги	1,2	ДК 14-16	37,4	32,6	26,0
Карамба Турбо	0,7	ДК 31-33	38,1	33,6	27,1
Рэгги	1,2	ДК 31-33	37,4	32,8	26,3
Карамба Турбо + Рэгги	0,6+0,9	ДК 14-16+ ДК 31-33	36,1	32,2	26,2
$НСР_{05}$ регуляторы роста, А			1,12-1,23	1,20-1,38	1,12-1,28
$НСР_{05}$ дозы азота, В			1,23-1,60	1,47-1,65	1,31-1,25
$НСР_{05}$ АВ			1,74-2,11	1,74-2,14	1,99-2,20

При посеве рапса ярового через 14 дней после наступления оптимальных сроков сева наблюдалось снижение содержания жира и валового сбора масла по отношению к раннему сроку сева в среднем по всем вариантам с применением регуляторов роста и на всех уровнях азотного питания. Посев рапса ярового через 28 дней от наступления оптимальных сроков сева оказал отрицательное влияние на содержание жира в маслосеменах рапса ярового и его валового сбора по отношению к раннему сроку сева.

Применение регуляторов роста в посевах рапса ярового оказало существенное влияние на устойчивость посевов к полеганию. При первом сроке сева в зависимости от препарата устойчивость к полеганию при N_{60} составила 3,8–4,5 балла, при N_{120} – 3,5–4,1 балла и при N_{120+60} – 3,0–3,8 балла, при втором – 3,5–4,1 балла (N_{60}), 3,6–4,1 балла (N_{120}), 3,5–4,0 балла (N_{120+60}) и при третьем (позднем) сроке сева – 3,0–3,8 балла (N_{60}), 3,2–3,7 балла (N_{120}), 3,1–3,7 балла (N_{120+60}). Наибольшая устойчивость к полеганию растений рапса ярового была установлена на вариантах с однократным внесением регулятора роста Карамба Турбо (0,7 л/га) или ретарданта Рэгги (1,2 л/га) в фазу 4–6 настоящих листьев культуры (ДК 14–16), которая в зависимости от уровня азотного питания и срока сева составила 3,4–4,5 балла. В вариантах опыта с внесением азотных удобрений в дозах 60 и 120 кг/га д.в. устойчивость растений рапса ярового к полеганию была выше, чем при N_{120+60}.

Таким образом, установлена максимальная урожайность маслосемян рапса ярового 38,1–35,5 ц/га в среднем за 2020–2022 гг. при первом (ранневесеннем) сроке сева при внесении азотных удобрений (N_{120+60} и N_{120}) и применении регуляторов роста Карамба Турбо (0,7 л/га) в фазу стеблевания культуры и Рэгги (1,2 л/га) в фазу 4–6 листьев или стеблевания культуры. Выявлено, что семена рапса ярового ранневесенних (апрельских) сроков сева характеризуются высоким содержанием жира (до 46,1 %), а также максимальным его сбором (15,7–16,3 ц/га) при условии внесения азотных удобрений от N_{120} до N_{120+60} на фоне $P_{60}K_{120}$ и применения регуляторов роста в фазу 4–6 настоящих листьев или стеблевания культуры.

Наибольшая устойчивость к полеганию растений рапса ярового установлена в вариантах с однократным внесением регулятора роста Карамба Турбо (0,7 л/га) или ретарданта Рэгги (1,2 л/га) в фазу 4–6 настоящих листьев культуры (ДК 14–16), которая в зависимости от уровня азотного питания и срока сева составила 3,4–4,5 балла.

Литература

1. Возделывание ярового рапса на маслосемена / Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию ; рук. разраб. : Ф. И. Привалов [и др.] ; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск : Беларус. навука, 2012. – С. 380–395.

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

3. Шаманин, В. П. Общая селекция и сортоведение полевых культур : учеб. пособие / В. П. Шаманин, А. Ю. Трущенко. – Омск : ОмГАУ, 2007. – 399 с.

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS, SOWING DATES AND NITROGEN FERTILIZERS RATES ON THE YIELD, OIL CONTENT AND RESISTANCE TO LODGING OF SPRING RAPE

S.Yu. Khramchenko, Ya. E. Piliuk

The research was conducted on the effects of growth regulators, sowing dates and nitrogen fertilizer rates on the yield of spring rape oil seeds, as well as its quality and resistance to lodging. It was established that the highest yield of spring rape oil seeds of 38.1–35.5 c/ha was obtained at the first (early spring) sowing date and with the application of nitrogen fertilizers (N_{120+60} and N_{120}) and growth regulators: Caramba Turbo (0.7 l/ha) at the stem formation stage and Reggy (1.2 l/ha) at the 4–6 leaf stage or stem formation stage.

УДК 633.853.494«324»:631.531.04:631.559

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОГО РАПСА

Я. Э. Пилюк, Т. Н. Лукашевич, Е. П. Решетник, О. В. Мядель, А. В. Шаповалов

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

Озимый рапс в настоящее время является одной из основных сельскохозяйственных культур в Беларуси. В семенах его содержится 40–50 % масла и 20–28 % белка, необходимого для жизнедеятельности человека и животных [1].

Сроки сева являются важным элементом в системе интенсивной технологии возделывания озимого рапса на маслосемена. Посев в оптимальные сроки создает наиболее благоприятные условия для прорастания семян и способствует оптимальному развитию растений в осенний период вегетации, лучшей перезимовке и формированию высокой урожайности озимого рапса [2].

Ранний срок посева рапса способствует дифференциации его органов и повышает способность к регенерации. Однако переросшие посевы легко повреждаются морозом, что приводит к угнетению их развития, нарушению закладки генеративных органов или полной гибели растений. Для нормальной перезимовки растения озимого рапса должны перед уходом в зиму накопить достаточное количество пластических веществ.

При опоздании с посевом от оптимально допустимых сроков 5–10 дней урожайность маслосемян рапса озимого в Центральной зоне Беларуси достоверно снижается, а риск гибели при перезимовке возрастает в 2–3 раза. Оптимальный срок посева рапса озимого обеспечивает хорошее развитие корневой системы, оптимальный диаметр корневой шейки при короткой длине точки роста [2].

Изучение сроков сева является весьма актуальным, особенно в связи с расширением посевных площадей рапса озимого в Республике Беларусь.

Исследования проводились в 2023–2025 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области. Почва опытного поля дерново-подзолистая супесчаная, pH – 6,0–6,14, содержание P_2O_5 – 186–242, K_2O – 225–345 мг/кг почвы, гумуса – 2,02–2,34 %,, Технология возделывания озимого рапса на маслосемена – общепринятая для данной зоны. Предшественник рапса озимого – ячмень. Исследования проводились при трех сроках сева (20 августа, 25 августа, 30 августа). Норма высева – 0,7 млн/га всхожих семян. Повторность опыта – четырехкратная, учетная площадь делянки – 15 $м^2$, размещение делянок – рендомизированное.

В течение вегетации осуществляли необходимые учеты и наблюдения согласно общепринятым методикам. Учет урожая маслосемян озимого рапса проводили методом прямого комбайнирования путем взвешивания вороха с каждой делянки с последующим пересчетом на 100 % чистоту и 10 % влажность. Статистическая обработка данных сделана по Б. А. Доспехову [3].

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались. Осень 2023 г. была теплой, особенно сентябрь (+1,9–6,1 ºС), сумма активных температур составила 866 ºС, или на 28,3 % выше среднемноголетней. Вегетационный период 2024 г. характеризовался избытком осадков в апреле, во второй декаде июня, июля и августа и глубокой засухой в мае (за месяц выпало 13,4 мм осадков) и дефицитом осадков в третьей декаде июня (65 %), в первой и третьей декадах августа (55 % и 67 % от нормы). В целом, год был очень теплым. Особенно жаркими были третья декада мая (+5,1 ºС), июня (+3,7 ºС), вторая декада июля (+3,9 ºС), третья декада августа (+5,1 ºС), в дневное время температура воздуха поднималась до +30–34 ºС. Однако в целом год был благоприятным для формирования урожайности рапса озимого.

В течение вегетационного периода 2025 г. погодные условия характеризовались недостатком осадков в апреле, их избытком во второй и третьей декадах мая, июне и второй декаде июля. Теплее обычного было в апреле (+1,4…+4,7 ºС), при этом днем температура поднималась до 27 ºС, а ночью опускалась до -3…-7 ºС. В первой и второй декадах мая среднесуточная температура воздуха была ниже нормы на 3,9–4,4 ºС или на 30–38,4 % с ночными заморозки до -3 ºС, в июне – температура была на 1,6–2,0 ºС или на 9,4-11,5 % ниже среднемноголетних показателей. Июль (период созревания семян) был влажным, теплым и благоприятным для формирования урожайности рапса озимого.

Урожайность рапса озимого на 70 % и более определяется его развитием в летне-осенний период. Выполнение технологических агроприемов, направленных на формирование оптимального состояния растений озимого рапса в это время, наиболее приближенных к оптимальной фазе его ухода в зиму, позволяет повысить зимостойкость и в дальнейшем получить хороший урожай этой культуры.

Установлено наукой и подтверждено практикой, что лучше всего противостоят неблагоприятным факторам перезимовки посевы озимого рапса с хорошо развитой корневой системой, у которых точка роста не превышает 3 см и скрыта в прикорневой розетке листьев. Площадь листьев (хорошо развитых растений) к площади посева оптимально должна иметь соотношение 0,9–1,5:1. При этом часть листьев может в зимне-весенний период отмирать, это явление обычное и, в целом, не влияет отрицательно на дальнейший рост и развитие растений. Повреждение точки роста или корневой шейки, наоборот, может привести к угнетению развития растений рапса озимого, или же просто к гибели посевов. Растения рапса, имеющие 8–10 листьев длиной 22–35 см, переносят непродолжительные морозы до -22 ºС, а недостаточно развитые растения, которые перед уходом в зиму имеют 4 листа, погибают уже при 10–12 ºС.

Исследованиями установлено, что максимальная урожайность маслосемян озимого рапса была получена в 2025 г. при оптимальном сроке сева – 44,0 ц/га. Так, в среднем за годы исследований при указанном сроке сева урожайность маслосемян составила 42,9 ц/га. При посеве через 5 и 10 дней после оптимального срока сева урожайность маслосемян снижалась на 9,4–25,1 ц/га или 21,9–58,5 % соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность маслосемян озимого рапса в зависимости от сроков сева

Срок сева	Урожайность семян, ц/га			Снижение к оптимальному сроку сева	
	2024 г.	2025 г.	среднее	ц/га	%
20 августа (оптимальный)	41,8	44,0	42,9	-	-
25 августа	37,5	29,5	33,5	9,4	21,9
30 августа	11,8	23,8	17,8	25,1	58,5
$НСР_{05}$	1,9	1,5			

Индивидуальная продуктивность растений озимого рапса зависела от сроков сева. Так, при оптимальном сроке сева число ветвей 1-го порядка было 9,4, число стручков на растении – 197 шт, семян в стручке – 25,1 шт. и масса 1000 семян – 5,61 г. При опоздании с посевом эти показатели снижались на 1,9–2,2 шт; 32–77 шт; 1,3–3,0 шт. и 0,51–0,61 г или 20,2–23,4 %; 16,2–39,1 %; 5,2–11,9 % и 9,1–10,8 % соответственно (таблица 2). Как показали наши исследования, оптимальный срок сева на 21,9–58,5 % определяет урожайность рапса озимого.

Таблица 2 – Элементы структуры урожая в зависимости от сроков сева озимого рапса (2024-2025 гг.)

Сроки сева	Число ветвей 1-го порядка	Число стручков на растении, шт.	Число семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г
20 августа (оптимальный)	9,4	197	25,1	5,61
25 августа	7,5	165	23,8	5,5
30 августа	7,2	120	22,1	5,1

Таким образом, максимальная урожайность озимого рапса получена при оптимальном сроке сева – 44,0 ц/га. При посеве через 5 и 10 дней после оптимального срока сева урожайность маслосемян снижалась на 9,4–25,1 ц/га или 21,9–58,5 % соответственно. Индивидуальная продуктивность растений озимого рапса зависела от сроков сева. При оптимальном первом сроке сева число ветвей 1-го порядка было 9,4, число стручков на растении – 197 шт, семян в стручке – 25,1 шт. и масса 1000 семян – 5,61 г. При опоздании с посевом эти показатели

снижались 2,2 шт.; 77 шт.; 3,0 шт. и 0,61 г или 23,4 %; 39,1 %; 11,9 % и 10,8 % соответственно.

Литература

1. Озимый рапс / Ф. И. Привалов, А. А. Аутко, В. В. Гракун, Я. Э. Пилюк, С. В. Сорока, И. А. Шаганов, М. П. Андрусевич, Ф. Ф. Седляр // Научные основы технологий возделывания озимых зерновых культур, рапса и кукурузы / А. А. Аутко [и др.] ; под общ. ред. А. А. Аутко, Ф. И. Привалова. – Минск, 2021. – Гл. 2. – С. 265–362.

2. Шекунова, С. Ф. Рапс: внимание к каждому приему / С. Ф. Шекунова // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 13. – С. 4-10.

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

INFLUENCE OF SOWING DATES ON THE YIELD OF WINTER RAPE OIL SEEDS

Ya. E. Piliuk, T.N. Lukashevich, E.P. Reshetnik, O.V. Myadel, A.V. Shapovalov

The paper presents the results of the research on the impact of different sowing dates on the yield and key elements of winter rape crop structure. It was established that winter rape achieved the highest oilseed yield of 41.9 c/ha when sown at the optimal recommended dates. The number of first-order formed branches was 9.4, the number of pods per plant was 197, the number of seeds per pod was 25.1, and the 1000-seed weight was 5.61.

УДК 633.853.494«321»:631.527.5:631.576

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ГИБРИДОВ F_1 РАПСА ЯРОВОГО (*BRASSICA NAPUS AESTIVA* L.) ПО КАЧЕСТВУ МАСЛОСЕМЯН

Я. Э. Пилюк, О. А. Пикун, А. В. Бакановская, И. А. Черепок, Е. В. Лапутько

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

В настоящее время рапс является основной масличной культурой в Республике Беларусь. Необходимость увеличения его возделывания на маслосемена обусловлена ростом спроса на растительное масло на внешних рынках для продовольственных целей и кормового белка для нужд отечественного животноводства, а также в качестве возобновляемого технического сырья, широко используемого в промышленности и транспорте [1, 2]. В мире производится около 90 млн тонн маслосемян рапса, что является третьим показателем их производства по-

сле сои и пальм. Широкое возделывание культуры, главным образом, обусловлено созданием высокомасличных, безэруковых, низкоглюкозинолатных сортов и гибридов, соответствующих мировым стандартам качества «00», что позволило использовать растительное масло рапса не только на технические, но и пищевые цели, в косметологии, а его шрот в качестве высокобелковой кормовой добавки в кормлении животных и птиц [3].

Исследования проводились в 2024–2025 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Объектом исследования являлись экспериментальные гибриды F_1 рапса ярового (*Brassica napus aestiva* L). Содержание сырого протеина, глюкозинолатов и масличность определяли методом инфракрасной спектроскопии на приборе NIRS 5000, жирнокислотный состав масла – методом газожидкостной хроматографии.

Недостаток атмосферных осадков в период формирования урожая в 2024 г. обусловил снижение содержания масла в семенах рапса ярового в среднем по КСИ гибридов до 40,2 %. Погодные условия 2025 г. способствовали увеличению накопления масла в семенах, масличность составила в среднем 42,5 %. Содержание протеина находилось в обратно-пропорциональной зависимости с показателем масличности: в 2024 г. варьировало от 22,3 до 26,0 %, в 2025 г. – от 20,3–24,1 %.

По содержанию масла в семенах в 2025 г. выделились экспериментальные гибриды Г 24/21 (44,0 %), Г 74/22 (43,9 %), Г 61/22 (43,8 %), Г 31/21 (43,5 %); сырого протеина – Г 66/22 (24,1 %) (таблица 1). Содержание глюкозинолатов находилось в пределах от 15,7 до 19,6 мкМоль/г, выделились по этому показателю Г 20/21, Г 44/22, Г 17/21, Г 74/22 (15,7–16,1 мкМоль/г).

Таблица 1 – Показатели качества семян экспериментальных гибридов ярового рапса

Гибрид F_1	Масличность, %	Сырой протеин, %	Глюкозинолаты, мкМоль/г
1	2	3	4
2024 г.			
Г 8/21	41,2	22,8	18,0
Г 13/21	41,5	23,2	18,6
Г 32/21	39,9	25,3	20,4
Г 84/23	40,8	24,0	20,2
Г 87/23	39,7	24,7	17,0

Продолжение таблицы 1			
1	2	3	4
Г 138/24	42,7	22,3	18,4
Г 183/24	41,2	23,7	18,2
Среднее по КСИ	**40,2**	**24,4**	**20,9**
Min - Max	**38,3-42,7**	**22,3-26,0**	**16,6-24,1**
2025 г.			
Г 6/21	41,9	22,9	19,6
Г 7/21	43,2	20,9	16,8
Г 10/21	43,1	20,7	18,2
Г 17/21	43,4	20,4	16,1
Г 20/21	43,1	20,9	15,7
Г 23/21	42,7	20,8	17,4
Г 24/21	44,0	20,7	18,4
Г 31/21	43,5	21,3	17,6
Г 32/21	43,1	21,5	18,1
Г 44/22	43,0	21,2	16,0
Г 46/22	42,9	21,3	17,3
Г 52/22	42,0	23,3	17,9
Г 55/22	43,1	22,2	19,1
Г 60/22	42,0	22,8	17,6
Г 61/22	43,8	20,3	17,4
Г 66/22	41,2	24,1	16,6
Г 74/22	43,9	20,6	16,1
Г 80/23	42,5	21,4	17,3
Г 82/23	42,1	22,4	17,7
Г 84/23	41,3	23,5	17,9
Г 90/23	43,2	21,1	17,4
Г 138/24	42,4	22,8	19,1
Среднее по КСИ	**42,5**	**22,0**	**17,6**
Min - Max	**40,4-44,0**	**20,3-24,1**	**15,7-19,6**

У гибридов ярового рапса в 2025 г. выявлена отрицательная связь средней степени урожайности маслосемян с содержанием масла (r= –0,49) и положительная связь средней степени с содержанием сырого протеина (r=0,55) (рисунки 1, 2).

Олеиновой кислоты в масле гибридов F_1 в 2024 г. содержалось меньше, чем в 2025 г. и составило в среднем 61,75 % и 63,28 % соответственно. Максимальное значение признака было выявлено у гибридов F_1: Г 183/24 (64,60 %), Г 84/23 (64,27 %) и Г 151/24 (64,05 %). Накопление линолевой кислоты находится в обратной пропорциональной

зависимости от олеиновой [4], в связи с чем ее содержание в 2024 г. в среднем по КСИ было выше на 1,73 % в абсолютном выражении относительно 2025 г. Эруковая кислота в семенах экспериментальных гибридов рапса ярового отсутствовала или содержалась в незначительном количестве (таблица 2).

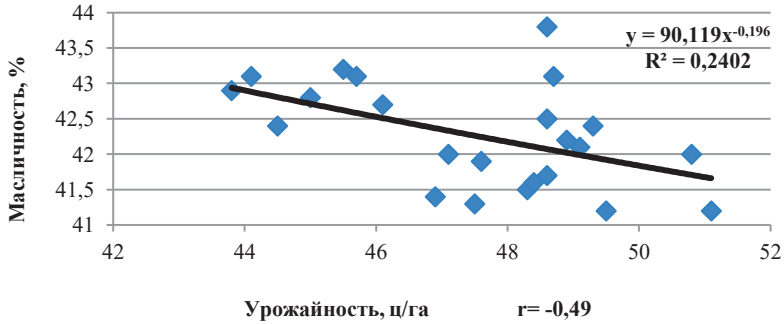


Рисунок 1 – Корреляционная связь между урожайностью маслосемян и содержанием масла у гибридов ярового рапса, 2025 г.

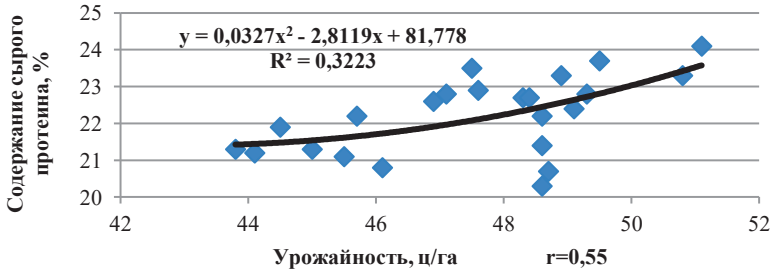


Рисунок 2 – Корреляционная связь между урожайностью маслосемян и содержанием сырого протеина у гибридов ярового рапса, 2025 г.

Таким образом, наибольшее содержание масла в семенах в 2025 г. выявлено у экспериментальных гибридов F1 Г 24/21 (44,0 %), Г 74/22 (43,9 %), Г 61/22 (43,8 %), Г 31/21 (43,5 %); сырого протеина – у Г 66/22 (24,1 %). Установлена корреляционная связь урожайности маслосемян с содержанием масла – отрицательная средней степени (r= –0,49), сырого протеина – средняя положительная (r=0,55).

Таблица 2 – Жирнокислотный состав экспериментальных гибридов F1 ярового рапса (2024–2025 гг.)

Гибрид F1	Жирные кислоты, %							
	пальмитиновая	стеориновая	олеиновая	линолевая	линоленовая	арахидоновая	эйкозеновая	эруковая
1	2	3	4	5	6		8	9
2024 год								
Г 8/21	5,11	1,52	61,29	20,34	9,07	0,44	0,93	-
Г 13/21	4,84	1,56	61,86	20,22	8,92	0,47	1,08	-
Г 32/21	5,64	1,61	60,21	21,48	8,71	0,44	0,91	-
Г 84/23	5,53	1,88	61,20	20,54	8,26	0,48	0,86	-
Г 87/23	4,87	1,74	62,45	19,96	8,32	0,48	0,96	-
Г 138/24	5,46	1,78	62,42	19,67	8,37	0,42	1,14	-
Г 151/24	4,87	1,73	64,05	18,32	8,29	0,49	0,91	-
Г 183/24	5,25	1,80	62,85	19,28	8,14	0,48	0,94	-
Среднее по КСИ	**5,24**	**1,70**	**61,75**	**20,21**	**8,54**	**0,46**	**0,97**	**-**
Max	**5,64**	**1,88**	**64,05**	**21,48**	**9,07**	**0,49**	**1,14**	**-**
2025 год								
Г 6/21	5,25	1,52	63,47	17,91	9,11	0,42	1,07	0,17
Г 32/21	5,25	1,55	63,23	18,47	9,28	0,40	0,83	0,13
Г 52/22	5,29	1,56	63,51	18,56	8,75	0,43	0,87	0,16
Г 56/22	5,29	1,41	61,52	19,25	9,66	0,40	1,18	0,28
Г 60/22	5,37	1,46	63,61	18,69	8,64	0,41	0,80	0,14
Г 66/22	5,00	1,59	63,16	18,60	9,38	0,42	0,88	0,14
Г 80/23	5,16	1,61	62,45	18,85	9,41	0,41	1,11	0,13
Г 82/23	5,44	1,77	62,34	18,84	9,21	0,46	1,11	-
Продолжение таблицы 2								
1	2	3	4	5	6		8	9
Г 84/23	5,23	1,57	64,27	18,20	8,44	0,42	0,88	0,16
Г 183/24	5,12	1,58	64,60	18,01	8,28	0,44	0,88	0,16
Г 138/24	5,02	1,64	63,92	17,95	9,15	0,42	0,90	0,15
Среднее по КСИ	**5,22**	**1,57**	**63,28**	**18,48**	**9,03**	**0,42**	**0,96**	**0,15**
Max	**5,44**	**1,77**	**64,60**	**19,25**	**9,66**	**0,46**	**1,11**	**0**

Максимальным содержанием олеиновой кислоты отличались гибриды F1 Г 183/24 (64,60 %), Г 84/23 (64,27 %) и Г 151/24 (64,05 %).

Литература

1. Постовалов, А. А. Продуктивность, масличность и жирнокислотный состав различных сортов ярового рапса в Курганской области / Постовалов А. А. // Вестник Курганской ГСХА : ежеквартальный научный журнал / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Курган. гос. с.-х. акад. им. Т. С. Мальцева". — 2024. — 2024, № 1(49). — С. 3–13.

2. Оганезов, И. А. Современное состояние, тенденции и перспективы развития рынка рапсового масла и основных продуктов его переработки / И. А. Оганезов, Л. К. Ловкис // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2024. – Т. 17. – № 2 (64). – С. 13–22.

3. Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси: (биология, селекция и технология возделывания)/ Я. Э. Пилюк – Минск : Бизнесофсест, 2007. – 239 с.

4. Бобко, Н. Н. Результаты оценки коллекционных образцов озимого рапса по качеству масла / Н. Н. Бобко, Я. Э. Пилюк // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Респ. Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию. – Минск, 2017. – Вып. 53. – С. 310–317.

RESULTS OF EVALUATION OF F1 HYBRIDS OF SPRING RAPE (BRASSICA NAPUS AESTIVA L.) FOR OILSEED QUALITY

Ya. E. Piliuk, O. A. Pikun, A. V. Bakanovskaya, I. A. Cherepok, E. V. Laputko

The paper presents the results of the assessment of spring rape hybrids F' for oilseed quality. A moderate negative correlation was identified between oilseed yield and oil content (r = -0.49), as well as a positive correlation between yield and crude protein content (r = 0.55). The experimental hybrids F' G 24/21, G 74/22, G 61/22, and G 31/21 demonstrated the highest oil content in their seeds.

УДК 665.3

НЕРАФИНИРОВАННОЕ РАПСОВОЕ МАСЛО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПРЕССОВАНИЯ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПРОДУКТ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

А. В. Мелещеня, К. И. Жакова, В. Н. Бабодей, А. В. Пчельникова
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию», e-mail: 2945684@mail.ru

В соответствии с требованиями государственного стандарта СТБ 1486-2004 «Масло рапсовое и смеси растительных масел на его основе. Общие технические условия» область применения нерафинированного рапсового масла ограничивается маркой Р, которая предусматривает промышленную переработку с применением рафинации и дезодорации. Однако повышение качества семян, в том числе и благодаря ис-

пользованию современных методов селекции [1], позволяет пересмотреть область применения нерафинированного рапсового масла и использовать его для непосредственного употребления в пищу, не подвергая дополнительной очистке в виде рафинации [2].

Использование технологии низкотемпературного прессования (температура процесса ниже 80 ºС) позволяет получить масла с высокими органолептическими и качественными характеристиками [2]. Сегодня во многих странах нерафинированное рапсовое масло – популярный продукт здорового питания.

Результаты исследований низкотемпературного отжима маслосемян рапса показали, что с повышением температуры прессования увеличивается выход масла (от 25,2 % при 40 ºС до 28,7 % при 70 ºС), что связано со снижением его кинематической вязкости. Закономерно изменяется при этом и масличность жмыха. Остаточная масличность жмыха после однократного прессования рапса с использованием низкотемпературного отжима составляет 17,5–21,4 %, что превышает 8–13 %, характерные для горячего прессования. Для повышения экономической эффективности производства целесообразно проводить двукратное прессование, включающее дополнительное извлечение масла из жмыха при температуре 100–120 ºС (содержание масла в жмыхе снижается до 8–13 %) или экстракцию полученных жмыхов (остаточная масличность шрота снижается до 2 %).

Анализируя качественные показатели полученного масла, установлено, что исследуемый диапазон температур не оказывает влияния на основные физико-химические показатели продукции, в том числе показатели безопасности (перекисное, кислотное число, содержание бенз(а)пирена).

Пищевая ценность масел определяется, главным образом, их жирнокислотным составом, а также содержанием биологически активных веществ (витаминов, стеринов, каротиноидов, макро- и микроэлементов) [3].

Результаты показали, что наряду со сбалансированным жирнокислотным составом (таблица 1), нерафинированное масло отличается высоким содержанием стеринов, по содержанию которых оно превосходит рафинированное более чем в 3 раза (685,9 мг/100 г и 190,5 мг/100 г соответственно).

Повышение температуры прессования способствует увеличению содержания в масле α- и в меньшей степени γ- токоферолов. Наиболее высокое общее содержание токоферолов отмечается в масле, полученном при температурах 60–70 ºС (56,1–60,1 мг/100 г масла соответст-

венно), что на 29,3–38,5 % превосходит содержание токоферолов в масле, полученном при +40 ºС (43,4 мг/100 г). По сравнению с рафинированным маслом общее содержание токоферолов в нерафинированном масле увеличивается в 1,2–1,7 раза.

Таблица 1 – Жирнокислотный состав нерафинированного рапсового масла

Содержание жирных кислот	%
Миристиновая ($C_{14/0}$)	0,1
Пальмитиновая ($C_{16/0}$)	4,7
Пальмитолеиновая ($C_{16/1}$)	0,2
Стеариновая ($C_{18/0}$)	1,7
Олеиновая ($C_{18/1}$)	59,0
Линолевая (ω-6) ($_{C18/2}$)	20,9
α-Линоленовая (ω-3) ($_{C18/3}$)	10,5
Арахиновая ($C_{20/0}$)	0,6
Гондоиновая ($C_{20/1}$)	1,3
Бегеновая ($C_{22/0}$)	0,3
Эруковая ($C_{22/1}$)	0,2
Соотношение ω-6:ω-3	*2:1*

Нерафинированное рапсовое масло отличается высоким содержанием каротиноидов, по количеству которых оно превосходит рафинированное масло более чем в 20 раз (таблица 2).

Содержание макро- и микроэлементов также превышает их содержание в рафинированном масле, но не оказывает какого-либо значимого влияния на микроэлементный статус взрослого человека.

Таблица 2 – Влияние температуры прессования и степени очистки на содержание каротиноидов в рапсовом масле

Образец	Массовая доля каротиноидов, мг/кг
Масло рапсовое нерафинированное низкотемпературного прессования, полученное при:	
40 ºС	6,86
50 ºС	7,32
60 ºС	7,38
70 ºС	7,51
Масло рапсовое рафинированное дезодорированное	0,34

Таким образом, нерафинированное рапсовое масло низкотемпературного прессования обладает высокими качественными характеристиками, включая повышенную пищевую ценность. Наряду со сбалансированным жирнокислотным составом оно характеризуется высоким содержанием токоферолов, каротиноидов и стеринов, что делает его прекрасным дополнением к продуктам здорового питания.

Литература

1. Пилюк, Я. Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napus oleifera* Metzg.) в Беларуси : дис. … доктора с.-х. наук : 06.01.05, 06.01.09 / Пилюк Ядвига Эдвардовна, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2021. – 80 с.

2. Фармонов, Ж. Б. Получение масел с применением метода холодного прессования / Ж. Б. Фармонов, Ф. Ф. Давлатов, Ш. М. Кодиров [и др.] // Universum: технические науки. – 2021.– № 5 (86). – С. 21–25.

3. Биологически активные вещества растительного происхождения : в 3 т. / Б. Н. Головкин, З. Н. Руденская, И. А. Трофимова, А. И. Шретер. – Москва : Наука. – 2001. – Т. 1 – 350 с.

UNREFINED LOW-TEMPERATURE-PRESSED RAPE OIL IS A PROMISING HEALTHY FOOD PRODUCT

A. V. Meleschenya, Ch. I. Zhakova, V. N. Babodey, A. V. Pchelnikova

Unrefined, low-temperature-pressed rape oil has a high quality and enhanced nutritional value. Along with a balanced fatty acid composition, it is characterized by a high content of tocopherols, carotenoids, and sterols, making it an excellent addition to healthy foods.

УДК 636.2.086.72

ПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ СКАРМЛИВАНИИ РАЗНЫХ НОРМ РАПСОВОГО ЖМЫХА И ШРОТА

Т. Л. Сапсалёва[1], В. Ф. Радчиков[1], Г. В. Бесараб[1], С. Н. Пилюк[1], И. В. Богданович[2], Д. В. Медведева[2], А. М. Синцерова[2], В.В. Карелин[2]

[1]РУП «Научно-практический центр НАН наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, e-mail: labkrs@mail.ru

[2]УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Беларусь, e-mail: vgavm@tut.by

Повышение продуктивности молодняка крупного рогатого скота имеет большое значение в производстве продукции скотоводства [1]. В

настоящее время животноводство из-за дефицита протеина испытывает серьезные трудности с обеспечением полноценности рационов и комбикормов для крупного рогатого скота [2]. Продукты переработки рапса «00» сортов белорусской селекции могут по протеину соответствовать корму с таким высоким белковым эквивалентом как подсолнечный шрот [3].

За счет рапса обеспечивается около 25 % высокобелковых добавок от всех используемых масличных культур в производстве комбикормов. Использование «00» сортов рапса позволяет расширить нормы скармливания их животным [4, 5].

Целью наших исследований являлось определение нормы ввода рапсового жмыха и шрота, полученных при переработке семян рапса с пониженным содержанием антипитательных веществ, в состав комбикорма КР-3 и изучение эффективности скармливания его в рационах бычков.

Исследования проводились на 5-ти группах молодняка крупного рогатого скота с начальной живой массой 353–364 кг в возрасте 16 месяцев, по 10 голов в каждой. Продолжительность исследований составила 61 день. Молодняк всех групп в составе основного рациона получал сенаж разнотравный, отаву тимофеевки, патоку кормовую и комбикорм КР-3 с включением разного количества белковых компонентов. Различия в кормлении заключались в том, что животные II и III опытных групп получали в составе комбикорма 15 % и 20 % по массе рапсового жмыха, IV и V – по 15 и 20 % соответственно рапсового шрота. Контрольная группа (I) в составе комбикорма получала подсолнечный шрот.

Цифровые материалы проведенных исследований обработаны методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

Исследованиями установлено, что питательная ценность комбикорма с подсолнечным шротом оказалась ниже комбикорма с включением рапсового жмыха в количестве 15 и 20 % по массе на 1,8 и 3,6 %. Введение в состав комбикормов рапсового шрота в количестве 15 и 20 % по массе повысило его питательность с 1,10 к. ед. до 1,13 и 1,11 к. ед. или на 2,7 и 1,0 % при практически одинаковой энергетической ценности – 10,56 и 10,92–10,60 МДж.

Поступление сухих веществ рациона находилось на уровне 8,97–9,1 кг, что составило 2,3 кг сухого вещества на 100 кг живой массы (II–V опытные группы) и находится в пределах нормы. Среднесуточное

потребление корма животными опытных групп составило 7,42–7,45 к. ед., что выше контрольного варианта до 1 процента.

В рационах животных опытных групп, в комбикормах которых подсолнечный шрот был полностью заменен рапсовым жмыхом или шротом, содержалось практически одинаковое количество протеина, где в расчете на 1 к. ед. его приходилось 96,5–98,3 г.

Концентрация обменной энергии в сухом веществе существенных различий не имела и колебалась в пределах 6,82–7,07 МДж.

Энерго-протеиновое отношение составило во всех группах 0,10:1. Содержание клетчатки находилось на уровне 16,2–17,6 % от сухого вещества, не превышая 24 % предусмотренного нормой.

Замена подсолнечного шрота продуктами переработки рапса (жмыхом и шротом) в повышенном количестве не оказала значительного влияния на энергию роста подопытного молодняка.

Включение в состав комбикорма КР-3 15 % рапсового жмыха вместо подсолнечного шрота обеспечило среднесуточный прирост живой массы бычков, аналогичный контролю. Доведение уровня жмыха до 20 % способствовало увеличению прироста на 1,8 % при снижении затрат кормов на его получение.

Использование в кормлении молодняка комбикорма с включением рапсового шрота взамен подсолнечного в количестве 15 % по массе не оказало влияния на прирост живой массы. При доведении уровня рапсового шрота до 20 % установлено повышение энергии роста на 2,2 % в сравнении с контрольными аналогами при снижении затрат кормов на получение продукции на 1,5 %.

Полная замена подсолнечного шрота в составе комбикормов на менее дорогостоящие белково-энергетические корма местного производства (рапсовые жмых и шрот) в количестве 15–20 % способствовала снижению стоимости не только комбикорма, рациона, но и себестоимости прироста.

Скармливание бычкам рапсового жмыха в составе комбикорма в количестве 15–20 % позволило снизить себестоимость прироста на 13,8 и 17,5 %, рапсового шрота – на 9,9 и 12,3 %.

Таким образом, использование в кормлении молодняка крупного рогатого скота «00» сортов рапсовых жмыхов и шротов, 15–20 % в составе комбикорма взамен подсолнечного шрота, позволяет устранить дефицит протеина в рационах, увеличить среднесуточный прирост на 0,5–2,2 % при снижении его себестоимости на 9,9–17,5 % и увеличении прибыли на 1 голову за опыт на 35,9 и 46,7 %.

Литература

1. Бесараб, Г. В. Влияние кормовых добавок небелковой природы на расщепляемость протеина в рубце молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, В. П. Цай, М. В. Джумкова, Т. Л. Сапсалева, В. В. Чекрышев, А. Е. Святогорова, Т. В. Медведская, В. Н. Карабанова // Агропромышленный комплекс в условиях инновационного развития: наука, технологии, кадровое обеспечение : материалы II Междунар. Науч.-практ. конф. – Минск, 2025. – С. 418–422.

2. Кот, А. Н. Физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при разном соотношении азотсодержащих веществ и углеводов в кормах / А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалева, В. П. Цай, Е. П. Симоненко, А. Н. Шевцова, Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова // Современные тенденции развития ветеринарной науки и практики : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2025. – С. 192–197.

3. Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания) / Я. Э. Пилюк. – Минск : Бизнесофсет, 2007. –239 с.

4. Пилюк, Н. В. Рапс в рационах животных / Н. В. Пилюк // Белорусское сельское хозяйство. – 2003. – № 11. – С. 34–35.

5. Кот, А. Н. Обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при скармливании новых БВМД /А. Н. Кот, И. В. Богданович, Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, М. М. Карпеня, Д. В. Медведева, Е. А. Лёвкин, В. В. Букас // Актуальные проблемы репродуктивного здоровья животных : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию Вятского гос. агротехнол. ун-та и 95-летию со дня рожд. доктора ветеринар. наук, проф., заслуж. деятеля науки Российской Федерации А. И. Варганова. – Сыктывкар, 2025. – С. 223–228.

PRODUCTIVE INDICATORS OF YOUNG CATTLE WHEN FEEDING DIFFERENT DOSES OF RAPE CAKE AND MEAL

T. L. Sapsaleva, V. F. Radchikov, G. V. Besarab, S. N. Piliuk, I. V. Bogdanovich, D. V. Medvedeva, A. M. Sintserova, V. V. Karelin

The use of rapeseed cake and meal varieties in the feeding of young cattle "00", 15–20 % as part of compound feed instead of sunflower meal, makes it possible to eliminate protein deficiency in diets, increase the average daily increase by 0.5–2.2 % while reducing its cost by 9.9–17.5 % and increasing profits by 1 head per experiment by 35.9 and 46.7 percent.

УДК 636.2.085.16

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАПСОВОГО МАСЛА В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, В. П. Цай, А. Н. Кот, Г. В. Бесараб, И. В. Богданович
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству», г. Жодино, e-mail: labkrs@mail.ru
В. С. Токарев, Е. А. Долженкова, Т. В. Медведская
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск
e-mail: vgavm@tut.by

Количество и качество получаемой продукции животноводства напрямую связаны с уровнем кормления. При этом значительно возрастают требования к качеству кормов и их способности удовлетворять потребности животных в питательных веществах [1, 2].

Одним из путей решения проблемы дефицита жира является использование в кормлении сельскохозяйственных животных растительных источников, среди которых имеется рапс и продукты его переработки – жмых, шрот, масло [3].

По пищевым и кормовым достоинствам рапс значительно превосходит многие другие сельскохозяйственные культуры. Так, в 1 кг семян рапса и муки из них содержится 213 г переваримого протеина, 420–450 г жира, 2,15–2,3 к. ед., 19–20 МДж обменной энергии, до 9,5 % клетчатки. Результаты анализов показали, что протеин рапсовых кормов по аминокислотному составу является биологически полноценным, так как содержит в 4–5 раз больше незаменимых аминокислот, чем злаковые культуры [4, 5].

Цель исследований – изучить оптимальные нормы ввода масла из семян рапса типа «canole» в состав комбикормов КР-2 для молодняка крупного рогатого скота.

Научно-хозяйственный опыт проведен на 2-х группах молодняка крупного рогатого скота по 10 голов в каждой, средней живой массой 108,0–108,3 кг.

Различия в кормлении заключались в том, что молодняк контрольной группы получал комбикорм с нормой ввода масла рапсового согласно данных классификатора сырья и продукции комбикормовой

промышленности – 5 % , животные опытной группы – комбикорма с включением повышенной нормы – 7 %.

Цифровые материалы проведенных исследований обработаны методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

В результате анализа химического состава комбикормов установлено, что при включении 5 % и 7 % масла рапсового питательность и содержание отдельных компонентов имели некоторые различия. Все комбикорма молодняк поедал охотно, и отказов от корма не наблюдалось. Анализ рационов молодняка по фактически съеденным кормам показал, что комбикорма задавались нормировано, в связи с чем в среднем за весь период опыта бычки потребляли их одинаковое количество – 2,0 кг.

При включении 7 % масла рапсового в состав опытного комбикорма на 1 МДж обменной энергии приходилось 7 г сырого и 5,2 г переваримого протеина против 7,4 и 5,5 г в контрольном комбикорме соответственно. Концентрация обменной энергии рациона у молодняка опытной группы на 2,9 % или на 1,24 МДж превосходила контроль. На долю сырого протеина в сухом веществе рациона опытной группы приходилось 11,9 %, что ниже контрольного варианта. Содержание переваримого протеина на 1 кг сухого вещества было меньше на 7,9 %.

Полученные данные свидетельствуют о том, что все изучаемые показатели крови находились в пределах физиологических норм. Некоторые колебания в показателях не носят закономерного характера и находятся в пределах статистической ошибки. Это свидетельствует о том, что обменные процессы в организме подопытных животных протекали на высоком уровне и не имели существенных различий.

Скармливание в составе рационов комбикормов с вводом масла рапсового не оказало отрицательного влияния на энергию роста молодняка (таблица).

Таблица – Живая масса и среднесуточные приросты бычков

Показатель	Группа	
Живая масса в начале опыта, кг	108,3±1,77	108±2,31
Живая масса в конце опыта, кг	199,5±7,47	203±6,18
Валовой прирост, кг	91,2±7,52	95±5,58
Среднесуточный прирост, г	991±81,73	1033±60,57
В % к контролю	100	104
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	4,33	4,29

Включение в состав комбикорма КР-2 по массе 5 и 7 % масла рапсового обеспечило среднесуточный прирост живой массы бычков в контрольной группе 991 г, в опытной – 1033 г или на 4,2 % выше при снижении затрат кормов на получение продукции.

Скармливание бычкам комбикорма КР-2 с включением рапсового масла в количестве 7 % не оказывает отрицательного влияния на вкусовые качества и поедаемость корма, а также на физиологическое состояние животных, позволяет получить среднесуточный прирост живой массы на уровне 1033 г, что выше на 4,2 % контрольного варианта при одинаковых затратах кормов на получение продукции (4,32 и 4,33 к. ед./кг).

Литература

1. Влияние способа подготовки зерна к скармливанию на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. Н. Кот, В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, М. В. Джумкова, В. С. Токарев, Е. А. Долженкова, А. М. Синцерова // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Витебск, 2025. – С. 231–235.

2. Обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при скармливании сапропелей / В. П. Цай, Г. В. Бесараб, Н. В. Пилюк, М. В. Джумкова // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2025. – С. 362–366.

3. Регулирование обменной энергии в рационе за счёт рапсового масла /А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова, Г. В. Бесараб, Л. А. Возмитель // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конф. – 2022. – С. 271–276.

4. Возможность балансирования рационов молодняка крупного рогатого скота за счёт местных масличных и бобовых культур /А.М. Глинкова, Д.М. Богданович, Г.В. Бесараб, И.В. Богданович, Д.В. Медведева // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конф. . – 2022. – С. 212–216.

9. Бесараб, Г. В. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота новой энергетической добавки / Г. В. Бесараб, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, В. Н. Карабанова, И. В. Сучкова // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конф. – 2022. – С. 267–271.

EFFICIENCY OF RAPESEED OIL USE OILS IN THE FEEDING OF YOUNG CATTLE

V. F .Radchikov, T. L. Sapsaleva, V. P. Tsai, A. N. Kot, G. V. Besarab, I. V. Bogdanovich, V. S. Tokarev, E. A. Dolzhenkova, T. V. Medvedskaya

In the research on young bulls it was established that including 7 % of rape oil of the "canole" type in the KR-2 feed contributed to the increase in the average daily growth of young animals up to 1000 g, without increasing the cost of feed for getting products..

МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ

УДК 633.521:631.527

ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО БЕЛОРУССКОЙ И УЗБЕКСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА С ЦЕЛЬЮ ПОДБОРА РОДИТЕЛЬСКИХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ СКРЕЩИВАНИЙ

Е. В. Иванова[1], Е. Л. Андроник[1], З. М. Зияев[2], У. Ш. Бахидиров[2]
[1]РУП «Институт льна», Республика Беларусь, institut-len@yandex.by
[2]Научно-исследовательский институт генетических ресурсов растений, Республика Узбекистан, e-mail: zafaruzripi@gmail.com

В условиях глобального изменения климата и повышения нестабильности погодных условий возрастает необходимость расширения генетического разнообразия сельскохозяйственных культур и поиска новых источников хозяйственно ценных признаков [1, с. 23].

Сорта льна масличного, созданные в условиях Узбекистана, формируются под воздействием континентального климата, характеризующегося высокими температурами, ограниченным количеством осадков и значительными колебаниями погодных условий [2]. В процессе селекции в данных условиях более вероятно формирование генотипов, обладающих комплексом адаптивных свойств. Поэтому изучение узбекских сортов льна масличного в агроклиматических условиях нашей республики в сравнении с сортами белорусской селекции и оценка перспективности их использования в гибридизации в качестве источников ценных признаков представляет научный и практический интерес.

Цель исследований – оценка исходного материала льна масличного узбекской и белорусской селекции методом кластерного анализа по комплексу признаков с целью подбора родительских компонентов для скрещиваний. Исходным материалом исследований служили 26 сортов льна масличного, из которых 15 – селекции Узбекистана (К-2, К-193, К-13, К-20, К-21, К-72, К-26, К-85, К-35, К-110, К-126, Бахмальский-2, К-170, К-165, Башкортостанский) и 11 – белорусской (Славянин, Опус, Илим, Фокус, Брестский, Дар, Визирь, Альянс, Салют, Бонус, Крок). Исследования выполнены в рамках задания БРФФИ № Б25УЭБ-123.

В результате изучения среди сортов узбекской и белорусской селекции выделены К-85, К-72, К-193, К-13, Башкортостанский, К-21, К-20, К-2, К-165 с достоверно меньшей на 37,8-60,4 % высотой растений в сравнении с контролем Славянин; большей массой 1000 семян – Бре-

стский (+18,1 % к контролю), Фокус (+20,5 %), Башкортостанский (+14,0 %) и К-170 (+15,4 %); меньшим содержанием α-линоленовой кислоты (9,73–18,3 абс. %) К-35, К-110, К-193, К-165, К-26, К-20, К-13, Дар; раннеспелый К-85 (89,0 сут).

Самыми продуктивными среди сортов узбекской селекции оказались К-126 (82,9 г/м^2), К-2 (72,8 г/м^2), К-26 (62,6 г/м^2). У сортов белорусской селекции продуктивность была выше и составляла 98,1–128,1 г/м^2.

Узбекские сорта оказались неустойчивыми к фузариозному увяданию, тогда как все белорусские имели высокую и среднюю к нему устойчивость. Среди узбекских сортов высокоустойчивым был К-21 с развитием болезни 2,6 % и распространением 3,4 %.

Содержание масла у сортов как узбекской, так и белорусской селекции в условиях вегетации 2025 г. было низким и варьировало в пределах 32,9–41,5 %, в контроле – 38,7 %. По содержанию масла контроль превысили К-85 (+0,9 абс. % к контролю), Фокус (+2,3 абс. %), Бонус (+2,8 абс. %). Сбор масла с единицы площади оказался также невысоким и составлял у узбекских и белорусских сортов 8,1–26,5 г/м^2 и 32-43,5 г/м^2 соответственно. Лучшими по этому показателю были сорта Альянс (+31,9 % к контролю), Фокус (+14,4 %), Бонус (11,7 %), Крок (5,5 %). По устойчивости к полеганию сорта селекции Узбекистана уступали белорусским.

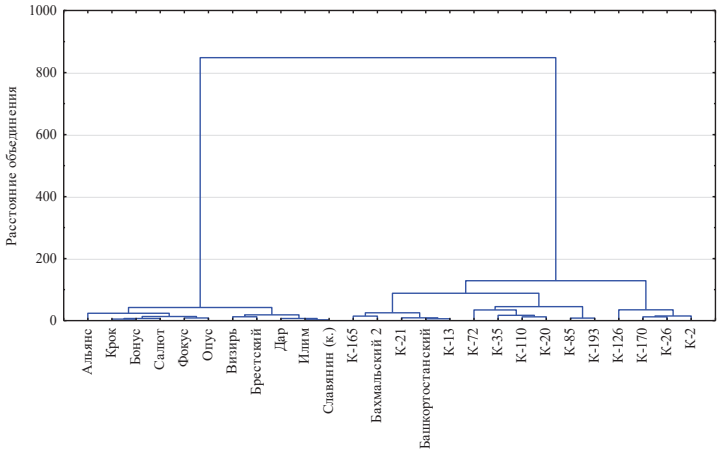


Рисунок – Дендрограмма сходства и различий образцов льна масличного по комплексу селекционных признаков

Кластеризацию генотипов проводили по методу Варда с евклидовым расстоянием объединения по комплексу 8-ми селекционных признаков, перечисленных выше. В результате кластеризации на 25 шаге итерации была спроектирована дендрограмма из 2-х основных кластеров, которая выявила чёткую структуру разнообразия исследуемого материала (рисунок). В первый кластер вошли сорта узбекской селекции, тогда как второй кластер был представлен сортами белорусской, что указывает на чёткую генетическую и фенотипическую обособленность изучаемых генотипов.

Статистическая обработка селекционных признаков сортов в разрезе кластеров позволила выявить достоверные различия между ними по изучаемым признакам. Значимые различия не выявлены лишь при анализе значений признака «продолжительность периода вегетации», что свидетельствует о сходстве адаптационных особенностей исследуемых генотипов в отношении сроков развития и прохождения фенологических фаз. Установленные достоверные различия позволяют рассматривать генотипы разных кластеров как перспективный исходный материал для гибридизации с целью объединения ценных генов.

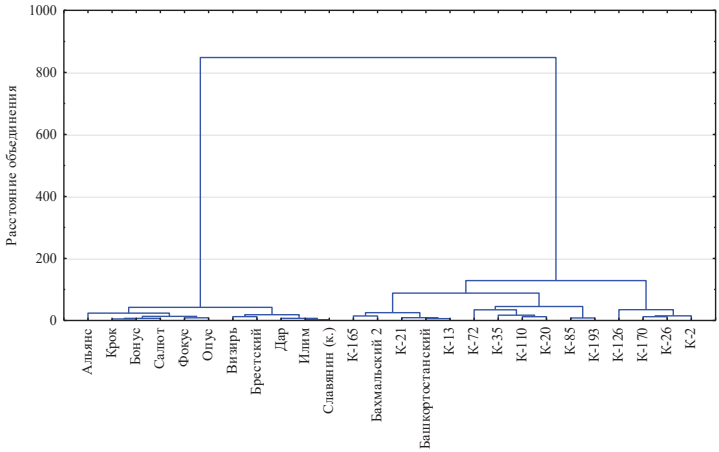


Рисунок – Дендрограмма сходства и различий образцов льна масличного по комплексу селекционных признаков

В результате проведённых исследований для гибридизации в 2026 г. составлена тестерная схема скрещиваний, в которой тестерами являются низкорослые, продуктивные, с высокой массой 1000 семян сорта узбекской селекции К-2, К-26 и К-126, а материнскими формами

– продуктивные, устойчивые к полеганию и фузариозу сорта белорусской селекции Славянин, Альянс, Фокус, Бонус и Крок. С одной стороны, такая схема скрещиваний позволит сохранить у гибридного материала ценную цитоплазматическую основу белорусских сортов, а с другой – определить вклад узбекских в наследование признаков.

Литература

1. Sertse, D. The genetic structure of flax illustrates environmental and geographic adaptation / D. Sertse [et al.] // Molecular Phylogenetics and Evolution, 2019. – Vol. 137. – P. 22-32. DOI.org/10.1016/j.ympev.2019.04.010.

2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Uzbekistan – Country Profile [Electronic resource] / FAO Knowledge Repository. Rome : FAO. Mode of access: https://www.fao.org. – Date of access: 12.03.2026.

ASSESSMENT OF OIL FLAX SOURCE MATERIAL OF BELARUSIAN AND UZBEK BREEDING USING CLUSTER ANALYSIS FOR SELECTING PARENTAL COMPONENTS FOR CROSSINGS

E. V. Ivanova, E. L. Andronik, Z. M. Ziyaev, U. Sh. Bakhidirov

Twenty-six oil flax varieties of Belarusian and Uzbek breeding were studied. Based on the results, cluster analysis was conducted, which allowed identifying the phenotypic differentiation of the two obtained groups of varieties and their potential for breeding. Based on the analysis, a crossbreeding scheme was proposed using the best Uzbek varieties as testers and Belarusian varieties as moternal forms.

УДК 633.854.54:631.527.52

ОЦЕНКА ГЕТЕРОЗИСА ГИБРИДОВ F_1 ЛЬНА МАСЛИЧНОГО (*LINUM USITATISSIMUM* L.) ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

А. М. В. Забелло
РУП «Институт льна», аг. Устье, Республика Беларусь
e-mail: zabelloamv@mail.ru

В XX веке селекционеры начали активно использовать метод гибридизации специально отобранных растений для получения нового исходного материала с необходимыми хозяйственно ценными признаками [1].

Гетерозис представляет собой сложное биологическое явление, уровень и механизмы которого всё ещё не до конца изучены. Механизмы реализации варьируют в зависимости от вида, генотипа в пределах культуры и оцениваемого признака. Ключевым условием его

проявления выступают генетические различия между родительскими формами, которые, не изменяя структуру собственных геномов в гибридном потомстве, тем не менее, инициируют масштабные изменения фенотипа [2, с. 8].

Оценить проявление гетерозиса у льна масличного по комплексу хозяйственно ценных признаков, которые включают в себя элементы структуры урожая (количество коробочек, количество семян в коробочке, масса 1000 семян и общий вес семян с растения), было целью наших исследований. Для оценки эффекта гетерозиса был рассчитан показатель истинного гетерозиса ($Г_{ист}$).

Объектами исследования служили 24 гибрида первого поколения, полученные в результате тестерного скрещивания 11 родительских форм (♀ Славянин, Бонус, Азурит, Сапфир, Даник, Бинго, Сентябрь, Дар, ♂ Altess, ЫІ-220 и Итиль). Оценка гетерозиса у гибридов F_1 льна масличного проведена на основе расчёта истинного гетерозиса, отражающего степень превосходства гибрида над показателями лучшей родительской формы. Для анализа были выбраны 3 хозяйственно ценных признака, непосредственно определяющих семенную продуктивность: вес семян с растения, количество коробочек на растении и масса 1000 семян. Величину истинного гетерозиса вычисляли по формуле:

$$Г_{ист} = \frac{(F_1 - P_л)}{P_л} \times 100\ \%,$$

где $Г_{ист}$ – истинный гетерозис, %.

F_1 – среднее арифметическое значение признака гибрида в F_1;

$P_л$ – среднее арифметическое значение признака лучшей родительской формы.

Из 24 проанализированных гибридных комбинаций F_1 льна масличного нами были отобраны комбинации, значения истинного гетерозиса по которым превышали средние показатели по выборке хотя бы по одному из признаков. В таблице представлены 10 лучших гибридных комбинаций, показавших наиболее высокий результат по признаку «масса семян с растения». Наиболее высокие значения были отмечены у комбинации Сапфир × Altess (115,05 %), что свидетельствует о значительном превосходстве гибрида над лучшей родительской формой. Ценность для будущей работы представляют также комбинации Сапфир × ЫІ-220 (74,73 %), Даник × Altess (59,69 %), Даник × ЫІ-220 (53,40 %) и Бонус × Altess (51,69 %).

Таблица – Истинный гетерозис у лучших гибридов F_1 льна масличного, %

Комбинация	Масса семян с растения	Количество коробочек на растении	Масса 1000 семян
Славянин × Ы-220	36,68	26,45	13,64
Бонус × Altess	51,69	21,28	12,22
Бонус × Ы-220	28,62	3,45	20,70
Сапфир × Altess	115,05	69,23	-2,71
Сапфир × Ы-220	74,73	47,44	9,03
Даник × Altess	59,69	5,68	9,28
Даник × Ы-220	53,40	20,45	18,52
Бинго × Altess	36,36	9,09	12,37
Бинго × Ы-220	23,20	50,43	14,78
Сентябрь × Altess	35,29	47,95	-11,58
Среднее значение	19,91	16,86	8,95

По признаку «количество коробочек на растении» максимальные значения были отмечены у комбинаций Сапфир × Altess (69,23 %), а также Бинго × Ы-220 (50,43 %). По признаку «масса 1000 семян» наибольший показатель истинного гетерозиса был у комбинации Бонус × Ы-220 (20,70 %).

Следует отметить, что значение истинного гетерозиса у комбинаций Славянин × Ы-220, Бонус × Altess, Сапфир × Ы-220, Даник × Ы-220 и Бинго × Ы-220 являлось положительным одновременно по трём признакам, что делает их наиболее перспективными для дальнейшей работы селекции льна масличного.

Таким образом, наибольшей селекционной ценностью обладают гибридные комбинации с участием сортов Сапфир, Даник и Бонус (материнские формы) и Altess, Ы-220 (отцовские формы). Максимальный истинный гетерозис по показателям «масса семян с растения» (115,05 %) и «количество коробочек на растении» (69,23 %) был отмечен у комбинации Сапфир × Altess.

Литература

1. Plant breeding. Encyclopedia Britannica, 26 Nov. 2024 / ed.: R.W. Allard. – Chicago, 2024. – URL: https://www.britannica.com/science/plant-breeding/Hybridization (date of access: 01.04.2026).

2. Advances in Research on the Mechanism of Heterosis in Plants / X Wu, Y Liu, Y Zhang, R Gu // Frontiers in Plant Science. – 2021. – Vol. 12. – P. 1 – 14.

ASSESSMENT OF HETEROSIS OF F1 OIL FLAX HYBRIDS (Linum usitatissimum L.) ON ECONOMICALLY IMPORTANT TRAITS

A. M. V. Zabello

The paper presents the assessment of the true heterosis of 24 F_1 hybrid combinations of oil flax on seed weight per plant, the number of pods per plant, and the 1000-grain weight. A positive true heterosis in terms of seed weight was identified in 10 combinations, the maximum (115.05 %) – in the Sapfir × Altess combination. High indicators were also noted in the combinations Sapfir × Y-220 (74.73 %), Danik × Altess (59.69 %), Danik × Y-220 (53.40 %) and Bonus × Altess (51.69 %). The hybrid combinations involving the maternal forms Saphir, Danik, Bonus and the paternal forms Altess, Y-220 have the greatest breeding value.

УДК 633.854.78:631.527.5

СЕЛЕКЦИЯ ВЫСОКОМАСЛИЧНЫХ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА ДЛЯ БЕЛАРУСИ

О. П. Шатарнов, Н. К. Зайцев, М. Г. Синявская
ГНУ "Институт генетики и цитологии НАН Беларуси"
e-mail: shatarnov@tut.by

Подсолнечник – одна из основных масличных культур в мире, которая получила широкое признание и распространение благодаря своим высоким пищевым и кормовым достоинствам.

Научно-исследовательская работа с подсолнечником масличным позволила продвинуть районы его возделывания к более северным широтам. В лаборатории нехромосомной наследственности ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» получены отечественные гибриды F_1 Поиск (2009), Агат (2011), Белорусский ранний (2015), Крок (2020) и Азимут (2022). Это является подтверждением перспективности направления гетерозисной селекции подсолнечника для почвенно-климатических условий Беларуси.

Целью работы стала оценка гибридов F_1 в полевых условиях, отбор лучших по ряду параметров комбинаций.

Исследования проводились на экспериментальном поле ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси». Конкурсное испытание гибридов F_1 (60 гибридных комбинаций) проводилось в 2023–2024 гг. Густота стояния растений – 41 тыс/га, площадь питания – 70×35 см. Повторность опыта трехкратная при рендомизированном размещении делянок [1]. Обработка материала проводилась по общепринятым методикам [2]. Масличность семян определяли на БИК анализаторе Ин-

фраЛЮМ ФТ-12 (Россия). Полученные данные статистически обрабатывались средствами пакета Excel.

В ходе исследований установлена вариабельность по основным показателям. Как видно из таблицы 1, испытанные генотипы на протяжении нескольких лет по-разному реагировали на метеорологические условия вегетационного периода. Так, например, гибриды М605/04А × М780/04Rf и М475(15)/07А × М315/20Rf практически не изменяли период всходы-цветения, в то время как у гибридов М424/20А ×М331/20Rf (67 и 56 дней) и М424/20А × М780/04Rf (63 и 57 дней) отмечена тенденция к сокращению этого периода. Очевидно, что испытываемые гибриды отличались по адаптивным свойствам.

Некоторые испытанные гибриды имеют стабильный, не зависимый от погодных условий, очень короткий период всходы – цветение – 54–58, 56–57 дней, что характерно для раннеспелой группы. Данная группа сортов наиболее востребована для наших почвенно-климатических условий. Однако в Беларуси наблюдается тенденция использования для посевов импортных гибридов подсолнечника, созданных в южных климатических зонах России. Это не всегда оправдано, так как у этих гибридов возможно значительное увеличение периода вегетации и снижение масличности на фоне роста биомассы вследствие реакции на длинный день.

Таблица 1 – Показатели некоторых хозяйственно ценных признаков гибридов подсолнечника (2023–2024 гг.)

Образец	Год	Высота, см	Диаметр корзинки, см	Всходы – цветение, дней
М605/04А × М780/04Rf	2023	67,7	14,7	54
	2024	96,2	18,2	58
М475(15)/07А × М315/20Rf	2023	59,7	14,5	56
	2024	89,8	18,2	57
М162/14А × М323/20Rf	2023	64,2	15,8	66
	2024	114,2	19,8	63
М424/20А × М331/20Rf	2023	66,3	15,2	67
	2024	122,7	21,5	56
М424/20А × М780/04Rf	2023	59,8	14,8	63
	2024	108,7	20,9	57
М424/20А × М323/20Rf	2023	60,5	15,5	66
	2024	108,3	21,0	64

Сильной вариабельности оказались подвержены масса 1000 семян, урожайность и соответственно выход масла с 1 га (таблица 2). Выделены гибридные комбинации, у которых в течение периода исследований оказалась минимальная вариация по масличности: М162/14А × М323/20Rf и М424/20А × М780/04Rf.

Максимальная средняя урожайность (26 ц/га) и масличность (47,7 %) за годы исследований отмечены у комбинации М424/20А × М323/20Rf, которая превышала гибрид-стандарт Поиск по этим показателям на 27,5 % и 5,4 % соответственно, что является существенной разницей при создании новых гибридов.

Таблица 2 – Вариабельность показателей гибридов F_1 подсолнечника в зависимости от года исследований (2023-2024 гг.)

Образец	Год	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га	Масличность, %	Выход масла, ц/га
М605/04А × М780/04Rf	2023	50,1	12,8	46,4	5,9
	2024	75,4	27,9	44,1	12,3
М475(15)/07А × М315/20Rf	2023	51,8	11,8	44,9	5,3
	2024	65,6	22,5	43,4	9,8
М162/14А × М323/20Rf	2023	50,1	12,1	46,3	5,6
	2024	76,8	34,0	46,6	15,8
М424/20А × М331/20Rf	2023	46,3	11,1	46,3	5,1
	2024	73,1	37,6	45,6	17,1
М424/20А × М780/04Rf	2023	49,2	9,3	46,2	4,3
	2024	85,1	37,7	45,2	17,0
М424/20А × М323/20Rf	2023	45,8	12,7	48,7	6,2
	2024	83,7	39,2	46,7	18,3

В Беларуси на базе ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» создан уникальный генетический материал коллекции линий восстановителей фертильности пыльцы, линий закрепителей стерильности и их стерильных аналогов, позволяющий получать, испытывать и предлагать для дальнейшего государственного сортоиспытания в северной климатической зоне новые перспективные гибриды.

Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Тихонов, О. И. Биология, селекция и возделывание подсолнечника / О. И. Тихонов, Н. И. Бочкарев, А. Б. Дьяков [и др.] – Москва: Агропромиздат, 1991. – 285с.

BREEDING OF HIGH-OIL SUNFLOWER HYBRIDS FOR BELARUS

O. P. Shatarnov, N. K. Zaitsev, M. G. Sinyavskaya

The article presents the data from testing new sunflower hybrids in 2023–2024. Promising combinations in terms of oil content and yield are identified. The obtained data indicate the possibility and necessity of further research in this direction, since there is unique breeding material adapted to the soil and climatic conditions of Belarus.

УДК 633.854.78:632.954

ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПОДСОЛНЕЧНИКА ПО ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К ФИТОТОКСИЧЕСКОМУ ДЕЙСТВИЮ ГЕРБИЦИДОВ ГРУПП СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИН И ИМИДАЗОЛИНОНОВ

О. А. Туровец, Л. П. Шиманский
РНДУП «Полесский институт растениеводства»

Одним из главных факторов, значительно снижающих производство семян подсолнечника, является сильная засоренность сорняками его посевов [6]. Подсолнечник по своим биологическим особенностям обладает сравнительно высокой конкурентоспособностью по отношению к сорным растениям, и, тем не менее, на начальных этапах развития подсолнечник растет медленно и быстро зарастает сорняками. Засорение посевов в этой фазе снижает урожайность семян и содержание масла, усиливает развитие болезней [9].

Есть несколько вариантов систем защиты культуры подсолнечника. Традиционным для борьбы с сорной растительностью является применение гербицидов почвенного действия, которые контролируют однолетние сорняки, и гербицидов, которые вносят в период вегетации, контролирующих однолетние и многолетние злаковые сорняки. Широкий спектр двудольных сорняков остается вне влияния почвенных и страховых гербицидов. Уничтожение этого типа сорняков в посевах подсолнечника на сегодня является проблемой в технологии выращивания культуры [10].

В последние годы у сельхозпроизводителей приобретают популярность производственные системы возделывания подсолнечника с ис-

пользованием послевсходовых гербицидов системного действия и устойчивых к этим гербицидам гибридов подсолнечника. К данным гербицидам относятся две группы препаратов, которые применяются на подсолнечнике – это имидазолиноны и сульфонилмочевины. По характеру действия эти группы схожи. Они воздействуют на ферментную систему ацетогидроксикислую синтазу (AHAS) или ацетолактатсинтетазу (ALS, или АЛС), подавляя тем самым синтез аминокислот с разветвленной боковой цепью валина, лейцина и изолейцина [5].

Имидазолиноны являются высокоактивными и высокоизбирательными системными гербицидами, при этом могут поглощаться растениями, как через корневую систему, так и через листья. После попадания препарата на сорную растительность уже через несколько часов подавляется рост, полная гибель наступает в течение 2–4 недель после обработки. Послевсходовое применение гербицида позволяет подавлять широкий спектр сорняков как двудольных, так и злаковых, особенно ценным является хороший контроль заразихи подсолнечной [7].

Достоинство производных сульфонилмочевины по сравнению с гербицидами других химических классов, которые применяются сельскохозяйственном производстве, заключается в том, что они при низкой норме расхода показывают высокую биологическую активность и подавляют широкий спектр сорной растительности [8].

Создание гербицидоустойчивых материнских и отцовских линий подсолнечника должно основываться на введении генов устойчивости с использованием возвратных скрещиваний. При этом необходимо постоянно проводить отбор устойчивых растений после обработки гербицидом, в дальнейшей работе должны использоваться растения, не показавшие признаков гербицидного поражения, такие как хлороз, морфоз или некроз [8].

В задачу работы входили оценка и классификация селекционного материала подсолнечника по устойчивости к действующему веществу гербицидов групп сульфонилмочевин и имидазолинонов, выделение в исходном материале источников устойчивости.

Исследования проводили в течение 2019–2020 гг. на опытных полях РНДУП «Полесский институт растениеводства» (п. Криничный, Мозырский район, Гомельская область). В качестве исходного материала были задействованы 64 образца селекционного питомника подсолнечника РНДУП «Полесский институт растениеводства». Посев селекционных образцов проводили в оптимальные для подсолнечника сроки. Фенологические наблюдения, определение высоты, учет урожая проводили согласно Методике Государственного сортоиспытания

сельскохозяйственных культур (1985 г.). Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по методике Б. А. Доспехова [4].

В фазе 6 настоящих листьев растения подсолнечника были обработаны гербицидами группы имидазолинонов Евро-Лайтнинг, ВРК (д.в. имазапир, 15 г/л + имазамокс, 33 г/л) с нормой 1,2 л/га и Родимич, ВР (д.в. имазамокс, 40 г/л) с нормой 1,2 л/га, а также группы сульфонилмочевин Гранат, ВДГ (д.в. трибенурон-метил, 750 г/кг) с нормой 25 г/га, Сальса, с.п. (д.в. этаметсульфурон-метил, 750 г/кг) с нормой 25 г/га. В контрольном варианте посевы не подвергались обработке гербицидами.

Оценка влияния гербицида на растения подсолнечника проводилась через четырнадцать дней после обработки. Для количественной оценки действия гербицида была применена шкала фитотоксичности ALS-ингибиторов [3]. Для характеристики образцов в целом использовали среднее значение баллов фитотоксичности: менее 0,5 – толерантная группа; от 1 до 4 – умеренно толерантная группа; от 5 до 8 – умеренно восприимчивая группа; более 8,5 – восприимчивая группа.

В результате оценки селекционного материала по индивидуальной чувствительности к действию гербицидов группы имидазолинонов через 14 дней после обработки были выделены 47 селекционных образцов, толерантных к действующему веществу гербицида Евро-Лайтнинг, и 48 селекционных образцов, толерантных к гербициду Родимич (таблица 1), в т. ч. 36 образцов имели балл фитотоксичности 0 при обработке растений гербицидом Евро-Лайтнинг, 37 образцов – при обработке растений гербицидом Родимич.

Действие гербицидов на восприимчивые образцы проявилось либо в гибели растений, либо в значительном снижении интенсивности роста, изменениях репродуктивных органов, что привело к незавязываемости семянок. Полный некроз апекса и гибель растений (9 баллов) после обработки имидазолинонами наблюдались у одного селекционного образца. Сильные морфологические аномалии (5–8 баллов), а в дальнейшем деформация корзинок, отсутствие пыльцы в период цветения, отсутствие семянок при созревании отмечены у двух селекционных образцов. Они были отнесены к восприимчивой группе.

Выделены толерантные селекционные образцы к действующему веществу гербицида Гранат – 15 образцов, к действующему веществу гербицида Сальса – 26 образцов, в т. ч. 11 образцов имели балл фитотоксичности 0 при обработке растений гербицидом Гранат и 22 образца – при обработке растений гербицидом Сальса.

Таблица 1 – Классификация селекционного материала подсолнечника по индивидуальной чувствительности к фитотоксическому действию гербицидов групп имидазолинонов и сульфонилмочевин (2019–2020 гг.)

Гербицид	Толерантная группа (< 0,5)	Умеренно толерантная группа (1–4)	Умеренно восприимчивая группа (5–8)	Восприимчивая группа (> 8,5)
Евро-Лайтнинг, ВРК	47	12	2	3
Родимич, ВР	48	10	3	3
Гранат, ВДГ	15	19	18	12
Сальса, с.п.	26	28	4	6

Для оценки фитотоксичного действия имидазолиноновых гербицидов измерялась высота обработанных и необработанных гербицидами растений. Средняя высота необработанных растений в контроле через 14 дней после обработки составила 54,1 см, перед уборкой – 118,4 см.

Не выявлено существенного влияния имидазолиноновых гербицидов на высоту растений селекционных образцов, относящихся к толерантной группе. Высота растений умеренно толерантной и умеренно восприимчивой групп снизилась через две недели после обработки на 8,2–8,8 см. Измерение высоты растений перед уборкой показало снижение этого показателя в среднем на 9,0 см у умеренно толерантных образцов, и на 16,1–16,8 см у умеренно восприимчивых. Один восприимчивый образец после обработки гербицидами на основе имидазолинона погиб полностью, два неустойчивых образца не погибли, но снизили высоту растений по отношению к контролю на 32,6–32,8 см через две недели после обработки, на 71,1–76,4 см – перед уборкой.

После внесения гербицида сульфонилмочевинной группы Гранат, ВДГ высота растений толерантных образцов по сравнению с контролем через 14 дней существенно не изменилась. Дальнейшие измерения высоты перед уборкой показали снижение данного признака на 8,2 см. Селекционные образцы умеренно толерантной и умеренно восприимчивой групп снизили высоту растений после обработки по отношению к контролю на 7,9–8,7 см через две недели и на 13,8–19,3 см – перед уборкой. Значительное снижение высоты после обработки гербицидом Гранат, ВДГ отмечено у растений восприимчивой группы: через 14 дней – на 33,8 см, в дальнейшем растения погибли.

При сравнении высоты растений образцов, обработанных сульфонилмочевинным гербицидом Сальса, с.п. и необработанного контроля

не выявлено существенных различий у толерантной и умеренно толерантной групп спустя 14 дней после обработки (-1,3…-2,3 см). Снижение высоты растений перед уборкой у данных образцов составило 4,0–7,7 см. Повреждение, вызванное гербицидами восприимчивых образцов, кроме снижения высоты растений, проявилось в сильной деформации листьев и хлорозе, у многих растений при цветении наблюдалось отсутствие репродуктивных органов.

Снижение урожайности селекционных образцов подсолнечника в пределах толерантной группы составило 5,5 % при внесении гербицида Евро-Лайтнинг, ВРК и 3,9 % при внесении гербицида Родимич, ВР. В умеренно толерантной группе урожайность уменьшилась на 20,9 % (Евро-Лайтнинг, ВРК) и на 23,5 % (Родимич, ВР). Наибольшее снижение урожайности образцов отмечено в пределах умеренно восприимчивой группы на 47,0–52,9 %. Восприимчивые селекционные образцы либо погибли, либо не образовали семян (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность селекционных образцов подсолнечника после обработки гербицидами имидазолиноновой и сульфонилмочевинной групп, ц/га (2019–2020 гг.)

Группа устойчивости	Группа имидазолинонов					
	Евро-Лайтнинг			Родимич		
	без обработки	после обработки	± к контролю, %	без обработки	после обработки	± к контролю, %
Толерантные	18,3	17,3	-5,5	17,8	17,1	-3,9
Умеренно толерантные	17,2	13,6	-20,9	16,2	12,4	-23,5
Умеренно восприимчивые	25,7	13,6	-47,0	22,7	10,7	-52,9
Восприимчивые	21,4	Не образовали семян		24,0	Не образовали семян	
Группа сульфонилмочевин						
	Гранат			Сальса		
Толерантные	16,2	14,8	-8,6	17,2	16,6	-3,5
Умеренно толерантные	18,2	13,2	-27,5	18,3	14,5	-20,8
Умеренно восприимчивые	20,2	7,5	-62,9	20,0	12,4	-38,0
Восприимчивые	21,1	Не образовали семян		13,1	Не образовали семян	

Значительное снижение урожайности селекционных образцов отмечено при внесении гербицида Гранат, ВР в пределах умеренно толерантной и умеренно восприимчивой групп – на 27,5–62,9 % по сравнению с контролем, в меньшей степени снизилась урожайность селекционных образцов при обработке гербицидом Сальса, с.п. – на 20,8–38,0 %.

В результате исследований, проведенных в 2019–2020 гг., с учетом значений баллов фитотоксичности, показателей хозяйственно-полезных признаков выделены 26 источников устойчивости к действию гербицидов имидазолиноновой группы и 9 источников устойчивости к действующему веществу гербицидов сульфонилмочевинной группы.

Литература

1. Воронова, О. В. В борьбе за место под солнцем / О. В. Воронова // Новый аграрный журнал. – М.: 2011. – Вып. № 2 (2). – С. 48-54.

2. Гомончук, И. И. Борьба с сорной растительностью в посевах подсолнечника / И. И. Гомончук // Землеробства і ахова раслін. – 2003. - №4. – С. 25-26.

3. Демурин, Я.Н. Шкала фитотоксичности ALS-ингибирующих гербицидов у подсолнечника / Я. Н. Демурин, А. С. Тронин, Н. А. Пикалова // Масличные культуры (НТБ ВНИИМК). – Краснодар, 2013. – Вып. 2 (155-156). – С. 24-27.

4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. Евро-Лайтнинг. Двигатель максимальной рентабельности. – BASF, 2007. – 4 с.

6. Курдюкова, О. М. Урожайність соняшнику залежно від рівня забур'яненості й тривалості росту малорічних бур'янів у посівах / О. М. Курдюкова, Н.О. Мельник // Вісн. Дніпропетр. держ. агар. ун-ту. – 2010. - №1. – С. 11-14.

7. Перстенёва, А.А. Генетические основы применения производственной системы CLEARFIELD на подсолнечнике / А. А. Перстенёва // Современное состояние и приоритеты развития фундаментальных наук в регионах: труды V Всероссийской научной конференции молодых учёных и студентов. – Краснодар, 2008. – С.81-83.

8. Тронин, А. С. Наследование и селекционное использование устойчивости к сульфонилмочевиновым гербицидам у подсолнечника: автореф. дис. … канд. с.-х. наук / А. С. Тронин. – Краснодар, 2017. – 24 с.

9. Холоп, Я.И. Эффективность гербицидов в посевах подсолнечника / Я.И. Холоп, Н.И. Протасов // Международный аграрный журнал. – 1999. - №6. – С. 25-27.

10. Шугурова, Н. И. Надежная защита посевов подсолнечника от сорняков / Н.И. Шугурова // Пропозиция. – 2018. - №3. – С. 166-174.

11. Al-Khatib, K. Imazethapyr resistance in common sunflower (Helianthus annuus L.) / K. Al-Khatib, J.R. Baumgartner, D.E. Peterson [et al.] // Weed Science. – 1998. – №46. – P. 403-407.

12. Olson, B. Distribution of resistance to imazamox and tridenuronmethyl in native sunflower / B. Olson, K. Al-Khatib, R.M. Aiken // Proc. 26-th Sunflower Research Workshop, Fargo, ND. – 2004. – P. 14-15.

13. Sala, C.F. Genetics and breeding of herbicide tolerance in sunflower / C.F. Sala, M. Bulos, E. Altieri, M.L. Ramos // Proc. 18-th Int. Sunflower Conf., Mar del Plata, Argentina, 2012. – P. 75-81.

EVALUATION OF SUNFLOWER SOURCE MATERIAL ON INDIVIDUAL SENSITIVITY TO PHYTOTOXIC EFFECT OF SULPHONYLUREA AND IMIDAZOLINONE HERBICIDES

O.A. Turovets, L.P. Shimansky

The paper shows the results of studying the sunflower source material for resistance to phytotoxic effects of sulfonylurea and imidazolinone herbicides. The sources of resistance to the active ingredient of imidazolinone and sulfonylurea herbicides are identified.

УДК 633.854.78:631.524.85

ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ

О. А. Туровец, Л. П. Шиманский
РНДУП «Полесский институт растениеводства»

Подсолнечник наряду с соей и рапсом входит в тройку мировых лидеров по производству маслосемян среди однолетних масличных культур. Интерес к подсолнечнику в Беларуси связан с возможностью перехода на собственные сырьевые ресурсы для маслоперерабатывающей промышленности и с частичным решением проблемы импортозамещения ежегодно ввозимых в Беларусь растительных масел и белка.

Экстремальные условия среды (холод, засуха, жара, засоление и другие стрессовые факторы) оказывают отрицательное влияние на растения, что приводит к значительным потерям растениеводческой продукции. Устойчивость растений к стрессам характеризует способность растительных организмов полноценно осуществлять свои основные жизненные функции в неблагоприятных условиях внешней среды [1].

Для регионов с ограниченным периодом вегетации и ранних посевов подсолнечника *важнейшим адаптационным признаком является хо-*

лодостойкость. Низкотемпературный стресс для подсолнечника наиболее вероятен в период прорастания семян, особенно большой ущерб сельскому хозяйству наносят кратковременные или длительные заморозки, отмечаемые в весенний период.

Практика возделывания подсолнечника показывает, что продолжительность фазы «посев – всходы» изменяется по годам от 12 до 25 дней и зависит от складывающего режима температуры после сева. Подсолнечник в период «посев – всходы» может переносить без видимых повреждений воздействие кратковременных пониженных положительных температур и даже заморозков. Однако замечено, что при выращивании современных высокомасличных и низколузжистых сортов и гибридов подсолнечника наблюдается отрицательное влияние пониженных температур при ранних сроков сева на полевую всхожесть семян. Задержка в появлении всходов ведет к изреживанию посевов и удлинению периода вегетации, что создает в отдельные годы благоприятные условия для развития эпифитотий белой и серой гнилей, которые снижают урожай и ухудшают качество семян. Поэтому одной из задач селекции подсолнечника является создание сортов и гибридов, менее требовательных к температуре в период «посев – всходы». Эта проблема одинаково важна как для южных, так и для северных районов возделывания культуры. Внедрение в производство холодостойких сортов и гибридов позволит высевать подсолнечник в более ранние сроки, в этих условиях вегетация растений начинается в более ранний период, что способствует лучшему использованию осенне-зимних запасов почвенной влаги, снижает вероятность попадания фазы созревания в неблагоприятные погодные условия осени [3].

Создание и внедрение в производство холодостойких раннеспелых и среднеранних высокопродуктивных гибридов подсолнечника предполагает оценку и отбор устойчивого к пониженным положительным температурам селекционного материала. Для диагностики устойчивости одним из необходимых условий является создание определенного воздействия на изучаемые растения тем стрессом, устойчивость к которому определяется.

Целью нашей работы была оценка исходного материала подсолнечника по основным признакам на холодостойкость и выделение в исходном материале образцов с высокими показателями адаптивности к холоду для дальнейшей селекции.

Материалом для исследований служили 50 селекционных образцов подсолнечника из рабочей коллекции Полесского института растениеводства. Для диагностики холодостойкости селекционного материала

проводились лабораторные и полевые исследования в 2021–2023 гг., которые осуществлялись на базе РНДУП «Полесский институт растениеводства» Мозырского района Гомельской области.

Уровень холодостойкости селекционного материала в лабораторных исследованиях определялся методом моделирования холодового стресса на семена. Семена контрольной партии проращивали по стандартной для культуры методике в термостате при температуре +25 ºС в течение 5 суток.

В полевых условиях для оценки селекционных образцов подсолнечника по холодостойкости был проведен посев семян в два срока: оптимальный, при достижении температуры почвы на глубине заделки семян 10–12 ºС и ранний срок сева, при достижении температуры почвы на глубине заделки семян 5–7 ºС. Изучение образцов в полевых условиях осуществлялось по общепринятой методике.

В период исследований наблюдались различия метеорологических условий, которые позволили в полном объеме оценить селекционный материал в полевых условиях. Среднесуточная температура воздуха в годы проведения испытаний при раннем сроке сева составляла 6,1–9,1 ºС, при оптимальном сроке – от 9,5 до 11,5 ºС. В 2023 г. в период появления всходов растений подсолнечника были зафиксированы ночные заморозки.

Лабораторная всхожесть семян селекционных образцов подсолнечника в 2021–2023 гг. в контрольной партии находилась на уровне 68–100 % и в среднем составила 90,2 %.

Холодное проращивание семян осуществлялось в термостате при температуре +5 ºС в течение 7 суток. Учитывали количество проросших семян и сравнивали с контрольной партией. После воздействия низких температур не взошли семена четырех образцов. У остальных образцов всхожесть варьировала от 3 до 90 %. Потенциальная холодостойкость (ПХ) рассчитывалась по формуле: ПХ = опыт / контроль × 100 %. Пять образцов показали высокий уровень потенциальной холодостойкости 80–98 %.

В дальнейшем семена подсолнечника, подвергшиеся воздействию холодом, были поставлены на доращивание при оптимальной температуре +25 ºС. По истечении 5 суток семена всех образцов проросли. Лабораторная всхожесть после доращивания находилась в пределах от 10 до 100 % и в среднем составила 75,7 %.

Степень холодостойкости исследуемого материала определялась на основании анализа значения показателя сохранения всхожести семян-

ками после холодового стресса и дополнительного доращивания (СВ), который вычислялся по формуле: СВ = опыт / контроль × 100 %.

Анализ показателя СВ позволил классифицировать исследуемый материал по степени холодостойкости на четыре группы. К группе устойчивых к низкой температуре (I группа) отнесены 27 образцов, у которых после воздействия холодом показатель сохранения всхожести (СВ) находился на уровне от 91 до 100 %; к II группе отнесены 12 образцов, показатель сохранения всхожести которых составил 81–90 %; в III группу вошли 6 образцов с СВ 71–80 %, IV группу составили 6 наименее холодостойких образца с СВ менее 71 %.

Параллельно с учетом всхожести семян в качестве критерия для оценки степени холодостойкости определяли степень депрессии в накоплении сухой массы проростками после холодового стресса по сравнению с контролем. Для этого в каждой из чашечек в контроле и опыте после доращивания срезали корешки и ростки, помещали их в бюксы в термостат на 3 часа при температуре 105 ºС и взвешивали. Определяли степень депрессии в накоплении сухой массы проростками (r) после холодового стресса в опыте (y) по сравнению с контролем (x): $r = 100 – y/x \times 100\%$ (таблица 1). Образцы с меньшим снижением сухой массы проростков считаются более холодостойкими [1].

Отмечено, что образцы, отнесенные к I группе холодостойкости по показателю СВ, показали и низкую степень депрессии в накоплении сухой массы проростками – 2,1–4,0 %. У селекционных образцов, отнесенных ко II группе холодостойкости, степень депрессии в накоплении сухой массы проростками составила в среднем 15,5 %. Наибольшую степень депрессии на уровне 47,2–49,2 % показали образцы, вошедшие в IV группу холодостойкости.

В полевых условиях для оценки селекционных образцов подсолнечника по холодостойкости был проведен анализ полевой всхожести семян при посеве подсолнечника в оптимальный и ранний сроки сева.

Отмечены различия по полевой всхожести селекционных образцов в зависимости от года исследования. В сложившихся климатических условиях 2021 г. полевая всхожесть при раннем сроке сева в среднем по испытуемым образцам была на уровне 68,6 %, при оптимальном – 87,1 %, снижение полевой всхожести в среднем составило 20,4 %. В условиях 2022 г. в среднем полевая всхожесть при раннем сроке посева составила 70,0 %, при оптимальном – 78,1 %, снижение полевой всхожести – 10,4 %. В 2023 г. полевая всхожесть при раннем сроке была на уровне 78,5 %, оптимальном – 86,5 %, снижение полевой всхожести в среднем составило 9,2 %.

Таблица 2 – Результаты изучения холодостойкости селекционных образцов подсолнечника в лабораторных условиях после холодового стресса с последующим доращиванием (среднее по группам 2021–2023 гг.)

Группа холодостокости	Год	Лабораторная всхожесть, %		СВ, %	Сухая масса проростков, г		Степень депрессии в накоплении сухой массы проростками, %
		контроль	t = +5°C + доращивание t = +25°C		контроль	t = +5°C + доращивание t = +25°C	
I	2021	96,5	94,1	98	0,75	0,72	4,0
	2022	92,3	89,8	97	0,69	0,67	2,9
	2023	92,0	89,8	98	0,95	0,93	2,1
	ссред.	***93,6***	***91,2***	***97,7***	***0,80***	***0,77***	***3,0***
II	2021	95,3	82,8	87	0,92	0,76	17,4
	2022	86,1	74,1	86	0,76	0,65	14,5
	2023	90,2	77,3	86	1,24	1,06	14,5
	ссред.	***90,5***	***78,1***	***86,3***	***0,97***	***0,82***	***15,5***
III	2021	94,7	66,7	70	0,69	0,53	23,2
	2022	67,9	51,1	75	0,57	0,44	22,8
	2023	86,4	64,8	75	1,12	0,87	22,3
	ссред.	***83,0***	***60,9***	***73,3***	***0,79***	***0,61***	***22,8***
IV	2021	-	-	-	-	-	-
	2022	60,0	30,6	46	0,53	0,28	47,2
	2023	84,5	43,3	52	0,63	0,32	49,2
	ссред.	***72,3***	***37,0***	***49,0***	***0,58***	***0,30***	***48,2***

При сопоставлении данных лабораторной и полевой оценки холодостойкости отмечено, что снижение полевой всхожести при раннем сроке сева по отношению к оптимальному у селекционных образцов I группы холодостойкости составило от 2,3 до 12,3 % в зависимости от года исследований. Селекционные образцы II группы холодостойкости показали снижение полевой всхожести на 10,5–19,7%.

Образцы, отнесенные к III и IV группам по холодостойкости, показавшие в лабораторных условиях наименьшее сохранение всхожести семян после воздействия холодового стресса, и в полевых условиях независимо от года исследований показали наименьшую всхожесть. Снижение всхожести при раннем сроке сева по сравнению с оптимальным составило 24,9–44,0 % (таблица 2).

Таблица 2 – Всхожесть семян селекционных образцов подсолнечника в полевых условиях в зависимости от сроков сева (среднее по группам 2021–2023 гг.)

Группа холодостойкости	Год	Полевая всхожесть, %		Снижение полевой всхожести, %
		ранний срок сева	оптимальный срок сева	
I группа	2021	77,2	88,0	-12,3
	2022	82,4	86,2	-4,4
	2023	86,6	88,6	-2,3
II группа	2021	65,9	80,9	-19,7
	2022	66,6	78,6	-15,3
	2023	77,3	86,4	-10,5
III группа	2021	47,9	85,6	-44,0
	2022	42,1	57,6	-26,9
	2023	62,0	82,6	-24,9
IV группа	2021	-	-	-
	2022	42,8	58,8	-27,2
	2023	58,3	80,3	-27,4

В результате комплексной лабораторной и полевой оценки за 2021–2023 гг. исследований были выделены 11 селекционных образцов подсолнечника, которые сохранили высокую всхожесть после воздействия холодом в лабораторных исследованиях и показали высокую полевую всхожесть при раннем сроке сева. В полевых условиях данные образцы при раннем сроке сева обладали быстрыми темпами прохождения фаз развития и показали интенсивный рост в начальный период вегетации.

Литература

1. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (Методическое руководство) / под ред. Г.В. Удовенко. – Л., 1988. – С. 3-71.

2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

3. Погорлецкий, Б. К. О холодостойкости подсолнечника в период посев – всходы / Б. К. Погорлецкий, Ю. П. Артеменко, С. В. Костюк // Вопросы генетики, селекции и семеноводства. – Киев. – Урожай. – 1984. – С. 53-57.

4. Удовенко, Г. В. Механизмы адаптации растений к стрессам / Г. В. Удовенко // Физиология и биохимия культ. раст. – 1979. – т. 11. - № 2. – С. 99.

5. Шкорич, Д. Генетика и селекция подсолнечника: международная монография / Д. Шкорич, Дж. Сейлер, Ж. Лью [и др.] ; пер. Я. Н. Демурин // Сербская академия наук и искусств, Отделение в г. Нови Сад, Ассоциация "Селекция и семеноводство подсолнечника", г. Харьков. – Х., НТМТ, 2015. – С. 246-251.

6. Энеев, М. Д. Адаптивность отечественных сортов и гибридов подсолнечника к высоким температурам и засухе / М. Д. Энеев // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2009. – Вып. 2 (141). – С. 120–134.

EVALUATION OF SUNFLOWER RAW MATERIAL FOR COLD RESISTANCE

O.A. Turovets, L.P. Shimansky

The article presents the results of studying the level of cold resistance of sunflower source material by the method of modeling cold stress on seeds. As a result of assessing cold resistance according to the main criteria breeding accessions of sunflower were identified: laboratory germination of seeds at optimal and low germination temperatures, preservation of seed germination and the degree of depression in the accumulation of dry mass in seedlings at low temperatures, field germination of seeds at early and optimal sowing periods.

УДК 633.854.78:632.4 (476)

ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ АЛЬТЕРНАРИОЗА ПОДСОЛНЕЧНИКА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. М. Яковенко, А. А. Запрудский, Е. В. Череухина, Е. С. Белова
РУП «Институт защиты растений», Минская область, аг. Прилуки, Республика Беларусь, e-mail: korm.yakavenko@yandex.by

В условиях Республики Беларусь подсолнечник масличный ежегодно поражается комплексом болезней грибной этиологии. Наиболее распространенным фитопатогеном является альтернариоз.

Возбудителем альтернариоза подсолнечника масличного являются грибы рода *Alternaria*, относящиеся к царству *Fungi*, отделу *Ascomycota,* подотделу *Pezizomycotina,* классу *Dothideomycetes*, подклассу *Pleosporomycetidae*, порядку *Pleosporales*, семейству *Pleosporaceae* [3]. В Беларуси наиболее часто грибы рода *Alternaria* встречаются на растениях семейств *Compositae* (*Asteraceae*) (17 родов), *Gramineae* (13 родов), *Rosaceae* (10 родов) и *Umbelliferae* (7 родов). На подсолнечнике декоративном описано три вида грибов, поражающих культуру – *A. helianthi*, *A. helianthiinfinciens* и *A. tenuissima* [2].

Альтернариозом поражаются корни, листья, стебли, корзинки подсолнечника на всех стадиях развития культуры. Первые симптомы обнаруживаются на листьях в виде пятен различного размера и формы, имеющих коричневую или темно-коричневую окраску, с желтой каймой или без нее. Поражения, вызванные грибами рода *Alternaria,* мо-

гут обнаруживаться беспорядочно разбросанными по стеблю и черешкам листьев. На тыльной стороне корзинки проявляются небольшие штриховатые бурые или темно-коричневые пятна, которые быстро разрастаются и занимают практически всю её поверхность [1]. Вредоносность болезни заключается в преждевременном отмирании пораженных частей растений. Потери урожая маслосемян подсолнечника могут составлять 20,0–40,0 %.

В связи с широкой распространенностью и вредоносностью альтернариоза в посевах подсолнечника масличного нам представлялось целесообразным проведение исследований по уточнению видового состава грибов рода *Alternaria,* поражающих культуру. В лабораторно-полевых условиях РУП «Институт защиты растений» видовой состав грибов рода *Alternaria* изучался в период 2013–2019 гг., 2022 г., 2025–2026 гг. В ходе проведения маршрутных обследований в хозяйствах республики нами отбирались пробы семенного материала, пораженные листья, стебли, корзинки и маслосемена для выделения *Alternaria* spp. в чистую культуру и дальнейшего разграничения по видам. За период исследований в чистую культуру был выделен 181 изолят.

Вследствие анализа комплекса признаков было идентифицировано три вида: *A. alternata*, *A. tenuissima* и *A. infectoria*, относящихся к группе мелкоспоровых видов. В 2022 г. впервые был отмечен специализированный крупноспоровый вид *A. helianthi* (Hansf.) Tub. et. Nish. (синоним *Alternariaster helianthi)*. Грибы *A. helianthi* были выделены из листьев и корзинок подсолнечника. На листьях отмечались пятна от желтого до коричнево-черного цвета с окаймлением или без него, на корзинках – светло-коричневые или темно-коричневые пятна без желтой каймы.

Выделенные в чистую культуру виды отличались по культуральным признакам (цвет, форма, диаметр колоний). Разграничение мелкоспоровых видов проводили, анализируя габитус споруляции, т.е. пространственное расположение особенностей ветвления конидиеносцев и цепочек спор. Так, для изолятов *A. tenuissima* характерно то, что конидии собраны в цепочки по 5–7 штук до 13, при этом цепочки конидий не ветвятся. У *A. alternata* и *A. infectoria* цепочки конидий разветвленные и состоят от 3–5 до 7 штук. Отличительной особенностью для вида *A. infectoria,* которая позволяет разграничить его от видов секции *Alternaria*, является наличие вторичного конидиеносца (размеры которого составляют 4,6×2,3 мкм). К тому же у данного вида отмечены различия в размере конидий, которые на 7,3–8,3×2,1–2,2 мкм меньше, чем у видов секции *Alternaria*. Узкоспециализированный гриб

A. helianthi образует конидии цилиндрической формы без апикального выроста размером 78–122×19–26 мкм. На картофельно-глюкозной питательной среде колонии *A. helianthi* серые, спороношение гриба – скудное. Конидиеносцы прямые коленчатые с 3–4 перегородками.

Анализ полученных данных показал, что на растениях подсолнечника масличного доминирует гриб *A. alternata*, который был выделен из семян, корней, листьев, стеблей и корзинок подсолнечника. На листьях подсолнечника масличного повсеместно также встречается гриб *A. tenuissima* (17,3 %). Гриб *A. infectoria* был изолирован только из семян и корней подсолнечника масличного. Узкоспециализированный вид *A. helianthin* встречался только на листьях и корзинках культуры.

При анализе симптоматики альтернариоза отмечено различие при поражении листьев подсолнечника видами *A. alternata* и *A. tenuissima*, что проявлялось в образовании хлороза вокруг места поражения. Данная отличительная особенность может быть обусловлена выделением токсичных веществ грибом *A. alternata*, которые способствуют поражению здоровой ткани и образованию хлороза. Проявление болезни на растениях в значительной степени зависит от гидротермических условий, устойчивости возделываемых гибридов и сорта. Развитие мелкоспоровых видов грибов, возбудителей альтернариоза подсолнечника масличного, происходит в широком диапазоне температур, что свидетельствует об их экологической пластичности.

Согласно нашим исследованиям на подсолнечнике масличном встречаются специализированный крупноспоровый вид *A. helianthi*, а также неспециализированные мелкоспоровые виды *A. alternata, A tenuissima, A. infectoria*. В связи с тем, что на листьях и корзинках подсолнечника масличного доминируют грибы секции *Alternaria*, при дальнейших обследованиях культуры виды нами не разграничивались и обозначались как *Alternaria* spp.

Литература

1. Ганнибал, Ф. Б. Видовой состав, систематика и география возбудителей альтернариозов подсолнечника в России / Ф. Б. Ганнибал // Вестник защиты растений. – 2011. – № 1. – С. 13-19.

2. Федорович, М. Н. Альтернариоз декоративного подсолнечника Беларуси / М. Н. Федорович // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты : сб. статей II междунар. науч.-практ. конф., Минск, 12-14 нояб. 2013 г. / БГУ; отв. ред. В. Д. Поликсенова. – Минск, 2013. – С. 320-322.

3. MycoBank: fungal databases. Nomenclature and species bank / Intern. Mycological Assos. – Mode of access: http://www.mycobank.org/. – Date of access: 07.04.26.

SPECIES COMPOSITION OF ALTERNARIA BLIGHT AGENTS OF OIL SUNFLOWER IN THE REPUBLIC OF BELARUS
A.M. Yakovenko, A.A. Zaprudsky, E.V. Chereukhina, E.S. Belova

Alternaria blight agents of oil sunflower (A. alternata, A. tenuissima, A. infectoria, and A. helianthi) were identified, the peculiarities of their growth and development as well as their impact on the crop during vegetation were established. The differences in the incidence of sunflower leaves by A. alternata and A. tenuissima were identified, which was manifested by the formation of chlorosis around the affected area.

УДК 633.854.78:631.842.4

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

О. В. Наумовец, Л. П. Шиманский
РНДУП «Полесский институт растениеводства»

Минеральные удобрения – одно из средств повышения урожаев подсолнечника. Эффективность их применения зависит от биологических особенностей сорта и гибрида, обеспеченности почв доступными формами элементов питания, сроков и способов внесения [1].

Азотные удобрения ускоряют рост, а вместе с другими удобрениями положительно влияют на формирование крупных стеблей, листьев и корзинок. Азот поглощается с началом роста и развития растений. Перед завязыванием цветков он накапливается в листьях и стеблях, а с появлением бутонов – в корзинках. До цветения накопление азота из почвы заканчивается и начинается его перемещение из стеблей и листьев в корзинки. По мере того как хорошо азот поглощается в период роста и развития, образовываются крупные листья, медленнее происходит старение листьев после цветения, закладывается большее количество цветков и накапливается больший запас протеина, который потом перемещается в семена [2]. Избыток азота приводит к активному росту вегетативной массы, задержке формирования генеративных органов, полеганию растений, развитию болезней [3, 4].

Исследования проводились в 2014–2016 гг. на опытных полях РНДУП «Полесский институт растениеводства» Мозырского района Гомельской области. Технология возделывания – согласно отраслевому регламенту возделывания подсолнечника на маслосемена общепринятая для данной зоны. Фенологические наблюдения, определение полевой всхожести и учёт урожая проведены согласно Методике Го-

сударственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]. Статистическая обработка результатов исследований выполнена по методике Б.А. Доспехова [6]. Биохимический состав маслосемян подсолнечника определен методом инфракрасной спектроскопии.

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 1,0–1,2 м суглинистой мореной. Агрохимическая характеристика пахотного слоя следующая: pH (КС) – 6,2, содержание подвижных форм фосфора – 206 мг/кг, обменного калия – 352 мг/кг, Ca – 524 мг/кг, Mg – 133 мг/кг почвы, гумус – 1,9 %. Посев опыта был проведен в III декаде апреля.

Объекты исследования – гибриды подсолнечника Степок, Везувий селекции Полесского института растениеводства. Предмет исследования – нормы и сроки внесения азотных удобрений.

Метеорологические условия в период исследований отличались от среднемноголетних показателей, особенно по температуре и количеству атмосферных осадков, но в целом складывались благоприятно для роста и развития подсолнечника.

Как показывают фенологические наблюдения, изменчивость вегетации и продолжительности отдельных межфазных периодов подсолнечника зависит от климатических условий года, применения азотных удобрений в разные сроки в разных дозах. В среднем за 2014–2016 гг. в варианте $P_{60}K_{90}$ у гибрида Везувий она составила 113 суток; у гибрида Степок – 112 суток. Основное внесение азота в дозах N_{60} и N_{90} способствовало увеличению продолжительности данного периода на 2–3 суток у обоих гибридов. Проведение дополнительной подкормки N_{30} – 3–4 суток. В среднем по гибридам в течение всего периода вегетации подсолнечника увеличена продолжительность основных периодов развития на 1–2 суток по сравнению с вариантом без азотных удобрений. Продолжительность периода «посев – всходы» составила 15–16 суток; «всходы – розетка» – 38 – 40 суток; «розетка – цветение» – 23–24 суток; «цветение – созревание» – 52–54 суток. Продолжительность периода «всходы – созревание» в варианте без азота была минимальной – 113 суток. Основное внесение азотных удобрений до посева привело к увеличению продолжительности периода вегетации на 2 суток и составило 115 суток. После проведения подкормки азотом в дозе 30 кг/га продолжительность периода «всходы – созревание» была 116–117 суток, что на 3–4 суток превышает вариант $P_{60}K_{90}$.

В среднем за 2014–2016 гг. по гибридам по всем фазам развития высота подсолнечника увеличилась от варианта $P_{60}K_{90}$ (фон) до варианта Фон + N_{90+30}. В фазу «4 пары настоящих листьев» в варианте

$P_{60}K_{90}$ высота была 21,0 см. Основное внесение азотных удобрений увеличило высоту до 23,1–26,9 см. В фазу «розетка» высота подсолнечника изменялась от 52,2 см до 66,1 см. В течение периода «4 пары настоящих листьев – розетка» отмечен максимальный среднесуточный прирост – 2,08–2,52 см/сутки. Увеличение высоты по отношению к варианту $P_{60}K_{90}$ при основном внесении азота составило 10,0–15,5 %; после подкормки прибавка составила 19,0–26,6 %. В течение периода «розетка – цветение» высота увеличилась до 98,2–108,2 см. Скорость роста за этот период составила 1,77–1,98 см/сутки. Прибавка к варианту была значительно ниже по сравнению с ранними периодами и составила 5,6–10,2 %. В фазу «созревание» растения достигли максимальной высоты. В варианте $P_{60}K_{90}$ она составила 100,5 см. Основное внесение азотных удобрений способствовало увеличению высоты до 107,7–108,5 см; внесение подкормки в дозе 30 кг/га – до 111,3–113,5 см. В течение периода «цветение – созревание» подсолнечник практически прекратил свой рост, среднесуточный прирост был на уровне 0,07–0,17 см/сутки. Прибавка высоты по отношению к варианту $P_{60}K_{90}$ была незначительной. Основное внесение азота увеличило высоту на 7,2–8,0 %. После проведения подкормки этот показатель составил 10,7–12,9 %.

Внесение азотных удобрений повлияло на показатели хозяйственной ценности подсолнечника. У гибрида Везувий в варианте $P_{60}K_{90}$ урожайность была 22,6 ц/га, у гибрида Степок – 22,7 ц/га. Основное внесение азота увеличило урожайность у гибрида Везувий до 32,5–36,4 ц/га, у гибрида Степок – до 33,1–36,1 ц/га. Дополнительное внесение азота 30 кг/га у гибрида Везувий увеличило урожайность до 38,7–38,8 ц/га, у гибрида Степок – до 39,3–39,5 ц/га. Урожайность в варианте без азотных удобрений составила 22,7 ц/га. Максимальная прибавка урожая (72,7 %) была получена в варианте с основным внесением азота в дозе 90 кг/га д.в. и подкормкой 30 кг/га (таблица).

У гибрида Везувий содержание масла в семенах составило 33,5 % при внесении N_{60+30}, 36,5 % – N_{90}. У гибрида Степок содержание масла в семенах не зависело от доз и сроков внесения азота и было на уровне 37,7% при N_{90} и 38,1 % при N_{60+30}.

Сбор масла с 1 га у гибрида Везувий в варианте без азотных удобрений составил 8,0 ц. Основное внесение азота увеличило сбор масла с 1 га до 11,2–13,5 ц, проведение подкормки увеличило до 13,2–14,1 ц. У гибрида Степок в варианте $P_{60}K_{90}$ сбор масла с 1 га был на уровне 8,7 ц. При внесении азота до посева он увеличился до 12,9–14,0 ц. Проведение подкормки увеличило сбор масла с 1 га до 15,1–15,2 ц.

Таблица – Влияние азотных удобрений на хозяйственно ценные показатели подсолнечника

Гибрид	Вариант	Урожайность при стандартной влажности, ц/га	Содержание масла в семенах, %	Сбор масла с 1 га, ц	Содержание белка в семенах, %	Сбор белка с 1 га, ц
Везувий	$P_{60}K_{90}$ – фон	22,6	35,7	8,0	17,6	4,4
	Фон + N_{60}	32,5	34,1	11,2	21,6	6,5
	Фон + N_{90}	36,4	36,5	13,5	21,2	7,1
	Фон + N_{60+30}	38,7	33,5	13,2	21,7	7,9
	Фон + N_{90+30}	38,8	35,4	14,1	22,9	8,0
Степок	$P_{60}K_{90}$ – фон	22,7	37,8	8,7	15,3	3,9
	Фон + N_{60}	33,1	38,0	12,9	19,5	5,9
	Фон + N_{90}	36,1	37,7	14,0	20,8	7,0
	Фон + N_{60+30}	39,3	38,1	15,2	21,0	8,0
	Фон + N_{90+30}	39,5	37,9	15,1	19,2	7,7
$НСР_{05}$		1,79–3,82	0,89–1,27	0,67–1,40	1,31–1,32	0,55–0,82

У гибрида Везувий в варианте $P_{60}K_{90}$ отмечено самое низкое содержание белка – 17,6 %. Максимальное содержание белка было в варианте N_{90+30}, в остальных вариантах внесения азотных удобрений изменялось незначительно – от 21,2 % до 21,7 %.

У гибрида Степок в варианте без внесения азотных удобрений содержание белка в семенах составило 15,3 %. Максимальным оно было в варианте N_{60+30}, в остальных вариантах изменялось от 19,2 % до 20,8 %.

В среднем по гибридам максимальное содержание белка в семенах получено в варианте N_{60+30} – 21,4 % (на 29,7 % выше, чем в варианте без азота). У гибрида Везувий в варианте без азотных удобрений составило 4,4 ц. Основное внесение азота увеличило сбор белка до 6,5–7,1 ц, проведение подкормки – до 7,9–8,0 ц. У гибрида Степок отмечена та же тенденция. В варианте $P_{60}K_{90}$ сбор белка был на уровне 3,9 ц, после внесения азотных удобрений до посева он увеличился до 5,9–7,0 ц, внесение подкормки – до 7,7–8,0 ц.

Азотные удобрения увеличивали все показатели продуктивности подсолнечника. В варианте $P_{60}K_{90}$ диаметр корзинки был 12,0 см. Внесение азотных удобрений способствовало увеличению показателя на

32,5–47,5 %, масса 1000 семян была выше на 20,3–34,8 %, чем в варианте $P_{60}K_{90}$ (40,8 г).

Количество семян в корзинке в варианте без азотных удобрений составило 899,5 шт. Внесение азотных удобрений до посева и в подкормку увеличило показатель на 13,2–22,1 %. Масса семян в 1 корзинке в варианте $P_{60}K_{90}$ составила 34,9 г. Основное внесение азота увеличило показатель на 44,8–55,7 %, проведение подкормки – на 66,9–73,2 %.

Литература

1. Рекомендации по возделыванию подсолнечника в Алтайском Крае.// Рубцовск, 2011. – С.213.

2. https://sai2007.com.ua/ua/a97237-tehnologiya-vyraschivaniya-podsolnechnika/13.02.2023

3. - https://agro-liga.com/podsolnechnik-osnovnye-faktory-obespechivayushhie-uspeh-vyrashhivaniya/14.02.2023

4. https://www.agronom.com.ua/pytanye-podsolnechnyka-y-osobennosty-prymenenyya-organycheskyh-udobrenyj/14.02.2023

5. Федин, М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М.А. Федин// Министерство сельского хозяйства СССР. – М., 1985 г.

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

INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE GROWTH, DEVELOPMENT AND FORMATION OF SUNFLOWER YIELD

O.V. Naumovets, L.P. Shimansky

This paper demonstrates the results of the research on the impact of nitrogen fertilizer application dates and rates on sunflower plant growth and development, oil seed yield, oil and protein content and yield.

УДК 633.854.78:581.19:631.559

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ МАСЛА, СУХОГО ВЕЩЕСТВА И УРОЖАЯ В СЕМЕНАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ПЕРИОД «ЦВЕТЕНИЕ – СОЗРЕВАНИЕ»

О. В. Наумовец, Л. П. Шиманский

РНДУП «Полесский институт растениеводства»

Срок сбора урожая любой культуры обусловливается окончанием процесса накопления растениями запасных питательных веществ – сахаров, белков, жиров и др., а также особенностями культуры [1].

Для определения оптимального срока уборки подсолнечника необходимо изучить процессы накопления урожая, сухого вещества, масла и белка в семенах в период «цветение – созревание». После опыления и оплодотворения развивается завязь и начинается рост семян. Через 11–12 дней по окончанию цветения срединных цветков наблюдается наибольший прирост массы семян. Семена формируются около 14–20 дней, 20–30 дней накапливаются питательные вещества и масло. Во внешней части корзинки наращивание сухой массы семян замедляется уже через 35–40 дней после оплодотворения цветков. Накопление масла в семенах происходит наиболее интенсивно с момента окончания цветения срединных цветков до 25 дня. В корзинке в целом накопление сухого вещества семян и масличность продолжается 60 дней после начала цветения и прекращается после высыхания растений [2]. По мере созревания семян идет закономерный процесс потери воды, поэтому уровень влажности служит объективным показателем степени их зрелости [3].

Накопление масла в семенах подсолнечника начинается с момента цветения и продолжается до полного созревания. Масличные свойства семян в начале их формирования интенсивно возрастают, а, начиная с 22–24 дня после цветения, масличность семян устанавливается на постоянном уровне [4]. Интенсивность самого процесса определяется количеством углеводов, поступающих из запасных тканей в семена. Исследованиями выявлено, что содержание масла в семенах – это характерный признак гибрида или сорта [5, 6, 7].

Установлено, что в зависимости от климата и изменения погодных условий содержание жиров в семенах масличных растений может изменяться на 10–15 % [8].

Исследования проводились в 2014–2016 гг. на опытных полях РНДУП «Полесский институт растениеводства» Мозырского района Гомельской области. Технология возделывания подсолнечника – согласно отраслевому регламенту возделывания подсолнечника на маслосемена, общепринятая для данной зоны. Фенологические наблюдения, определение полевой всхожести и учёт урожая проведены согласно Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [9]. Статистическая обработка результатов исследований проводится по методике Б.А. Доспехова [10]. Биохимический состав маслосемян подсолнечника определен методом инфракрасной спектроскопии.

Объекты исследования – гибриды подсолнечника Степок, Везувий селекции Полесского института растениеводства. Предмет исследова-

ния – урожайность, содержание масла, сухого вещества в маслосеменах подсолнечника в период «цветение – созревание».

Метеорологические условия в период исследований отличались от среднемноголетних показателей, особенно по температуре и количеству атмосферных осадков, но в целом складывались благоприятно для роста и развития подсолнечника. В течение 2014–2016 гг. изучения сумма эффективных температур за период вегетации подсолнечника отличалась незначительно и составила 1230,7–1254,4 ºС. Сумма осадков в 2014 г. была 349,7 мм; в 2015 г. – 187,2 мм; в 2016 г. – 271,7 мм. Из-за существенных различий между осадками по годам гидротермический коэффициент также различался за годы исследования. В 2014 г. он составил 1,22; в 2015 г. – 0,65; в 2016 г. – 0,96.

Цветение подсолнечника было отмечено отдельно по каждому гибриду. В 2014 г. цветение гибрида Везувий отмечено 13 июля, гибрида Степок – 11 июля. В 2015 г. цветение гибрида Везувий было отмечено 11 июля, гибрида Степок – 8 июля. В 2016 г. цветение гибрида Везувий отмечено 10 июля, гибрида Степок – 9 июля. Через 30, 40, 50, 60 дней после цветения были взяты маслосемена для определения содержания сухого вещества, динамики накопления масла и белка, урожайности, массы 1000 семян и лузжистости.

В среднем за 3 года у гибрида Везувий содержание сухого вещества увеличивается с 60,4% (через 30 дней после цветения) до 88,4% (через 60 дней после цветения). У гибрида Степок отмечена та же тенденция. Содержание сухого вещества увеличилось с 60,7% до 89,8%. В течение первых 30 дней после цветения содержание сухого вещества у гибридов увеличивается практически одинаково – на 2,01–2,02 %. В течение 40 дней интенсивность накопления сухого вещества снижается до 1,76–1,80 %. За период с 31-го до 40-й день после цветения скорость накопления сухого вещества составила 1,01–1,14 % в сутки.

В течение 50 дней после цветения интенсивность накопления сухого вещества составила 1,65–1,68 %, а скорость накопления сухого вещества в сутки за период от 41 до 50 день после цветения составила 1,19–1,21 %. В течение 60 дней после цветения интенсивность накопления сухого вещества была самой низкой и составила 1,47–1,50 %, а за период от 51 до 60 день – 0,58 %.

В среднем за 3 года по гибридам урожайность подсолнечника изменялась от 26,1 ц/га в варианте «через 30 дней после цветения» до 38,4 ц/га в варианте «через 60 дней после цветения». В варианте «через 40 дней после цветения» урожайность подсолнечника увеличилась на 6,0 ц/га по сравнению с вариантом «через 30 дней после цветения».

Через 50 дней после цветения урожайность подсолнечника составила 36,0 ц/га. Максимальная урожайность была получена в варианте «через 60 дней после цветения» и составила 38,4 ц/га. Интенсивность накопления урожая в сутки постепенно снижалась от 0,87 ц/га в варианте «через 30 дней после цветения» до 0,64 ц/га в сутки в варианте «через 60 дней после цветения». За период с 31 по 40 день после цветения интенсивность накопления урожая составила 0,60 ц/га в сутки; с 41 по 50 день – 0,39 ц/га в сутки; с 51 по 60 день – 0,24 ц/га в сутки.

Одной из основных целей выращивания подсолнечника является получение масла из семян. В среднем за 2014–2016 гг. у гибрида Везувий накопление масла в семенах подсолнечника увеличивалось с 30,6 % (через 30 дней после цветения) до 38,2 % (через 50 дней после цветения) и затем снижалось до 34,9 %; у гибрида Степок – с 37,9 % (через 30 дней после цветения) до 42,1 % (через 50 дней после цветения), а затем уменьшилось до 39,9 % (через 60 дней после цветения). В среднем за 3 года по гибридам содержание масла в семенах увеличивается с 34,3 % (через 30 дней после цветения) до 40,2 % (через 50 дней после цветения), а затем уменьшается до 37,4 % (через 60 дней после цветения).

Максимальное накопление масла в семенах подсолнечника отмечено в течение первых 30 дней после цветения. У гибрида Везувий накапливается 1,02 % в сутки, у гибрида Степок – 1,263 % в сутки. В течение 40 дней после цветения у Везувия накапливается 0,86 % в сутки, у гибрида Степок – 0,993 % в сутки. В течение 50 дней после цветения интенсивность накопления масла снизилась до 0,764–0,842 % в сутки. В течение 60 дней после цветения интенсивность накопления масла самая низкая и составляет 0,582 % в сутки у Везувия, 0,665 % в сутки – у гибрида Степок.

В среднем за 2 года через 30 после цветения содержание белка в семенах по гибридам составило 12,9 %. Интенсивность накопления белка за этот период была на уровне 0,43 % в сутки. Через 40 дней после цветения содержание белка в семенах увеличилось до 15,4 % при скорости накопления белка на 31–40 день после цветения 0,25 % в сутки.

Через 50 дней после цветения содержание белка в семенах было на уровне 16,7 %; интенсивность накопления белка в сутки на 41–50 день после цветения – 0,14% в сутки. Через 60 дней после цветения содержание белка в семенах составило 18,2 % при интенсивности накопления белка на 51–60-й день после цветения 0,15 % в сутки.

Литература

1. https://propozitsiya.com/ru/zatyanuli-so-sborom-podsolnechnika-gotovtes-k-poteryam-urozhaya 11.02.2023

2. https://bagro.kz/publikacii/tehnologiya-vozdelyvaniya-podsolnechnika/10.02.2023

3. Утепова, Г. И. Состояние и перспективы развития технологии и технических средств уборки подсолнечника / Г. И. Утепова, Ж. С. Садыков, Е. Л. Оханов / Казахский национальный аграрный университет. – 2015. – №4. – С. 273-282.

4. Потапов, Д. В. Урожайность и масличность гибридов подсолнечника при применении удобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Д. В. Потапов, Р. Н. Саниев, В. Г. Васин. // Сборник Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции, посвящённой памяти Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ельчаниновой Надежды Николаевны (18 июня 2019 г., Кинель). – 2019. – С. 167-171.

5. Муратов, И. А. Экологическое испытание сортов и гибридов подсолнечника в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан / И. А. Муратов, Г. Н. Кузьмина, Н. В. Соломина. // Масличные культуры: научно-технический бюллютень ВНИИМК. – Краснодар, 2012. – Вып. 1. – С. 71-76.

6. Полевщиков, С. И. Оценка адаптивности гибридов подсолнечника иностранной селекции к почвенно-климатическим условиям Тамбовской области / С. И. Полевщиков, А. С. Векрошанский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2, ч. 1. – С. 129-133.

7. Романова, Н. В. Продуктивность гибридов подсолнечника иностранной селекции в условиях Восточно-Казахстанской области / Н. В. Романова, С. В. Жаркова. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2021. – № 2 (196). – С. 46-53.

8. http://helpiks.org/4-84376.html 27.03.2018

9. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур // Москва. Министерство сельского хозяйства СССР 1985.

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

OIL, DRY MATTER, AND YIELD ACCUMULATION DYNAMICS IN SUNFLOWER SEEDS DURING THE FLOWERING-RIPENING PERIOD

O. V. Naumovets, L. P. Shimansky

The content and accumulation of dry matter, oil and protein in the seeds of the domestic hybrids Vesuviy and Stepok during the flowering-ripening period were analyzed.

УДК 633.34:631[524.824:527]

К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СЕЛЕКЦИИ СОИ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ

М. Н. Крицкий[1], М. Г. Синявская[2], А. А. Козловский[1]
[1]РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
[2]ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»

В мировом земледелии соя считается важнейшей высокобелковой масличной культурой и является самой конкурентной из бобовых культур, о чем свидетельствует рост посевных площадей, как в странах СНГ, так и в Беларуси. В 2025 г. в республике площади, занятые под культурой, достигали 12,8 тыс. га при планах на 2026 г 14,4 тыс. га. При увеличении посевов сои и расширении сортового состава необходимо учитывать требования культуры к почвенным условиям и к продолжительности светового дня. Уборка сои в условиях Южной зоны республики проводится, как правило, в конце сентября, а в Северной – не ранее второй половины октября. В отдельные годы с холодным осенним периодом посевы фоточувствительных сортов не достигают фазы созревания.

Территория возделывания сои в мире имеет большой размах: от 35º южной до 56º северной широт. Такое распространение культура получила, прежде всего, благодаря достижениям селекции, основанным на генетике цветения, скороспелости и чувствительности к фотопериоду [1]. Создание скороспелых и фотонейтральных сортов сои – важное условие продвижения её в северные регионы. При возделывании чувствительных к фотопериоду сортов в условиях длинного дня наблюдается рост вегетативной массы, при этом пока не сократится день растения не переходят к цветению. С учетом снижения среднесуточных температур в сентябре и октябре созревание зерна может не наступить, либо убираемый урожай невозможно доработать до семенных кондиций. В селекционном плане для решения этой проблемы описано и изучено более 12 генов – *E1–E11* и *J*, отвечающих за чувствительность культуры к фотопериоду. В настоящее время в мире активно ведутся работы по изучению взаимодействия этих генов между собой, а также поиску новых [1, 2]. Уже разработаны ДНК маркеры для всех наиболее важных в условиях северных широт генов фотопериодизма [3, 4]. Совершенствование традиционных методик оценки по длительности вегетационного периода и фотопериодичности сои путем привлечения

молекулярно-генетических методов идентификации аллелей генов является необходимым инструментом современной селекции сои.

В ходе молекулярно-генетических исследований коллекционных образцов сои Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию по двум генам фотопериодизма *E1* и *E4* установлено, что разные типы аллелей гена *E1* встречаются с разной частотой – 22–47 %, в то же время доминантный аллель гена *E4* присутствует у 54 % образцов. Отмечено, что у образцов сои с доминантными аллелями генов *E* в условиях с продолжительностью светового дня 15–16 часов и более, проявлялось замедление развития растений и позднее формирование и созревание семян.

Известно, что ген *E1* активируется в условиях длинного светового дня, но подавляется в условиях короткого. Экспрессия гена *E1* находится под фотопериодическим контролем генов *E3* и *E4*, активация которых при коротком световом дне подавлена. Более раннее цветение сои в условиях длинного дня определяет наличие рецессивного аллеля *e1-as*, который является «неполным» аллелем *e1*, а также аллеля *e1-nl*, представляющего собой полную делецию гена. Xu M. [5] указывает, что локусы *E1, E2, E3* и *E4* определяют в наибольшей степени изменчивость в переходе к фенофазе цветения среди сортов сои. Мутации в генах *E1, E3* и *E4* приводят к нечувствительности растений к фотопериоду. Селекционный материал, имеющий эти мутации, пригоден для адаптации культуры для возделывания и высоких широтах.

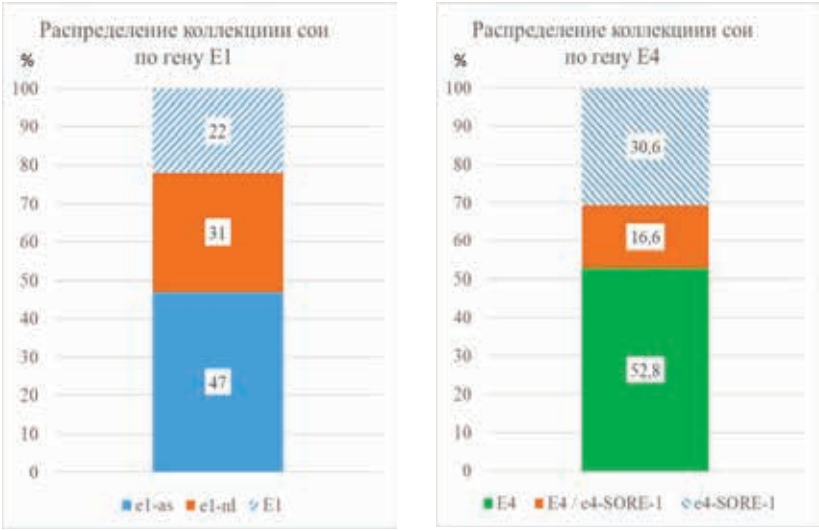
Проведенный анализ коллекции сои показал, что среди изученного нами набора сортов сои у 28 образцов (78 %) выявлены рецессивные аллели в *E1-локусе: e1-as* – 17 (47 %), *e1-nl* –11 (31 %). Рецессивный аллель *e4-SORE-1* обнаружен у 17 образцов, то есть у 47 % образцов коллекции гетерозиготный генотип по данному гену наблюдается только у 6 (рисунок).

Аллель *e4-SORE-1* образована при вставке ретротранспозона в последовательность гена *E4*, в результате чего кодируется дефектный белок [6]. Присутствие этого дисфункционального аллеля у образцов сои приводит к изменению морфологии растений в условиях длинного дня – удлиняются междоузлия, растения более склонны к полеганию.

Гены *E1-E4* оказывают также значительное влияние на компоненты урожайности сои. В частности, ген *E3* существенно влияет на формирование эффективных бобов у сои, в то время как ген *E1* имеет значительное влияние на массу зерна с одного растения. Гены *E3 и E4* не только регулируют период цветения сои, но и определяют архитектуру

растения – количество основных стеблей и бобов, рост стеблей после цветения [5].

Наличие генов *E1 и E3* отвечает за состав биомассы растений сои. Селекционеры в Казахстане отмечают, что маркерная селекция сои позволила выделить 20 линий сои с генотипами *e1e3E4e7, e1E3E4e7, e1E3e4e*, вызревающих в условиях Костанайской области за 92–100 дней. Выделившиеся линии пригодны для создания сортов в условиях 52–53° с. ш. Казахстана [2].



А Б

Рисунок – Распределение коллекционного материала сои по генам *E1* и *E4*: А – по гену *E1*, Б – по гену *E4*

Совершенствование традиционных методик оценки по длительности вегетационного периода и фотопериодичности сои путем привлечения молекулярно-генетических методов идентификации аллелей генов, контролирующих проявление признака, позволило выделить перспективные образцы для селекции. В результате оценки коллекционного материала сои методом маркерной селекции установлено, что рецессивные аллели гена *E1*, определяющие нечувствительность к фотопериоду, встречаются у 78 % образцов. Рецессивный аллель *e4-*

SORE-1 обнаружен у 17 образцов (47 %). Доминантный аллель гена *E4* присутствовал у 53 % образцов коллекции. Достаточно высокое носительство данного типа аллеля образцами изученной коллекции, возможно, связано с его эффектом на морфологию растения.

Для дальнейшей селекции сои по скороспелости выделены перспективные скороспелые образцы: образец 4–18, Красивая меча, Оресса, Сибирячка, Сибириада, Припять, которые обладали следующими генными маркерами: образец 4-18 – *e1-as e4-SORE-1*, Красивая меча – *E1 E4*; Оресса – *e1-as e4-SORE-1*; Сибирячка – *E1 E4 / e4-SORE-1*, Сибириада – *e1-as E4/ e4-SORE-1* и Припять – *e1-nl E4*.

Литература

1. Ержебаева, Р. С. Создание фотопериодически нейтральных линий сои (Glycine max (L.) Merr.) с использованием маркерной селекции / Р. С. Ержебаева, С. В. Дидоренко, А. А. Амангедиева // Селекция и генетика культурных растений – 18 октября 2023 : сб. конф. посвящ. 100-летию кафедры генетики, селекц. и семеновод. РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева. – 2022. URL:http://elib.timacad.ru/dl/full/sel2-2023.pdf (дата обращения: 07.03.2026 г.)

2. Lee, S. H. Diversification in Functions and Expressions of Soybean Flowering locus T Genes Fine-Tunes Seasonal Flowering / S. H. Lee, C. W. Choi, K. M. Park [et. al.] // Front Plant Sci. – 2021, Apr 26;12:613675.

doi: 10.3389/fpls.2021.613675. PMID: 33981322; PMCID: PMC8107440.

3. Rychel-Bielska, S. Molecular selection of soybean towards adaptation to Central European agroclimatic conditions / S. Rychel-Bielska [et. al.] // J. Appl. Genet. – 2025. – Т. 66. – № 1. – С. 29–45.

4. Zheng, N. Identification of E1-E4 allele combinations and ecological adaptability of soybean varieties from different geographical origins in China / N. Zheng, Y. Guo, S. Wang, H. Zhang [et al.] // Front Plant Sci. – 2023, Sep 4;14:1222755.

doi: 10.3389/fpls.2023.1222755. PMID: 37731975.

5. Xu, M. Genetic variation in four maturity genes affects photoperiod insensitivity and PHYA-regulated post-flowering responses of soybean / M. Xu [et al.] // BMC Plant Biol. – 2013. – Vol. 13. – Art. 91.19.

6. Watanabe, S. Genetic and molecular bases of photoperiod responses of flowering in soybean / S. Watanabe, K. Harada, J. Abe // Breed. Sci. – 2012. – Vol. 61 –№ 5. – P. 531–543.

TO IMPROVEMENT OF SOYBEAN BREEDING FOR EARLY RIPENESS

M. N. Kritsky, M. G. Sinyavskaya, A. A. Kozlovsky

The improvement of traditional assessment methods based on the duration of the period of cultivation and photoperiodicity of soybeans using molecular genetic

methods for identifying alleles of genes controlling the manifestation of the trait allowed us to identify promising samples for breeding.

УДК 633.34: 631.527

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ НА ПРИМЕРЕ КОЛЛЕКЦИИ ИНСТИТУТА ГЕНЕТИКИ И ЦИТОЛОГИИ

Н. К. Зайцев, О. П. Шатарнов, М. Г. Синявская
ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»
e-mail: k.cross@bk.ru

Соя (*Glycine max*) занимает ключевое место в современном сельском хозяйстве и мировой экономике. Соя является источником высококачественного растительного белка и масла, незаменимых компонентов кормов для животных и основой множества пищевых продуктов, а её сырьё широко используется в промышленной сфере. Кроме того, соя улучшает плодородие почвы за счёт способности фиксации атмосферного азота, благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, делая её отличным предшественником в севообороте.

В условиях необходимости снижения импортозависимости в Беларуси наблюдается устойчивый рост посевных площадей сои. Если в 2015 г. площадь, занятая под посевами этой культуры, составляла 2,5 тыс. га, то в 2025 г. – более 12,5 тыс. га. Этот рост свидетельствует о повышающемся интересе к сое и её стратегической важности.

Для повышения урожайности и эффективности производства необходимо создавать и внедрять сорта сои, адаптированные к местным условиям, а также развивать технологию возделывания. Ключевую роль при этом играет изучение генетического и морфологического разнообразия коллекции сои. Использование как традиционных методов, так и современных молекулярно-биологических подходов позволяет выявлять потенциал генетического разнообразия.

Таким образом, научное системное изучение коллекционной базы сортов и развитие новых селекционных программ служат основой устойчивого и инновационного развития сельского хозяйства.

Цель исследования – изучение коллекционного материала сои по комплексу хозяйственно ценных признаков, оценка адаптивности сортов в условиях Центральной зоны Беларуси для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Исследования проводились в 2022–2024 гг. на базе лаборатории нехромосомной наследственности ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» (биологическая опытная станция, г. Минск). Объект исследования – более 200 сортов сои отечественной и зарубежной селекции.

В годы испытаний фактическая сумма активных температур (свыше +10 ºС) от фазы «всходы» до фазы «созревание» составила 2081 ºС в 2022 г., 2269 ºС – в 2023 г. и 2553 ºС – в 2024 г. Количество осадков за вегетационный период варьировало от 280 мм в 2022 г., до 349,3 мм в 2024 г. Погодные условия, изменяющиеся по годам исследований, повлияли на динамику развития и вариативность изучаемых признаков. Это способствовало отбору более устойчивых и адаптивных сортов, способных сохранять продуктивность при колебаниях климатических факторов (таблица).

Таблица – Динамика и вариативность хозяйственно ценных признаков коллекции сои (2022–2024 гг.)

Признак	Минимальное значение признака			Максимальное значение признака			Коэффициент вариации признака (CV), %
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	
Вегетационный период, дней	110	117	118	136	129	138	5,2
Масса 1000, г	87,0	150,0	134,0	210,7	260,0	263,0	22,4
Урожайность, ц/га	3,3	1,9	3,6	40,0	32,8	59,1	42,2
Содержание белка в семенах, %	39,9	41,6	37,9	47,9	51,8	47,5	5,8

Среди изученных коллекционных образцов были выделены наиболее скороспелые: Волма (118±2,1 дн.), Гали (119±3,1 дн.), Бара (120±1,5 дн.), Добрынь (120±2 дн.). Отобранные сорта ежегодно превосходили стандарт – сорт Припять (126±2 дн.) по срокам созревания (на 5–8 дней).

Высокие результаты по урожайности семян, превышающие сорт-стандарт Припять (21,2 ц/га), были получены у пяти сортов сои. По средним показателям урожайности за три года лучшие результаты продемонстрировали: Venus – 40 ц/га, Viola – 28,8 ц/га, Везелица – 28,3 ц/га, СК Аванта – 24,8 ц/га, Угра – 24,4 ц/га.

Важный показатель при механизированной уборке – доля бобов, расположенных ниже 15 см от поверхности почвы. Среднее значение этого признака у Припяти составило 5,8 %, лучшие показатели в среднем за годы исследований по этому признаку были отмечены у сортов Maple Donovan – 4,15 %, Василиса – 7,8 %, Казачка – 2,55 %, Виктория – 4,5 %, Птичь – 7,8 %, Гали – 5,4 %, Волма – 4,65 %.

Масса 1000 семян изученной коллекции за 3 года колебалась от 87,0 г до 263,0 г, у Припяти она составила 160,1±28,0 г. В результате исследований были выделены сорта, ежегодно превышающие стандарт по этому показателю: Sunrise – 199,5±32,6 г, Tundra (Танаис) – 207,8±36,2 г, Добрынь – 187,1±34 г, Tung-Nong 78-34 – 216,6±20,2 г, Venus – 205,7±29,1 г, Волма – 191,5±31,4 г, Алтом – 212,8±36,6 г, Zelda – 213,3±37,9 г.

За годы исследований среднее содержание белка у сорта стандарта составило 44,2±2,5%. Существенно больше, чем у стандарта, содержание белка отмечено у сортов Ольга – 45,8±3,0 %, Угра – 46,1±0,6 %, СК Фарта – 46,4±2,5 %, Аурелина – 46,6±1,5 %, Щара – 47,0±2,8 %, Лидер 10 – 48,1±3,2 %, Бара – 48,2±2,1 %.

Таким образом, по результатам исследований были выделены наиболее перспективные образцы для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Важно отметить, что процент образцов, превысивших сорт-стандарт, остаётся небольшим, что подтверждает высокую стабильность сорта Припять. Ряд сортов белорусской селекции неизменно демонстрирует высокие результаты, не уступая лучшим образцам зарубежной селекции и подтверждая эффективность отечественных селекционных программ.

FEATURES OF FORMATION OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS IN SOYBEANS UNDER THE CONDITIONS OF CENTRAL BELARUS BASED ON THE COLLECTION OF THE INSTITUTE OF GENETICS AND CYTOLOGY

N. K. Zajtsev, O. P. Shatarnov, M. G. Siniauskaya

Field studies of soybean accessions during 2022–2024 on the length of the cultivation period, yield, proportion of pods below 15 cm, 1000-seed weight, protein content for over 200 soybean sample of local and foreign breeding were curried out. A comparative analysis was conducted, which allowed selecting the most promising varieties for further use in breeding.

УДК 631.811.1:2:3

АКТИВНОСТЬ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АССОЦИАТИВНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

К. Ю. Зубарева
ФГНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур», e-mail: kristi_orel@bk.ru

Микробиологические препараты комплексного действия, участвующие в оптимизации процесса сельскохозяйственного производства и сохранения «здоровой» структуры почвенной микробиоты (посредством воздействия на микрофлору почвы путем активизации интенсификации биологических процессов), зачастую являются активными технологическими адаптерами органических агротехнологий [1, 2, 3].

На разных сортах сои при лаборатории управления вегетацией и продукционным процессом сельскохозяйственных культур Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур в период 2022–2024 гг. испытаны несколько микробиологических препаратов нового поколения, в состав которых входят представители «полезной» почвенной микрофлоры.

В результате постоянного присутствия в 4-х польном севообороте опытного участка азотфиксирующих культур (горох, соя, фасоль, чечевица, кормовые бобы, чина, нут и др.) в почве сформировалась достаточно многочисленная устойчивая популяция соответствующих бактерий, факт которых подтверждает наличие клубеньков на корнях растений сои в контрольных и опытных вариантах.

Дополнительное внесение микробиологических препаратов в баковой смеси в предпосевной обработке семян и в листовых подкормках повлияло на активизацию почвенной микрофлоры, а, именно, аборигенной расы специфичных симбиотических азотфиксирующих бактерий для сои, находящихся в почве (так как инокуляцию семян перед посевом *Bradyrhizobium japonicum* не проводили).

Находившиеся в одинаковых почвенных, погодных и опытных условиях растения сои исследуемых сортов по-разному сформировали на корневой системе симбиотический аппарат. Штаммы применяемых микроорганизмов в опытах способствуют образованию большего количества крупных активных клубеньков. Масса клубеньков на корнях растений была большей в опытных вариантах у всех сортов в среднем на 36,2 %.

При посеве неинокулированными семенами на корнях растений сои сформировался симбиотический аппарат с аборигенными ризобактериями, активность фиксации атмосферного азота которого характеризовалась в 1,47 раза меньшей деятельностью, чем в опытных вариантах. У растений сои без обработок семян и растений число клубеньков было в среднем на 38,6 % меньше, чем в вариантах с применением микробиологических препаратов.

Сорта сои различаются по степени активности азотфиксации. Максимальная нитрогеназная активность наблюдалась у сортов Зуша и Осмонь в варианте с предпосевной инокуляцией и 2-мя фолиарными обработками. Бобово-ризобиальный симбиоз на сорте Орлея был более продуктивным в варианте с применением 1-й обработки по вегетации в совокупности с инокуляцией.

Если оценивать объекты исследований с позиции «группы спелости», то раннеспелые сорта в результате применения микробиологических препаратов по повышению нитрогеназной активности клубеньков относительно контроля (30,5–31,9 %) уступали среднеспелым сортам (32,3–51,3 %). Активность симбиотического аппарата растений сои зависела от продолжительности вегетации растений. В обеих группах спелости выделялись сорта, имеющие большие значения изучаемых показателей симбиоза растений с бактериями – это индетерминантный раннеспелый сорт Осмонь и полудетерминантный среднеранний сорт Зуша.

Применяемый комплекс микроорганизмов влияет на формирование и активность симбиотической системы на корнях сои, которую можно охарактеризовать как многокомпонентную, так как помимо доминантного микросимбионта (аборигенных специфичных ризобактерий для сои) в ней принимают участие ассоциативные симбионты (вносимые искусственно в данном опыте). Ассоциативные микросимбионты оказывают выраженное позитивное влияние на эффективность симбиоза в целом.

Корреляционная связь между показателями функционирования симбиотической системы сои (числом, массой клубеньков и их нитрогеназной активностью) и урожайностью у сортов Лидер 1 (r=0,841–0,967), Мезенка (r=0,915–0,999) и Зуша (r=0,751–0,955) была сильной; у сорта Осмонь (r=0,536–0,641) – средней.

Таким образом, малозатратные манипуляции (инокуляция семян и фолиарные обработки вегетирующих растений ассоциативными микроорганизмами) позволяют оптимизировать азотное питание растений

сои без дорогостоящих химических азотных удобрительных комплексов.

Литература

1. Морфо-биологические особенности и технологические приёмы возделывания сортов сои селекции ФГБНУ ФНЦ ЗБК : методические рекомендации / В. И. Панарина, Е. В. Головина, С. В. Кирюхин [и др.]. – Орел : Картуш, 2025. – 40 с. – ISBN 978-5-9708-1275-4. – EDN GFUKTC.

2. Алферов, А. А. Ассоциативный азот, урожай и устойчивость агроэкосистемы / А. А. Алферов. – Москва : Российская академия наук, 2020. – 184 с. – ISBN 978-5-907036-87-1. – DOI 10.25680/VNIIA.2019.21.92.152. – EDN JHZTRF.

3. Завалин, А. А. Ассоциативная азотфиксация и практика применения биопрепаратов в посевах сельскохозяйственных культур / А. А. Завалин, А. А. Алферов, Л. С. Чернова // Агрохимия. – 2019. – № 8. – С. 83–96. – DOI 10.1134/S0002188119080143. – EDN ELJRHR.

ACTIVITY OF THE SYMBIOTIC APPARATUS OF SOY DEPENDING ON THE USE OF ASSOCIATED MICROORGANISMS

K. Yu. Zubareva

The influence of the conditions of application of microbiological preparations in the cultivation technology of different soybean varieties on the formation and activity of the symbiotic apparatus in the plant root system was studied. It was established that the use of associated microorganisms allowed optimizing symbiotic nitrogen nutrition in soybean plants.

СОДЕРЖАНИЕ

Кравцов С. В., Пилюк Я. Э. Рапс – основная маслично-белковая культура Беларуси 3

Горлова Л. А. Актуальные направления селекции сортов рапса озимого во ВНИИМК: скороспелость и крупносемянность 12

Стрельников Е. А. Результаты и перспективы селекции гибридов рапса озимого и ярового во ВНИИМК 15

Воловик В. Т., Сергеева С. Е., Прологова Т. В. Направления и результаты селекции рапса в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» 17

Полякова Р. С., Кузнецова Г. Н. Состояние и основные направления селекции рапса ярового в условиях Западной Сибири 20

Матыс И. С., Маркевич И. М., Савенков П. Ю., Алекперова Е. М., Жачкина Н. Н. Сохранение коллекции рапса в условиях генного банка 24

Стасюк А. И., Бойко Н. И., Довлетов И. Я., Пискарев В. В., Тимонова Е. М. Создание линий-восстановителей фертильности у рапса (*Brassica napus* L.) 28

Козарь Е. В., Васильева Д. Д., Чеповой И. И., Валдеева О. А., Домблидес Е. А. Пространственно-временная динамика плоидности растений-регенерантов озимого рапса (*Brassica napus* L.), полученных в культуре микроспор *in vitro* 31

Кулинкович Е. Н., Пилюк. Я. Э., Ермоленко Н. Л., Синица И. Н., Барчевская Е. Ф. Изучение эмбриогенной способности пыльников озимого и ярового рапса в условиях *in vitro* 33

Пирогова Е. А., Горлова Л. А. Завязываемость семян у сортов и родительских линий рапса озимого при самоопылении 38

Пасынкова Е. Н., Бекиш Л. П., Пилюк Я. Э., Бакановская А. В., Пикун О. А. Анализ гибридов F_1 и селекционных образцов рапса ярового белорусской селекции в условиях Ленинградской области 41

Пилюк Я. Э., Бакановская А. В., Пикун О. А., Пасынкова Е. Н., Бекиш Л. П. Результаты агроэкологического испытания образцов рапса ярового селекции Ленинградского НИИСХ «Белогорка» в условиях Центральной зоны Республики Беларусь 45

Пилюк Я. Э., Храмченко С. Ю., Бык Е. С., Авхимович О. Н. Новые сорта рапса озимого и их характеристика 49

Пилюк Я. Э., Храмченко С. Ю., Авхимович О. Н., Бык Е. С., Черепок И. А. Новый высокоолеиновый сорт рапса озимого Родник 53
Пилюк Я. Э., Бобко Н. Н., Новичек А. А. Проявление гетерозиса у межлинейных гибридов рапса озимого по ценным селекционным признакам 57
Рыбак А. Р., Жук С. С. Адаптационные возможности сортов и гибридов озимого рапса 61
Кривецкая А. М., Мозгова Г. В., Остапчик В. С., Дробот Н. И., Островская А. Н. Молекулярно-генетический мониторинг как элемент современных методов семеноводства рапса в Беларуси: детекция ГМО и обеспечение биобезопасности 64
Сырова Ю. Д. Оценка изменчивости признаков продуктивности различных генотипов рапса озимого 67
Пилюк Я. Э., Бык Е. С., Храмченко С. Ю., Авхимович О. Н., Новичек А. А. Результаты оценки сортов и гибридов рапса озимого по водоудерживающей способности листьев 69
Старикова Д. В., Горлова Л. А. Сравнительная оценка линий рапса озимого по биометрическим характеристикам внутренней области гинофора стручка 73
Логинова А. С., Ардашева О. А., Голохваст К. С. Оценка перезимовки озимого рапса геномными маркерами, связанными с устойчивостью и восприимчивостью к низким температурам 76
Скируха А. Ч., Булавин Л. А., Володькин Д. Н., Белановская М. А., Кранцевич В. Д. Влияние способов обработки почвы на перезимовку растений озимого рапса 79
Скируха А. Ч., Куцева В. Н., Грибанов Д. Н., Шуваева С. Г. Концентрация ярового рапса в севообороте и ее влияние на последующую зерновую культуру 82
Сатишур В. А., Счастная А. А. Биологическая и хозяйственная эффективность применения микробиологических удобрений при возделывании озимого рапса 85
Седляр Ф. Ф. Влияние органоминерального удобрения Аминограин на урожайность маслосемян озимого рапса 88
Булацкая В. И., Козлова М. С., Козлов С. Н., Коготько Е. И. Хозяйственная эффективность инсектицидов на озимом рапсе 91
Богомолова И. В., Запрудский А. А., Гайдарова С. А., Яковенко А. М., Агейко Д. В. Оценка эффективности инсектицида Калина, КС против рапсового цветоеда в посевах ярового рапса 94

Козлова М. С., Булацкая В. И., Козлов С. Н., Коготько Е. И. Биологическая эффективность комплексной инсектицидной программы на озимом рапсе 98
Коготько Е. И., Козлов С. Н., Козлова М. С., Булацкая В. И. Продуктивность гибридов озимого рапса в северо-восточной части Беларуси 102
Коготько Е. И., Козлов С. Н., Козлова М. С., Булацкая В. И. Эффективность регуляторов роста при возделывании озимого рапс 105
Бруй И. Г., Холодинский В. В., Клочкова О. В., Сенько Ж. Е., Карапетян Ю. А., Соболевская Н. В., Титова А. Н., Ломонос О. Л. Эффективность весенней регуляции роста рапса озимого на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве 109
Козлов С. Н., Коготько Е. И., Булацкая В. И., Козлова М. С. Эффективность препаратов Тилмор, КЭ И Пропульс, СЭ на озимом рапсе 112
Кузнецова Г. Н., Полякова Р. С. Технологические аспекты повышения урожайности семян рапса ярового в условиях Западной Сибири 116
Привалов Д. Ф., Запрудский А. А., Яковенко А. М., Бобович А. Н. Десикация посевов озимого и ярового рапса 119
Мядель О. В., Бык Е. С., Шашко М. Н. Инфицированность семян рапса озимого возбудителями болезней 122
Счастная А. А. Влияние микробиологических препаратов на урожайность и элементы урожая ярового рапса 125
Сергеева С. Е., Воловик В. Т. Создание оптимальной структуры семенного травостоя ярового рапса сорта Бизон для получения высокой семенной продуктивности 128
Чирко Е. М., Халецкий В. Н., Нестерчук Г. А., Гончаревич Т. В. Эффективность применения внекорневых подкормок в посевах озимого рапса 131
Храмченко С. Ю. Влияние фунгицидов, сроков сева и азотных удобрений на урожайность маслосемян ярового рапса 134
Храмченко С. Ю., Пилюк Я. Э. Влияние регуляторов роста, сроков сева и доз азотных удобрений на урожайность, масличность и устойчивость к полеганию рапса ярового 138
Пилюк Я. Э., Лукашевич Т. Н., Решетник Е. П., Мядель О. В., Шаповалов А. В. Влияние сроков сева на урожайность маслосемян озимого рапса 142
Пилюк Я. Э., Пикун О. А., Бакановская А. В., Черепок И. А., 146

Лапутько Е. В. Результаты оценки гибридов F_1 рапса ярового (*Brassica napus aestiva* L.) по качеству маслосемян
Мелещеня А. В., Жакова К. И., Бабодей В. Н., Пчельникова А. В. Нерафинированное рапсовое масло низкотемпературного прессования – перспективный продукт здорового питания 151
Сапсалёва Т. Л., Радчиков В. Ф., Бесараб Г. В., Пилюк С. Н., Богданович И. В. Продуктивные показатели молодняка крупного рогатого скота при скармливании разных норм рапсового жмыха и шрота 154
Радчиков В. Ф., Сапсалёва Т. Л., Цай В. П., Кот А. Н., Бесараб Г. В., Богданович И. В. Эффективность использования рапсового масла в кормлении молодняка крупного рогатого скота 158

МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Иванова Е. В., Андроник Е. Л., Зияев З. М., Бахидиров У. Ш. Оценка исходного материала льна масличного белорусской и узбекской селекции при использовании кластерного анализа с целью подбора родительских компонентов для скрещиваний 163
Забелло А. М. В. Оценка гетерозиса гибридов F_1 льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) по хозяйственно ценным признакам 166
Шатарнов О. П. , Зайцев Н. К., Синявская М. Г. Селекция высокомасличных гибридов подсолнечника для Беларуси 169
Туровец О. А., Шиманский Л. П. Оценка исходного материала подсолнечника по индивидуальной чувствительности к фитотоксическому действию гербицидов групп сульфонилмочевин и имидазолинонов 172
Туровец О. А., Шиманский Л. П. Оценка исходного материала подсолнечника на холодостойкость 178
Яковенко А. М., Запрудский А. А., Череухина Е. В., Белова Е. С. Видовой состав возбудителей альтернариоза подсолнечника масличного в условиях Республики Беларусь 184
Наумовец О. В., Шиманский Л. П. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и формирование урожайности подсолнечника 187
Наумовец О. В., Шиманский Л. П. Динамика накопления масла, сухого вещества и урожая в семенах подсолнечника в период «цветение – созревание» 191
Крицкий М. Н., Синявская М. Г., Козловский А. А. К совершенствованию селекции сои по скороспелости 196
Зайцев Н. К., Шатарнов О. П., Синявская М. Г. Особенности 200

формирования хозяйственно ценных признаков сои в условиях центральной Беларуси на примере коллекции Института генетики и цитологии
Зубарева К. Ю. Активность симбиотического аппарата сои в зависимости от применения ассоциативных микроорганизмов 203

Научное издание

РАПС: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

К 40-летию возделывания рапса в Беларуси

Материалы IV Международной научно-практической конференции (Жодино, 18–19 июня 2026 г.)

Ответственный за выпуск *Т. М. Булавина*
Перевод на английский язык: *А. С. Лавникевич*

Подписано в печать 27.05.2026. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 12,32.
Тираж 100 экз. Заказ № 265.

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, 17-1, 220004, г. Минск

В сборнике изложены материалы IV Международной научно-практической конференции, состоявшейся 18-19 июня 2026 г., посвященной 40-летию начала промышленного возделывания рапса на маслосемена в Беларуси и создания в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» отдела масличных культур.

С участием ученых и практиков Беларуси и России подведены итоги научных исследований и практических достижений в Беларуси и России. Рассмотрены современные принципы и методы организации селекционного процесса озимого и ярового рапса, льна масличного, подсолнечника, сои и технологий их возделывания.

ISBN 978-985-880-772-6