

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ  
ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО  
ЗНАМЕНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Объект авторского права

УДК 633.853.494:581.14:631[526.32:527]

**Батюкова  
Алина Николаевна**

**СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА  
РАПСА ОЗИМОГО И ЯРОВОГО (*Brassica napus oleifera* Metzg.)  
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ, УСТОЙЧИВЫХ  
К ПОЛЕГАНИЮ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук  
по специальности **06.01.05** – селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений

Горки, 2023

Научная работа выполнена в Республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», в 2019–2023 гг.

**Научный руководитель:** **Пилюк Ядвига Эдвардовна,**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, лауреат Государственной премии, заведующий отделом масличных культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

**Официальные оппоненты:** **Бушуева Вера Ивановна,**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры селекции и генетики УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

**Андроник Елена Леонидовна,**  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий лабораторией селекции льна масличного РУП «Институт льна»

**Оппонирующая организация:** УО «Гродненский государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится 12 января 2024 г. в 10:00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 05.30.01 УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» по адресу: 213407, ул. Мичурина, 5, г. Горки, Могилевская область, Республика Беларусь, тел./факс: 8(02233)79607, e-mail: duktova@tut.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций



Н. А. Дуктова

## ВВЕДЕНИЕ

Рапс (*Brassica napus oleifera* Metzg.) – основная маслично-белковая культура Республики Беларусь. Повышение продуктивности, качества, устойчивости к болезням и полеганию сортов рапса в производстве являются основными проблемами селекции этой культуры и стабилизации производства маслосемян в стране (Я. Э. Пилюк, 2007). Анализ экспериментальных данных и причин, вызывающих полегание растений, дает основание считать, что это генетически обусловленное свойство. Потери урожая от полегания посевов могут составлять от 25–30 до 50 % и более (М. Я. Дмитришак и др., 1990). В борьбе с полеганием ведущая роль должна принадлежать селекции, агротехника же призвана обеспечивать оптимальные условия возделывания культуры (С. А. Кунакбаев, Н. И. Лещенко, 1994). Полегание посевов рапса нарушает равномерность цветения и созревания, снижает завязываемость плодов и семян, массу 1000 семян и их качество, затрудняет механизированную уборку (В. В. Карпачев, 2008).

Представленная диссертационная работа посвящена изучению коллекций, усовершенствованию методов создания нового селекционного материала рапса озимого и ярового, сочетающих высокую урожайность, устойчивость к полеганию, короткостебельность и качество маслосемян.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с крупными научными программами (проектами), темами.** Тема диссертационной работы рассмотрена и утверждена ученым советом (протокол № 543-ОК от 31.12.2021 г.) и выполнена в отделе РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2019–2023 гг. в соответствии с Перечнем приоритетных направлений прикладных и фундаментальных научных исследований Республики Беларусь по Государственным научно-исследовательским программам: ГНТП «Агропромкомплекс – 2020», подпрограмма «Агрокомплекс – эффективность и качество» по заданию № 2.22 «Создать исходный материал и безруковые (0–0,3 %), низкоглюкозинолатные (0,45–0,60 %), масличные сорта рапса с потенциалом урожайности маслосемян озимого 6,1–6,4 т/га, ярового 5,1–5,3 т/га, устойчивые к полеганию (4,5–5,0 балл), осыпанию (4,0–4,5 балл) и толерантные к основным болезням» (№ Госрегистрации 20192122, 2019–2020 гг.); ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства», подпрограмма «Земледелие и селекция» по заданию № 6.64 «Создание нового исходного материала для селекции короткостебельных сортов и гибридов

ярового рапса» (№ Госрегистрации 20190852, 2019–2020 гг.); ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии», подпрограмма «Агрокомплекс – инновационное развитие» по заданию № 2.77 «Создать сорта озимого и ярового рапса пищевого использования с комплексом морфологических и хозяйственных признаков, устойчивые к холоду и засухе (4,5–5,0 балл), полеганию (4,5–5,0 балл), повреждению основными листовыми болезнями (6,0–6,5 балл), превышающие по продуктивности районированные сорта на 5–10 %» (№ Госрегистрации 20213975, 2021–2023 гг.).

**Цель исследований** – создать и оценить новый селекционный материал по признаку «устойчивость к полеганию» для использования в селекции высокоурожайных сортов и гибридов рапса озимого и ярового.

Для достижения этой цели решались следующие **задачи**:

– оценить коллекционные образцы рапса озимого и ярового по основным показателям урожайности маслосемян и установить корреляционную связь между ними;

– выделить источники хозяйственно-полезных признаков и создать целевые признаковые коллекции для селекции высокоурожайных сортов и гибридов рапса озимого и ярового с повышенной устойчивостью к полеганию;

– изучить комбинационную способность, характер наследования признака «высота растений» и оценить новый селекционный материал рапса по продуктивности и элементам ее структуры;

– усовершенствовать методики оценки селекционного материала и выделить по гистолого-анатомическим, морфо-биологическим и физико-механическим признакам образцы рапса ярового и озимого, отличающиеся урожайностью, короткостебельностью и повышенной устойчивостью к полеганию.

**Объект исследований** – сорта, образцы и линии рапса озимого и ярового различного эколого-географического происхождения, отличающиеся по урожайности, высоте растений, устойчивости к полеганию, качеству маслосемян и др.

**Предмет исследований** – параметры и корреляционные зависимости сортообразующих признаков рапса озимого и ярового, общая и специфическая комбинационная способность родительских линий, характер наследования, эффект гетерозиса гибридов  $F_1$  и трансгрессивная изменчивость гибридов  $F_2$ , морфологическое, анатомическое строение и физико-механические свойства стебля рапса, оценка и отбор селекционного материала на устойчивость к полеганию.

**Научная новизна.** Впервые в условиях Республики Беларусь проведена комплексная полевая и инструментально-лабораторная оценка коллекционного и селекционного материала рапса озимого и ярового по основным показателям урожайности маслосемян, устойчивости к поле-

ганию, короткостебельности и установлена корреляционная связь между ними. Выделены источники и признаковые коллекции для создания сортов и гибридов рапса озимого и ярового с высокой потенциальной урожайностью, повышенной устойчивостью к полеганию и переданы на хранение в Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно-полезных растений РБ. Изучена общая и специфическая комбинационная способность родительских линий, установлены особенности наследования высоты растений межлинейных гибридов рапса, эффект проявления гетерозиса в  $F_1$  и трансгрессивная изменчивость в  $F_2$  по этим признакам. Выявлены гистолого-анатомические, морфологические и физико-механические особенности стебля у перспективных образцов, что способствовало созданию сортов рапса ярового Гелиус и Лазурит с высокой урожайностью и устойчивостью к полеганию.

#### **Положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. В результате оценки коллекций рапса озимого и ярового по комплексу хозяйственно-ценных признаков выделены образцы с высоким потенциалом урожайности до 640,4 и 544,5 г/м<sup>2</sup> и элементам её структуры, с высотой растений от 89,7 до 165,0 см, озимого и от 60,7 до 146,7 см, ярового. Между высотой растений и устойчивостью к полеганию у образцов рапса ярового установлена отрицательная корреляционная связь сильной степени ( $r = -0,75$ ) и средней – у озимого ( $r = -0,58$ ). По комплексу признаков выявлены источники и сформированы целевые признаковые коллекции рапса по устойчивости к полеганию и короткостебельности.

2. На основании анализа общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности родительских форм выявлены ценные линии рапса озимого и ярового по признакам: «семенная продуктивность растений» – 3 и 3 шт., по высоте растений (короткостебельность) – 3 шт. (озимого) и 5 шт. (ярового), которые рекомендуется использовать в селекции высокоурожайных сортов и гибридов  $F_1$  с повышенной устойчивостью к полеганию.

3. Методом внутривидовой гибридизации создано 7 новых высокопродуктивных, короткостебельных, устойчивых к полеганию гибридов  $F_1$  рапса озимого, с высотой растений от 124,2 до 134,0 см и 20 гибридов  $F_1$  – ярового, с высотой растений от 92,2 до 120,2 см. По признаку «высота растений» гибридов  $F_1$  рапса озимого выявлен отрицательный истинный гетерозис у 9,5 %, конкурсный – у 78,6 % и гипотетический – у 33,3 %. У гибридов  $F_1$  рапса ярового по высоте растений установлен отрицательный гипотетический гетерозис у 25,0 %, конкурсный – у 58,0 % и истинный – у 5 %.

4. Методами инструментальной оценки по гистолого-анатомическим и морфо-биологическим признакам стеблей рапса озимого и ярового выявлены особенности и различия между образцами. При увеличении

тангентального диаметра проводящего пучка существенно возростала площадь сосудов метаксилемы ( $r = 0,59-0,77$ ). Между показателями архитектуры и физико-механическими свойствами стеблей рапса установлена положительная корреляционная связь сильной степени ( $r = 0,74-0,99$ ). Применение инструментальных методов способствовало созданию сортов рапса ярового Гелиус и Лазурит, с высокой урожайностью маслосемян (41,9 и 41,4 ц/га), устойчивостью к полеганию (4,8 и 4,7 балл) и уровнем рентабельности (159,0 и 156,1 %).

**Личный вклад соискателя ученой степени в результаты диссертации.** Соискателем, при консультации с научным руководителем, проведены полевые и лабораторные исследования, анализы, математическая обработка, обобщение экспериментальных данных, подготовлены публикации, сформулированы научные положения и выводы, написаны и оформлены кандидатская диссертация и автореферат. Новыми генотипами рапса озимого и ярового пополнена коллекция Национального банка семян генетических ресурсов хозяйственно-полезных растений Республики Беларусь. Государственное сортоиспытание Республики Беларусь проходят 2 сорта рапса ярового Гелиус (с 2021 г.) (регистрационный номер 2021192 от 16.12.2020 г.) и Лазурит (с 2023 г.) (регистрационный номер 2023154 от 23.12.2022 г.), долевое участие автора 5 % и 10 %. Результаты научно-исследовательской работы соискателя подтверждаются соответствующими документами. В публикациях, написанных в соавторстве [1–9; 11–16; 19], диссертанту принадлежит получение экспериментальных данных, их обработка и анализ. Публикации [10; 17; 18; 20] подготовлены соискателем самостоятельно.

Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору, лауреату Государственной премии Я. Э. Пилук и сотрудникам отдела масличных культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» за всестороннюю помощь, результативность и оказание поддержки при проведении исследований, отраженных в данной работе, сотрудникам кафедры биологии растений и химии УО БГСХА за консультирование при проведении лабораторных опытов.

**Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.** Материалы диссертационной работы доложены на заседаниях Ученого и научно-методического советов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2019–2023 гг., а также на международных и республиканских научно-практических конференциях: «Современные технологии сельскохозяйственного производства» (Гродно, 2020); «Селекция и генетика: инновации и перспективы» (Горки, 2020); «Научные основы эффективности сельскохозяйственной продукции» (Харьков, 2020); «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур» (Горки, 2021); «Инновацион-

ные направления научных исследований в земледелии и животноводстве, как основа развития сельскохозяйственного производства» (Белгород, 2021); «Стратегии и приоритеты развития земледелия и селекции в Беларуси. Достижения науки – производству» (Жодино, 2021); «Современные проблемы сельскохозяйственных наук в мире» (Казань, 2021); «Селекция и генетика: инновации и перспективы» (Горки, 2022); «Селекция и семеноводство: состояние, проблемы и перспективы развития» (Москва, 2023); «Молодежь в науке – 2023» (Минск, 2023).

**Опубликованность результатов диссертации.** Материалы диссертации опубликованы в 20 печатных работах (5 – единолично), в том числе: в научных сборниках и журналах согласно перечню ВАК – 9 (3,8 авторских листа), в сборниках материалов конференций – 8 (1,75 авторских листа), тезисов докладов – 3 (0,45 авторских листа). Общий объем опубликованных материалов составляет 6,0 авторских листов, из которых 4,6 принадлежит лично соискателю.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, основного материала, включающего 6 глав, заключения (основные научные результаты диссертации), рекомендаций по практическому использованию результатов, библиографического списка, списка публикаций автора по теме диссертации и приложений. Диссертация изложена на 125 страницах компьютерного текста, которая включает 39 рисунков, 22 таблицы, 31 приложение. Список использованных источников состоит из 298 наименований, в том числе 91 на иностранных языках.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### Аналитический обзор литературы

В главе представлены результаты исследований отечественных и зарубежных ученых по селекции, морфологии, физиологии рапса озимого и ярового. На основании анализа литературных источников обоснована необходимость комплексного изучения, с использованием традиционных и усовершенствованных методик, коллекционного и селекционного материала рапса озимого и ярового по признакам урожайность, высота растений, скороспелость, качество и применение полученных результатов в селекции сортов и гибридов этой культуры на устойчивость к полеганию. Анализ и значимость вышеназванных задач явилось основанием для темы диссертации.

### Условия, материал и методика проведения исследований

Исследования по теме диссертации проводились в 2019–2023 гг. на опытных полях, в лабораториях и фитотронно-тепличном комплексе РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Почва опытных участков дерново-подзолистая, среднекультуренная, связно и рыхло-супесчаная, подстилаемая с глубины более 1,0 м моренным суглинком. Основные агрохимические свойства пахотного слоя почвы: гумус (по Тюрину) – 2,03–2,95 %; рН (в KCl) – 5,60–6,21; подвижные формы  $P_2O_5$  – 182–245 мг/кг и обменного  $K_2O$  – 200–380 мг/кг почвы (по Кирсанову). Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались по гидротермическому режиму, что позволило объективно оценить селекционный материал рапса.

Полевые опыты выполнены в соответствии с рабочими программами и Методическими указаниями по изучению мировой коллекции масличных культур (ВИР, 1976), Методикой полевого опыта Б. А. Доспехова (1985), Руководством по селекции и семеноводству масличных культур (1967) и др. Оценка образцов на устойчивость к полеганию в полевых условиях проводили по 5-балльной (визуальной) и инструментальной шкале (В. С. Кузнецов, 2007). Морфо-биологические признаки оценивались по: «индексам устойчивости» (И. Н. Гальченко, 1952, А. А. Басистов, 1990), «метод отрезков» (И. А. Коростелёв, 2007); гистолого-анатомические по З. П. Паушевой (1988) и К. Г. Тетерягченко (1984) и физико-механические (И. В. Лукьянова, 2008, патент 2189729).

Оценку показателей качества рапса проводили по общепринятым методикам: масличность, белок – методом инфракрасной спектроскопии (NIRS 5000), глюкозинолаты (с использованием палладиевого реактива, 1986), жирнокислотный состав масла – методом газожидкостной хроматографии («Agilent Technologies» 7820A GC System) и др.

Определение общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности проводили по методу Хинкельмана (1966) в модификации В. Г. Вольфа, П. П. Литуна (1980) и В. К. Савченко (1984); степень доминирования ( $H_p$ ) у гибридов  $F_1$  – по формуле предложенной Г. М. Veil и R. E. Atkins (1965 г.); гетерозис (истинный, гипотетический, конкурсный) – по формулам Д. С. Омарова (1975), Ю. Л. Гужов (1999, 2003) и др. Обработка экспериментальных данных проводилась методом статистического анализа, с использованием компьютерной программы Microsoft Excel, anova (Ab-Stat V–1.1) и прикладного программного обеспечения MathType.

### **Результаты оценки коллекционного и исходного материала рапса озимого и ярового по комплексу селекционно-ценных признаков**

Успех в создании сортов и гибридов рапса в значительной мере зависит от наличия исходного генетического материала. При оценке хозяйственно-полезных признаков изучаемых коллекционных образцов рапса озимого и ярового нами были выбраны наиболее значимые с селекционной точки зрения показатели (таблица 1).



Таблица 1 – Урожайность семян лучших коллекционных образцов рапса, среднее за 2019–2021 гг.

Рапс озимый			Рапс яровой		
Название образца	Урожайность семян		Название образца	Урожайность семян	
	( $\bar{x}$ ), г/м <sup>2</sup>	CV, %		( $\bar{x}$ ), г/м <sup>2</sup>	CV, %
Лидер (к)	502,5	4,5	Топаз (к)	406,5	22,1
12А-1	640,4	17,1	Верас	544,5	40,4
Оникс	569,1	7,5	Герцог	523,1	42,2
118КА-1	559,8	21,4	20А-2	516,3	46,1
24GB	531,7	33,0	14А-2	498,2	28,7
20А-1	529,4	17,3	87/13-1	490,4	32,2
ДМН-225	518,8	15,3	С62/67	482,4	41,7
Империл	516,7	15,0	111/4	462,0	21,0
среднее ( $\bar{x}$ )	500,9	19,2	среднее ( $\bar{x}$ )	426,1	27,7
min-max ( $\bar{x}$ )	384,2-640,4	4,5-34,7	min-max ( $\bar{x}$ )	290,4-544,5	14,8-46,1
min-max по годам	280,5-742,5	9,6-21,4	min-max по годам	226,8-787,1	14,1-33,6

Примечание – CV – коэффициент вариации, %; НСР<sub>05</sub> (г/м<sup>2</sup>): рапс озимый – 34,0 (2019 г.), 21,1 (2020 г.), 28,2 (2021 г.); рапс яровой – 23,8 (2019 г.), 17,3 (2020 г.), 26,8 (2021 г.).

По урожайности выделены следующие коллекционные образцы рапса: озимого – 12А-1, Оникс, 118КА-1, 24GB, 20А-1; ярового – Верас, Герцог, 20А-2, 14А-2, 87/13-1, С62/67, 111/4, которые рекомендуются использовать как источники в селекции на повышение урожайности рапса. По показателям структуры урожая, по числу стручков на растении отличились образцы рапса озимого 12А-1, 118КА-1 (+6,0–15,6 % к контрольному сорту) и ярового – С62/67, 20А-2, Герцог, Верас, 14А-2 (+28,5–36,3 % к контрольному сорту). По наибольшему числу семян в стручке выделились образцы рапса ярового: 14А-2, Верас, 111/4, С62/67, Кр.605/16, Дуэт (+10,4–19,7 % к контрольному сорту), а у озимого – образец Лорис. По массе 1000 семян отличились коллекционные образцы рапса озимого: 118КА-1, 18А-46, 20А-1, 58GB и ярового – Кр.605/16, Герцог, 20А-2, 111/4 (до +17,0 и 6,5 %, к контрольным сортам). Наименьшее значение признака «высота ветвления» выявлено у образцов рапса озимого – 312А-1, 65GB, 2/1м и ярового – 14А-2, С62/67, 20А-2, 10А-2, 15А-2. По признаку «диаметр корневой шейки» выделились образцы рапса озимого 159/09, Оникс, 12А-1, Айчынны, Империл и ярового – 14А-2, Дуэт, Сir108, Carnelis, которые превысили контрольные сорта на 19,8–32,1 и 11,1–31,1 % соответственно. Вышеназванные образцы рекомендуется использовать в качестве источников улучшения изучаемых признаков в селекционной работе (рисунок 1, 2).

Среди изучаемых коллекционных образцов выявлены короткостебельные формы, которые отличались стабильностью признака «высота растений»: у рапса озимого (121–140 см) – Адонис, 315/17-1, 58GB, 65GB, Айчынны, 312А-1 и у ярового (91–120 см) – 15А-2, С62/67,

Carnelis. Образцы рапса озимого 2/1м (89,7–137,2 см) и ярового 10А-2 (60,7–90,5 см) были самыми низкорослыми (таблица 2).

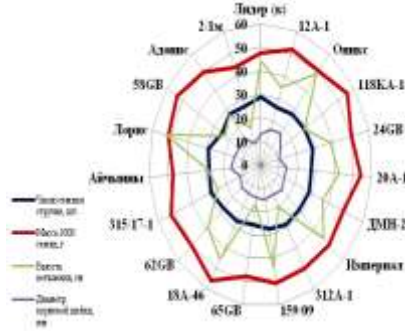


Рисунок 1 – Число семян в стручке, масса 1000 семян, высота ветвления и диаметр корневой шейки образцов рапса озимого (2019–2021 гг.)

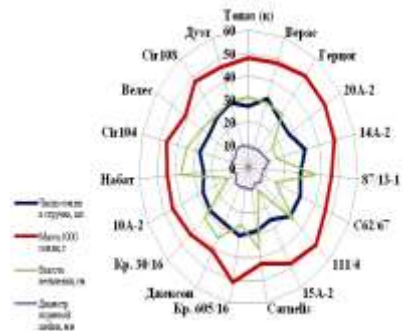


Рисунок 2 – Число семян в стручке, масса 1000 семян, высота ветвления и диаметр корневой шейки образцов рапса ярового (2019–2021 гг.)

При изучении признака «устойчивость к полеганию» выделены образцы рапса озимого – Адонис, 315/17-1, Айчынны, Империял, 2/1м и ярового – 10А-2, 14А-2, 15А-2, которые превысили контрольные сорта на 6,5–8,7 и 4,7–11,6 % соответственно (таблица 2).

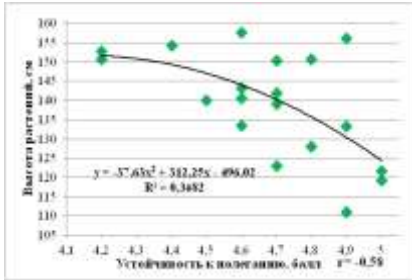
Таблица 2 – Устойчивость к полеганию и высота растений лучших коллекционных образцов рапса, среднее за 2019–2021 гг.

Рапс озимый				Рапс яровой			
Название образца	Б, балл	Высота растений		Название образца	Б, балл	Высота растений	
		$\bar{x}$ , см	CV, %			$\bar{x}$ , см	CV, %
Лидер (к)	4,6	157,8	4,3	Топаз (к)	4,3	118,6	16,3
Адонис	5,0	119,4	11,8	10А-2	4,8	77,1	19,6
315/17-1	5,0	121,7	2,8	14А-2	4,7	100,7	25,6
Айчынны	4,9	133,3	11,0	15А-2	4,5	97,6	26,4
Империял	4,9	156,3	3,0	20А-2	4,4	99,7	13,8
2/1	4,9	111,1	21,7	Верас	4,4	114,1	9,6
65GB	4,8	128,1	3,7	Cir104	4,4	115,0	25,2
среднее ( $\bar{x}$ )	4,7	139,4	8,1	среднее ( $\bar{x}$ )	4,3	113,4	15,7
min-max годам	4,0-5,0	89,7-165,0	9,8-13,0	min-max годам	3,5-5,0	60,7-146,7	11,4-25,3
HCP <sub>05</sub>	0,18-0,25	6,74-7,47	–	HCP <sub>05</sub>	0,16-0,24	4,72-5,82	–

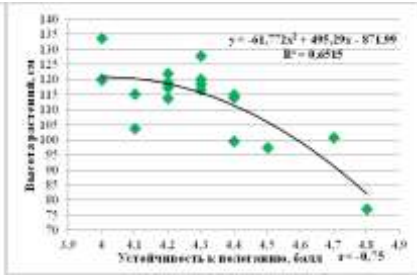
Примечание – Б – устойчивость к полеганию в баллах; CV – коэффициент вариации, %.

Нашими исследованиями установлено, что наиболее стабильными по признаку «высота растений» (CV=0,4–9,6 %) были коллекционные образцы рапса озимого – 312А-1, 118КА-1, 18А-46, Лорис, 315/17-1, Империял, 65GB, ДМН-225, 20А-1 и ярового – Cir108, 111/4, Кр.605/16, Кр.30/16, Велес, Верас. Между высотой растений и устойчивостью к

полеганию у образцов рапса ярового установлена сильная отрицательная связь ( $r = -0,75$ ) и средняя у озимой формы ( $r = -0,58$ ). В коллекции выявлена прямая положительная корреляционная связь между урожайностью и числом стручков на растении у образцов рапса ярового ( $r = 0,82$ ) и средней степени с массой 1000 семян – у рапса озимого и ярового ( $r = 0,35$  и  $r = 0,47$ ) (рисунок 3, 4).



**Рисунок 3 – Корреляционная связь между высотой растений и устойчивостью к полеганию у образцов рапса озимого (2019–2021 гг.)**



**Рисунок 4 – Корреляционная связь между высотой растений и устойчивостью к полеганию у образцов рапса ярового (2019–2021 гг.)**

Зависимость между высотой растений и диаметром корневой шейки у обеих форм была средней силы ( $r = 0,44$  и  $r = 0,37$ ). Сильная положительная связь выявлена у рапса ярового между высотой растений и высотой ветвления ( $r = 0,82$ ) и с продолжительностью вегетационного периода ( $r = 0,79$ ), а у рапса озимого она была средней ( $r = 0,47$  и  $r = 0,33$ ). Отрицательная корреляционная связь средней силы у рапса озимого ( $r = -0,44$ ) и ярового ( $r = -0,67$ ) выявлена между устойчивостью к полеганию и высотой ветвления, а также с продолжительностью вегетационного периода у яровой формы ( $r = -0,67$ ).

Таким образом, при оценке исходного материала рапса по комплексу селекционно-ценных признаков выявлены источники, определена степень влияния их на урожайность и сформированы 4 признаковые коллекции рапса озимого и ярового по устойчивости к полеганию и короткостебельности.

### **Создание нового селекционного материала рапса озимого и ярового по признаку устойчивость к полеганию**

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о существенных различиях между изучаемыми линиями, как по общей (ОКС), так и по специфической (СКС) комбинационной способности. Анализ признака «семенная продуктивность растений» показал, что высокую оценку эффектов ОКС имели линии ОН-3 (НСР  $g_i$   $p=0,01$ ) и К-5 (НСР  $g_i$   $p=0,05$ ), которые представляют практическую ценность для

создания нового исходного материала рапса озимого. Главную роль в наследовании данного признака выполняют гены с доминантными и эпистатическими эффектами, так как у всех изучаемых линий варианса СКС больше, чем варианса ОКС (рисунок 5, 6).

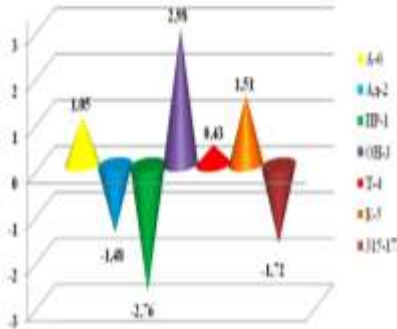


Рисунок 5 – Эффекты ОКС ( $g_i$ ) линий рапса озимого по семенной продуктивности растений

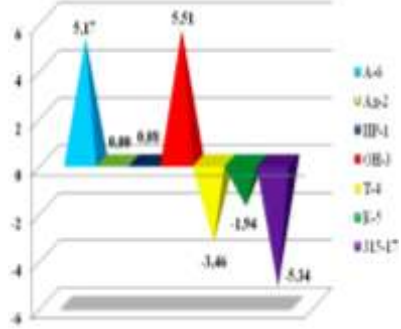


Рисунок 6 – Эффекты ОКС ( $g_i$ ) линий рапса озимого по высоте растений

В результате исследований были выделены лучшие комбинации по признаку «семенная продуктивность растений»: К-5×А-6, К-5×Т-4 и ОН-3×ИР-1. Линии рапса озимого Т-4 ( $g_i = -3,46$ ) и К-5 ( $g_i = -1,94$ ) отличились, высоким положительным сочетанием ОКС по продуктивности и отрицательным по высоте растений. Максимальное отрицательное значение по признаку «высота растений» выявлено у линии 315-17 ( $g_i = -5,34$ ). В наследовании этого признака у линий ИР-1, ОН-3 и Т-4 основную роль выполняют гены с доминантными и эпистатическими эффектами, так как варианса СКС значительно превышает вариансу ОКС. По константам СКС лучшими были комбинации: Т-4×ИР-1, ИР-1×А-6, К-5×ИР-1, 315-17×К-5, Т-4×ОН-3.

По признаку «высота ветвления» отрицательной ОКС характеризовались линии Т-4, 315-17, К-5, а линия ИР-1 отличалась высокой вариансой СКС. Установлено, что в наследовании признака преобладают гены с аддитивными эффектами, так как вариансы ОКС у линий ОН-3 и Т-4 существенно выше, чем вариансы СКС.

По признаку «семенная продуктивность растений» рапса ярового выделились линии С62-67 и 111-4. Положительная варианса СКС выявлена у всех линий, за исключением НС-3 и С62-67. Лучшими по константам СКС были комбинации: ТТ-8×ТЗ-7, М-5×Г14, И-18×В-10 и 111-4×И-18. По признаку «высота растений» выделены линии рапса ярового ТТ-8, И-18, ТЗ-7 и НС-3, которые обладают отрицательными значениями эффектов ОКС (рисунок 7, 8).



гибридов  $F_1$  получено при использовании в качестве материнской формы высокоурожайного сорта рапса озимого Империл и отцовской линии – 20А-1. По признаку «высота растений» выявлены короткостебельные и высокоурожайные гибриды  $F_1$  рапса озимого: 12А-1×315/17-1 (124,2 см), 315/17-1×20А-1 (127,9 см), 20А-1×Адонис (128,8 см), 20А-1×12А-1 (130,4 см), Империл×315/17-1 (131,3 см), Империл×Адонис (133,1 см), 315/17-1×Империл (134,0 см). Низкорослая линия рапса ярового 10А-2 (материнская форма) и короткостебельные линии образцов 20А-2, 15А-2, С62/67 (отцовская форма) рекомендуется использовать в селекции на короткостебельность и для повышения устойчивости к полеганию сортов и гибридов.

Истинный отрицательный гетерозис по признаку «высота растений» выявлен у 9,5 % изученных гибридов  $F_1$  рапса озимого, т.е. данный показатель отклонялся в сторону более короткостебельного родителя. У 78,6 % гибридов  $F_1$  отмечен конкурсный отрицательный гетерозис и гипотетический – у 33,3 %. По признаку «высота растений» у гибридов  $F_1$  рапса ярового установлен отрицательный гипотетический гетерозис (25 % гибридных комбинаций от общего их количества), конкурсный (58 %) и истинный – у 5 %. В селекции на устойчивость к полеганию одним из главных направлений является снижение высоты растений, и в этом случае, актуально проявление отрицательного гетерозиса (депрессии).

### **Гистолого-анатомические признаки стебля рапса озимого и ярового в селекции на продуктивность и устойчивость к полеганию**

По гистолого-анатомическим признакам стеблей рапса озимого и ярового выявлены особенности и различия между образцами. Для оценки влияния основных параметров макро- и микроструктуры стебля рапса по признакам «семенная продуктивность растения», «высота растений» и «устойчивость к полеганию» следует использовать анализ корреляционных связей между ними. Корреляционная связь средней силы рапса ярового выявлена между тангентальным диаметром проводящего пучка и устойчивостью к полеганию ( $r = 0,51$ ). Число проводящих пучков у рапса ярового увеличивалось с утолщением слоя склеренхимной ткани. Между продуктивностью семян с растения и диаметром стебля рапса ярового установлена тесная корреляционная связь ( $r = 0,76$ ), у рапса озимого она была средней силы ( $r = 0,30$ ). При увеличении тангентального диаметра проводящего пучка возрастала площадь сосудов метаксилемы ( $r = 0,59$ , озимый;  $r = 0,77$ , яровой).

Следует отметить, что увеличение диаметра проводящих пучков и их сосудов целесообразно лишь при достаточном увлажнении почвы, поэтому в условиях засухи более продуктивными могут быть сорта (гибриды) с толстым стеблем и большим числом проводящих пучков среднего диаметра.

### Эффективность различных методик оценки селекционного материала рапса озимого и ярового на устойчивость к полеганию

Определены статистически значимые числовые величины наружных и внутренних диаметров стебля у основания корня и у центральной кисти, как показатели предрасположенности растений рапса к полеганию. Выявлено, что наружные диаметры стебля у корня у образцов рапса озимого на 63,4 % были больше, чем у ярового. Наружные диаметры стеблей у основания центральной кисти у рапса озимого и ярового находились, в основном, в прямолинейной зависимости с диаметром у корня. Положительная корреляционная связь сильной степени у образцов рапса озимого и ярового установлена между наружным диаметром стебля ( $D$ ) и внутренним ( $d$ ) ( $r = 0,85$  и  $r = 0,74$ ), осевым моментом сопротивления ( $W$ ) ( $r = 0,86$  и  $r = 0,76$ ), соответственно, а у рапса озимого и с осевым моментом сечения стебля ( $I$ ) ( $r = 0,89$ ) (таблица 3).

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции показателей архитектоники и физико-механических свойств стебля рапса озимого и ярового

Показатель	Рапс озимый										
	$p$	$V_n$	$D$	$d$	$W$	$I$	$\sigma$	$\varepsilon$	$E$	$K$	
Рапс яровой	$p$	–	-0,10	-0,52	-0,11	-0,83	-0,80	0,94	-0,34	0,48	0,22
	$V_n$	-0,15	–	0,67	0,64	0,49	0,51	0,09	0,37	0,13	-0,34
	$D$	-0,88	0,36	–	0,85	0,86	0,89	-0,37	0,34	-0,18	-0,33
	$d$	-0,53	0,02	0,74	–	0,49	0,55	0,08	0,16	0,04	-0,17
	$W$	-0,86	0,22	0,76	0,22	–	0,99	-0,75	0,41	-0,35	-0,32
	$I$	-0,43	0,38	0,35	0,24	0,28	–	-0,71	0,38	-0,34	-0,31
	$\sigma$	0,66	-0,67	-0,63	-0,01	-0,75	-0,42	–	-0,33	0,61	0,09
	$\varepsilon$	0,04	-0,16	-0,18	-0,14	0,12	0,45	0,04	–	-0,66	0,13
	$E$	0,47	-0,47	-0,37	0,16	-0,69	-0,52	0,81	-0,53	–	-0,33
	$K$	0,60	0,01	-0,27	0,21	-0,74	-0,04	0,48	0,01	0,46	–

Примечания – Для расчета использовались данные нижних проб стебля, где:  $V_n$  – объем тела пробы стебля;  $\varepsilon$  – деформация;  $K$  – начальная (естественная) кривизна оси стебля.

Между плотностью ткани стебля ( $p$ ) и показателем напряжения ( $\sigma$ ) у образцов рапса озимого выявлена прямая сильная корреляционная связь сильной степени ( $r = 0,94$ ). У рапса ярового она была установлена между показателем напряжения ( $\sigma$ ) и величиной модуля упругости ( $E$ ) ( $r = 0,81$ ) и функциональная, т.е. практически совершенная связь, между осевым моментом сопротивления ( $W$ ) и сечением стебля ( $I$ ) ( $r = 0,99$ ) у рапса озимого.

При анализе экономической эффективности возделывания новых перспективных сортов рапса ярового Гелиус и Лазурит, которые отличаются высокой урожайностью маслосемян (41,9 и 41,4 ц/га), устойчивостью к полеганию (4,8 и 4,7 балл), выявлено, что уровень их рентабельности составил 159,0 и 156,1 % соответственно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. На основании многолетних исследований выявлены образцы рапса озимого и ярового, отличающиеся высокой потенциальной урожайностью до 640,4 и 544,5 г/м<sup>2</sup>, числом стручков на растении – до 383 и 183 шт. и семян в стручке – до 29 и 32 шт., массой 1000 семян – до 5,6 и 5,1 г, высотой растений (89,7–165,0 см, озимый и 60,7–146,7 см, яровой), высотой ветвления – в среднем 34,5 и 27,5 см, диаметром корневой шейки – до 1,7 и 1,2 см, которые отличались стабильностью проявления признака «высота растений» у рапса озимого: 118КА-1, 18А-46, Лорис, Империл, ДМН-225, 20А-1, Адонис, 315/17-1, 58GB, 65GB, Айчынны, 312А-1, 2/1м и у ярового: С1r108, 111/4, Кр.605/16, Кр.30/16, Велес, Верас, 15А-2, С62/67, Carnelis, 10А-2 [4; 7; 8].

2. По комплексу селекционно-ценных признаков выделены источники рапса озимого: 2/1м, 58GB, 12А-1, 312А-1, Айчынны, 20А-1, 118КА-1, Адонис, 65GB, 24GB, Лорис и ярового – 14А-2, С62/67, Кр.605/16, 10А-2, Верас, 15А-2, 20А-2, Дуэт, С1r108, Велес, Carnelis, Герцог, 87/13-1, Набат, С1r104. Установлена отрицательная корреляционная связь сильной степени ( $r = -0,75$ ) между высотой растений и устойчивостью к полеганию у образцов рапса ярового и средней силы у образцов озимого ( $r = -0,58$ ). Сильная положительная связь выявлена между высотой растений и продолжительностью вегетационного периода ( $r = 0,79$ ) и высотой ветвления ( $r = 0,82$ ) у рапса ярового и средней силы ( $r = 0,47$  и  $r = 0,33$ ) у образцов озимого. Созданы признаковые коллекции (4 шт.) короткостебельных и устойчивых к полеганию форм [4; 7; 8; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19].

3. По признаку «семенная продуктивность растений» с положительными достоверными оценками эффектов общей комбинационной способности (ОКС, g<sub>i</sub>) выделились линии рапса озимого ОН-3 (2,98), К-5 (1,51), А-6 (1,05), по высоте растений и высоте ветвления с отрицательными значениями ОКС – Т-4 (–3,46 и –9,70), К-5 (–1,94 и –3,16) и 315-17 (–5,34 и –3,72). Положительными достоверными оценками эффектов ОКС по признаку «семенная продуктивность растений» отличились линии рапса ярового: С62-67 (1,96), 87-13 (1,07), 111-4 (0,91). По признакам «высота растений» и «высота ветвления» с отрицательными значениями ОКС выделились линии рапса ярового: ТТ-8 (–10,21 и –0,73), НС-3 (–5,01 и –3,17), И-18 (–16,00 и –10,30) и С62-67 (–5,24), ТЗ-7 (–3,65), которые рекомендуется использовать в селекции на устойчивость к полеганию в качестве одной из родительских форм [5].

4. По константам специфической комбинационной способности (СКС) изучаемых признаков выделены комбинации рапса озимого и



ярового: по семенной продуктивности – 3 и 4 шт., высоте растений – 5 и 10 шт., высоте ветвления – 8 и 11 шт. соответственно [5].

5. Наибольшее количество короткостебельных гибридов  $F_1$ , получено при использовании в качестве материнской формы высокоурожайной линии сорта рапса озимого Империл и отцовской – 20А-1, наследование признака «высота растений» между ними проявилось по типу сверхдоминирования. По признаку «высота растений» выявлены короткостебельные (124,1–134,0 см) и высокоурожайные гибриды  $F_1$  рапса озимого: 12А-1×315/17-1, 315/17-1×20А-1, 20А-1×Адонис, 20А-1×12А-1, Империл×315/17-1, Империл×Адонис, 315/17-1×Империл. Низкорослые гибриды  $F_1$  рапса ярового с высотой растений от 92,2 до 103,7 см выделены при использовании линии 10А-2 в качестве материнской формы и в качестве отцовской формы – линий короткостебельных образцов: 20А-2 (100,9–107,5 см), 15А-2 (93,9–104,9 см) и С62/67 (108,2–109,6 см) [1; 2; 6; 11].

6. Отрицательный истинный гетерозис по признаку «высота растений» выявлен у 9,5 % изученных гибридов  $F_1$  рапса озимого, где изучаемый показатель отклонялся в сторону более короткостебельного родителя, у 78,6 % конкурсный и гипотетический – у 33,3 %. У гибридов  $F_1$  рапса ярового по признаку «высота растений» установлен отрицательный гипотетический (25,0 % гибридных комбинаций от общего их количества), конкурсный (58,0 %) и истинный гетерозис (5 %). При оценке эффекта гетерозиса гибридов  $F_1$  и трансгрессивной изменчивости в  $F_2$  рапса озимого и ярового установлено, что для повышения эффективности селекционного процесса при составлении схем диаллельных скрещиваний необходимо подбирать родительские пары без отрицательных признаков и с наибольшим числом положительных у материнской формы [1; 2; 6; 11].

7. По гистолого-анатомическим признакам, выявлены особенности и различия в строении стебля сортов и образцов рапса озимого и ярового. Установлено, что число рядов клеток хлоренхимы и ее толщина развиты слабее у рапса озимого и составили в среднем 6,7 шт. и 115,0 мкм, а у яровых образцов – 8,3 шт. и 131,9 мкм или на 23,9 и 14,7 % больше. При росте тангентального диаметра проводящего пучка увеличивалась и площадь сосудов метаксилемы ( $r = 0,77$  – яровой;  $r = 0,59$  – озимый). Показано, что отбор селекционных образцов рапса на увеличение диаметра проводящих пучков и их сосудов целесообразен лишь в условиях достаточного увлажнения почвы. Выявлено, что наружные диаметры стебля у корня образцов рапса озимого на 63,4 % были больше, чем у рапса ярового. Между показателями архитектоники и физико-механическими свойствами стеблей рапса озимого и ярового установлена положительная корреляционная связь сильной степени ( $r = 0,74–0,99$ ). Применение инструментальных методов оценки селекционного

материала способствовало созданию сортов рапса ярового Гелиус и Лазурит, которые отличаются высоким уровнем урожайности маслосемян – 41,9 и 41,4 ц/га, устойчивостью к полеганию – 4,8 и 4,7 баллов и рентабельностью – 159,0 и 156,1 % [3; 9; 20].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Для селекции сортов и гибридов рапса озимого и ярового рекомендуется использовать коллекционные образцы и селекционные линии, выделившиеся по:

- урожайности: 12А-1, Оникс, 118КА-1, 24GB, 20А-1 и Верас, Герцог, 20А-2, 14А-2, 87/13-1, С62/67, 111/4;
- короткостебельности: Адонис, 315/17-1, 58GB, 65GB, Айчынны, 312А-1 и 15А-2, С62/67, Carnelis и низкорослости – 2/1м и 10А-2;
- высоте ветвления: 312А-1, 65GB, 2/1м и 14А-2, С62/67, 20А-2, 10А-2, 15А-2;
- диаметру корневой шейки: 159/09, Оникс, 12А-1, Айчынны, Империял и 14А-2, Дуэт, Сir108, Carnelis;
- скороспелости: 2/1м, Адонис, Айчынны, 58GB и 10А-2, 15А-2;
- числу стручков на растении: 12А-1, 118КА-1 и С62/67, 20А-2, Герцог, Верас, 14А-2;
- числу семян в стручке: Лорис и 14А-2, Верас, 111/4, С62/67, Кр.605/16, Дуэт;
- массе 1000 семян: 118КА-1, 18А-46, 20А-1, 58GB и Кр.605/16, Герцог, 20А-2, 111/4;
- комплексу показателей качества: 24GB, Лорис, 312А-1, Айчынны и Кр.605/16, 10А-2, Набат, 14А-2, Сir108, Сir104, 20А-2, Велес.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

### Статьи, опубликованные в научных изданиях, включенных в Перечень ВАК Республики Беларусь

1. Анализ наследования высоты растений короткостебельных гибридов  $F_1$  ярового рапса / Я. Э. Пилюк, **А. Н. Павловская (А. Н. Батюкова)**, О. А. Пикун, А. В. Бакановская // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. ; редкол. : Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – Вып. 57. – С. 394–400.

2. Особенности наследования высоты растений короткостебельных гибридов ярового рапса / **А. Н. Павловская (Батюкова, А. Н.)**, Я. Э. Пилюк, О. А. Пикун, А. В. Бакановская // Вестник Белорус. гос. сельскохоз. акад. – 2021. – № 3. – С. 67–71.

3. **Павловская, А. Н. (Батюкова, А. Н.)** Влияние строения стебля озимого и ярового рапса (*Brassica napus* L.) на селекционно-ценные признаки / А. Н. Павловская, Я. Э. Пилюк, А. И. Мыхлык // Вестник Белорус. гос. сельскохоз. акад. – 2022. – №3. – С. 110–114.

4. **Батюкова, А. Н.** Высота растений и устойчивость к полеганию коллекционных образцов рапса озимого и ярового / А. Н. Батюкова, Я. Э. Пилюк // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. ; редкол. : С. В. Кравцов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – Вып. 59. – С. 309–317.

5. **Батюкова, А. Н.** Комбинационная способность линий рапса озимого и ярового в селекции на устойчивость к полеганию / А. Н. Батюкова, Я. Э. Пилюк // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. ; редкол. : С. В. Кравцов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – Вып. 59. – С. 317–326.

6. **Батюкова, А. Н.** Наследования высоты растений внутривидовых гибридов  $F_1$  рапса озимого и ярового (*Brassica napus* L.) / А. Н. Батюкова, Я. Э. Пилюк // Вестник БарГУ. Серия : Биологические науки., Сельскохозяйственные науки – 2023. – № 2 (14). – С. 88–94.

7. **Батюкова, А. Н.** Семенная продуктивность и элементы структуры урожая коллекционных образцов рапса озимого и ярового устойчивых к полеганию / А. Н. Батюкова, Я. Э. Пилюк // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. ; редкол. : С. В. Кравцов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – Вып. 59. – С. 326–333.

8. **Батюкова, А. Н.** Элементы архитектоники растений коллекцион-

ных образцов рапса озимого и ярового, устойчивых к полеганию / А. Н. Батюкова, Я. Э. Пилюк // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. ; редкол. : С. В. Кравцов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – Вып. 59. – С. 333–339.

9. **Батюкова, А. Н.** Физико-механические свойства стебля сортообразцов рапса озимого и ярового в селекции на устойчивость к полеганию / А. Н. Батюкова, Я. Э. Пилюк // Земледелие и растениеводство. – 2023. – № 4 (149). – С. 14–18.

### Материалы научно-практических конференций

10. **Павловская, А. Н. (Батюкова, А. Н.)** Оценка короткостебельных и устойчивых к полеганию родительских линий озимого и ярового рапса по качеству и жирнокислотному составу / А. Н. Павловская // Современные технологии сельскохозяйственного производства. Агронимия. Защита растений. Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции : сб. науч. ст. по матер. XXIII Междунар. науч.-практ. конф., г. Гродно, 2020 г. / Гродн. гос. аграрн. ун-т ; отв. за вып. О. В. Вергинская. – Гродно : ГГАУ, 2020. – С. 126–128.

11. **Павловская, А. Н. (Батюкова, А. Н.)** Характер наследования высоты растений у гибридов  $F_1$  рапса ярового / А. Н. Павловская, О. А. Пикун, А. В. Бакановская // Научные основы эффективности сельскохозяйственной продукции : матер. IV Междунар. науч.-практ. конф., г. Харьков, 26–27 ноября 2020 г. – <http://knau.kharkov.ua/agrofak.html>.

12. Пилюк, Я. Э. Скрининг исходного материала озимого и ярового рапса по хозяйственно-ценным признакам с целью использования в селекции / Я. Э. Пилюк, А. Н. Павловская (А. Н. Батюкова) // Селекция и генетика: инновации и перспективы : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., г. Горки, 20 нояб. 2020 г. / Беларус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: Г. И. Витко [и др.]. – Горки, 2020. – С. 101–104.

13. Пилюк, Я. Э. Анализ исходного и селекционного материала озимого рапса по комплексу признаков / Я. Э. Пилюк, А. Н. Павловская (А. Н. Батюкова), А. И. Мыхлык // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сб. науч. ст. по материалам XVII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию агрономического факультета и 180-летию подготовки специалистов аграрного профиля, г. Горки, 28–29 янв. 2021 г. / Беларус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки, 2021. – С. 310–313.

14. **Павловская, А. Н. (Батюкова, А. Н.)** Результаты оценки исходного материала озимого рапса для селекции на короткостебельность / А. Н. Павловская, Я. Э. Пилюк, А. И. Мыхлык // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сб. науч. ст. по

материалам XVII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию агрономического факультета и 180-летию подготовки специалистов аграрного профиля, г. Горки, 28–29 янв. 2021 г. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки, 2021. – С. 282–285.

15. **Павловская, А. Н. (Батюкова, А. Н.)** Изменчивость исходного материала озимого и ярового рапса по жирнокислотному составу в селекции на короткостебельность / А. Н. Павловская, Я. Э. Пиллюк // Инновационные направления научных исследований в земледелии и животноводстве, как основа развития сельскохозяйственного производства : матер. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием и Всеросс. Школы молодых ученых, г. Белгород, 24–25 июня. 2021 г. / Белгород. федер. аграрный науч. центр РАН; редкол.: С. И. Гютюнов [и др.]. – Белгород, 2021. – С. 291–293.

16. ДНК-маркеры – кандидаты для выявления генетических локусов, ассоциированных с короткостебельностью у рапса (*Brassica Napus L.*) / В. А. Лемеш, Г. В. Мозгова, Я. Э. Пиллюк, А. Н. Павловская (А. Н. Батюкова) // Стратегии и приоритеты развития земледелия и селекции в Беларуси. Достижения науки – производству : матер. науч.-практ. конф., посвящ. 15-летию Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино, 8–9 июля 2021 г. / Научно-практ. центр НАН Беларуси по землед.; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – С. 242–245.

17. **Павловская, А. Н. (Батюкова, А. Н.)** Показатели качества маслосемян коллекционных образцов озимого рапса в условиях центральной части Беларуси / А. Н. Павловская // Современные проблемы сельскохозяйственных наук в мире : сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-практ. конф., г. Казань, 11 июня. 2021 г. / Инновац. центр развития образования и науки; редкол.: А. С. Алексанян [и др.]. – Нижний Новгород : ИЦРОН, 2021. – С. 18–21.

18. **Павловская, А. Н. (Батюкова, А. Н.)** Корреляционный анализ основных хозяйственно-полезных признаков озимого рапса / А. Н. Павловская // Селекция и генетика: инновации и перспективы : сб. науч. ст. по матер. II Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию юбилею доктора с.-х. наук, профес. В. И. Бушуевой, г. Горки, 11 февр. 2022 г. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Г. И. Витко [и др.]. – С. 109–111.

19. **Павловская, А. Н. (Батюкова, А. Н.)** Основные показатели качества маслосемян коллекционных образцов рапса озимого и ярового и их корреляционный анализ / А. Н. Павловская, Я. Э. Пиллюк, О. А. Пикун, А. В. Бакановская // Достижения и перспективы селекции и технологий возделывания сельскохозяйственных культур : матер. междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, профес., лауреата Гос. премии, Героя Социалистического Труда В. Е. Писарева; в 2-х томах / Федер. исслед. центр «Немчиновка»; ред-

кол.: С. И. Воронов [и др.]. – Москва : ФИЦ «Немчиновка», 2023. – Том 1 : Селекция и семеноводство: состояние, проблемы и перспективы развития. – С. 262–270.

### **Тезисы докладов**

20. **Батюкова, А. Н.** Урожайность и экономическая эффективность возделывания рапса в конкурсном сортоиспытании / А. Н. Батюкова // Молодежь в науке – 2023. Аграрные, биологические, гуманитарные науки и искусства, медицинские, физико-математические, физико-технические, химия и науки о Земле : тезисы докл. XX Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол. : В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2023. – С. 9–12.

## РЕЗЮМЕ

Батюкова Алина Николаевна

### Создание и оценка исходного материала рапса озимого и ярового (*Brassica napus oleifera* Metzg.) для селекции сортов и гибридов, устойчивых к полеганию

**Ключевые слова:** рапс озимый и яровой, селекция, коллекция, устойчивость к полеганию, высота растений, урожайность, комбинационная способность, наследование, гетерозис, отбор.

**Цель исследований:** создать и оценить новый селекционный материал по признаку «устойчивость к полеганию» для использования в селекции высокоурожайных сортов и гибридов рапса озимого и ярового

**Методы исследований:** полевые, лабораторные, статистические.

**Полученные результаты и их новизна:** Впервые проведена комплексная оценка селекционно-ценных признаков исходного материала, выявлены источники и сформированы 4 целевые признаковые коллекции рапса озимого и ярового по устойчивости к полеганию и короткостебельности. Выделены ценные линии и гибриды. Установлены особенности и различия по гистолого-анатомическим и морфобиологическим признакам стебля, выявлена сильная корреляционная связь ( $r = 0,74-0,99$ ) между показателями архитектоники и физико-механическими свойствами стеблей рапса. Применение инструментальных методов способствовало созданию сортов рапса ярового Гелиус и Лазурит, которые отличаются высокой урожайностью маслосемян – 41,9 и 41,4 ц/га, устойчивостью к полеганию – 4,8 и 4,7 баллов и уровнем рентабельности – 159,0 и 156,1 %.

**Рекомендации по использованию.** Использовать для селекции сортов и гибридов рапса озимого и ярового в качестве исходного материала образцы – по урожайности: 12А-1, Оникс, 118КА-1, 24GB, 20А-1 и Верас, Герцог, 20А-2, 14А-2, 87/13-1, С62/67, 111/4.

С целью создания новых высокопродуктивных короткостебельных сортов и гибридов следует использовать образцы и линии рапса: озимого – Адонис, 315/17-1, 58GB, 65GB, Айчынны, 312А-1, К-5, ОН-3, А-6, Т-4, 315-17 и ярового – 15А-2, С62/67, Carnelis, С62-67, 87-13, 111-4, ТТ-8, НС-3, И-18, ТЗ-7.

**Область применения:** селекция, сельское хозяйство.

## РЭЗІЮМЭ

Бацюкова Аліна Мікалаеўна

**Стварэнне і ацэнка зыходнага матэрыялу рапсу азімага і яравога (*Bassica napus oleifera* Metzg.) для селекцыі сартоў і гібрыдаў, устойлівых да палягання**

**Ключавыя словы:** рапс азімы і яравы, селекцыя, калекцыя, ўстойлівасць да палягання, вышыня раслін, ураджайнасць, камбінацыйная здольнасць, спадчыннасць, гетэрозіс, адбор.

**Мэта даследаванняў:** стварыць і ацаніць новы селекцыйны матэрыял па прыкмеце «ўстойлівасць да палягання» для выкарыстання ў селекцыі высокаўраджайных сартоў і гібрыдаў рапсу азімага і яравога.

**Метады даследаванняў:** палявыя, лабараторныя, статыстычныя.

**Атрыманая вынікі і іх навізна:** упершыню праведзена комплексная ацэнка селекцыйна-каштоўных прыкмет зыходнага матэрыялу, выяўлены крыніцы і сфарміраваны 4 мэтавыя прыкметавыя калекцыі рапсу азімага і яравога па ўстойлівасці да палягання і кароткасцябловасці. Вылучаны каштоўныя лініі і гібрыды. Устаноўлены асаблівасці і адрозненні па гістолога-анатамічных і морфа-біялагічных прыкметах сцебла, выяўлена станоўчая карэляцыйная сувязь моцнай ступені ( $r = 0,74-0,99$ ) паміж паказчыкамі архітэктонікі і фізіка-механічнымі ўласцівасцямі сцеблаў рапсу. Прымяненне інструментальных метадаў спрыяла стварэнню сартоў рапсу яравога Геліус і Лазурьт, якія адрозніваюцца высокай ураджайнасцю масласямян – 41,9 і 41,4 ц/га, устойлівасцю да палягання – 4,8 і 4,7 бал і ўзроўнем рэнтабельнасці – 159,0 і 156,1 %.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні.** Выкарыстоўваць для селекцыі сартоў і гібрыдаў рапсу азімага і яравога ў якасці зыходнага матэрыялу абразцы па ўраджайнасці: 12А-1, Онікс, 118КА-1, 24GB, 20А-1 і Верас, Герцаг, 20А-2, 14А-2, 87/13-1, С62/67, 111/4.

З мэтай стварэння новых высокапрадуктыўных кароткасцяблавых сартоў і гібрыдаў варта выкарыстоўваць абразцы і лініі рапсу: азімага – Адоніс, 315/17-1, 58GB, 65GB, Айчынны, 312А-1К-5, ОН-3, А-6, Т-4, 315-17 і яравога – 15А-2, С62/67, Carnelis, С62-67, 87-13, 111-4, ТТ-8, НС-3, І-18, ТЗ-7.

**Вобласць ужывання:** селекцыя, сельская гаспадарка.



## Resume

Batyukova Alina Nikolaevna

### Development and Evaluation of the Source Material of Winter and Spring Rapeseed (*Bzassica napus oleifera* Metzg.) for the Breeding of Varieties and Hybrids Resistant to Lodging

**Keywords:** winter and spring rapeseed, breeding, collection, lodging resistance, plant height, yield, combination ability, inheritance, heterosis, selection.

**The purpose of the research:** to develop and evaluate new breeding material based on "lodging resistance" trait for the use in the breeding of high-yielding winter and spring rapeseed varieties and hybrids.

**Research methods:** field, laboratory, statistical.

**The results obtained and their novelty:** For the first time, a comprehensive assessment of the breeding and valuable characteristics of the source material was carried out, the sources were identified and 4 target characteristic collections of winter and spring rapeseed were formed for the resistance to lodging. Valuable lines and hybrids have been identified. The features and differences in histological-anatomical and morphological-biological characteristics were established, a strong positive correlation was revealed between the indicators of architectonics and the physico-mechanical properties of the stems of winter and spring rapeseed ( $r = 0.74-0.99$ ). The use of the instrumental methods contributed to the development of such spring rapeseed varieties as Helius and Lazurit, which are characterized by high yields oilseeds – 41.9 and 41.4 q/ha, lodging resistance – 4.8 and 4.7 points and profitability – 159.0 and 156.1 %.

**Recommendations for use.** For the breeding of varieties and hybrids of winter and spring rapeseed, to use as the source material for yield 12A-1, Onyx, 118KA-1, 24GB, 20A-1 and Veras, Herzog, 20A-2, 14A-2, 87/13-1, C62/67, 111/4 samples.

In order to develop new highly productive short-stemmed varieties and hybrids, the following rapeseed samples and lines should be used: winter - Adonis, 315/17-1, 58GB, 65GB, Aichynny, 312A-1, K-5, OH-3, A-6, T-4, 315-17 and spring – 15A-2, C62/67, Carnelis, C62-67, 87-13, 111-4, TT-8, HC-3, I-18, TZ-7.

**Scope of application:** breeding, agriculture.

Подписано в печать 11.12.2023 г.  
Формат 60×84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.  
Печать ризографическая. Гарнитура «Таймс».  
Усл. печ. л. 1,0. Тираж 60 экз. Заказ №

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки, Могилевская обл.