

Вестник БарГУ

Научно-практический журнал

Издаётся с марта 2013 года

№ 2 (14), сентябрь, 2023

Серия «Биологические науки (общая биология).
Сельскохозяйственные науки (агрономия)»

Учредитель: учреждение образования
«Барановичский государственный университет».

Адрес редакции:
ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи.
Телефон: +375 (163) 64 34 77.
E-mail: vestnikbargu@gmail.com .

Подписные индексы: 00993 — для индивидуальных
подписчиков; 009932 — для организаций.
Свидетельство о регистрации средств массовой
информации № 1533 от 30.07.2012, выданное
Министерством информации Республики Беларусь.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной
комиссии Республики Беларусь от 21 января
2015 г. № 16 научно-практический журнал «Вестник
БарГУ» серия «Биологические науки (общая биология).
Сельскохозяйственные науки (агрономия)» включён
в Перечень научных изданий Республики Беларусь для
опубликования результатов диссертационных
исследований по биологическим наукам (общая
биология), сельскохозяйственным наукам (агрономия).

Научно-практический журнал «Вестник БарГУ» вклю-
чён в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования),
лицензионный договор № 06-1/2016.

Выходит на русском, белорусском и английском
языках. Распространяется на территории
Республики Беларусь.

Заведующий редакционно-издательской
группой А. Ю. Сидоренко
Технический редактор А. Ю. Сидоренко
Компьютерная вёрстка С. М. Глушак
Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 12.09.2023. Формат 60 × 84 1/8.
Бумага ксероксная. Печать цифровая.
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 11.52. Уч.-изд. л. 9,90.
Тираж 40 экз. Заказ . Цена свободная.

Полиграфическое исполнение: республиканское
унитарное предприятие «Информационно-
вычислительный центр Министерства финансов
Республики Беларусь». Специальное разрешение
(лицензия) на право осуществления полиграфической
деятельности № 02330/89 от 3 марта 2014 года.
Адрес: ул. Кальварийская, 17, 220004 г. Минск.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Кочурко В. И. (гл. ред. журн.), доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик
Белорусской инженерной академии, академик Международной академии технического
образования, академик Международной академии наук педагогического образования,
академик Академии экономических наук Украины, Почётный профессор БарГУ,
профессор кафедры технического обеспечения сельскохозяйственного производства
и агрономии (учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Барановичи, Республика Беларусь).

Климук В. В. (зам. гл. ред. журн.), кандидат экономических наук, доцент,
первый проректор учреждения образования «Барановичский государственный
университет» (учреждение образования «Барановичский государственный
университет», Барановичи, Республика Беларусь).

Рындевич С. К. (гл. ред. сер.), кандидат биологических наук, доцент
(учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Барановичи, Республика Беларусь).

Карпетова Е. Г. (ред. текстов на англ. яз.), кандидат филологических наук,
доцент (учреждение образования «Минский государственный лингвистический
университет», Минск, Республика Беларусь).

Земоглядчук А. В. (отв. за направление «Общая биология»), кандидат биологических
наук, доцент (учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Барановичи, Республика Беларусь); **Ритвинская Е. М.** (отв. за направление
«Агрономия»), кандидат сельскохозяйственных наук (учреждение образования
«Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь).

Александрович О. Р., доктор биологических наук, профессор (Поморская академия
в Слупске, Слупск, Республика Польша); **Булавина Т. М.**, доктор сельскохозяйственных
наук, профессор (республиканское унитарное предприятие «Научно-практический
центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», Жодино, Республика
Беларусь); **Бушуева В. И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (учреждение
образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Горки, Республика
Беларусь); **Верхотуров В. В.**, доктор биологических наук, профессор (федеральное
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет», Калининград, Российская
Федерация); **Гриб С. И.**, академик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
(республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной
академии наук Беларуси по земледелию», Жодино, Республика Беларусь); **Гричик В. В.**,
доктор биологических наук, профессор (Белорусский государственный университет,
Минск, Республика Беларусь); **Джус М. А.**, кандидат биологических наук, доцент
(Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь);

Кильчевский А. В., доктор биологических наук, академик (Национальная академия наук
Беларуси, Минск, Республика Беларусь); **Лукашевич Н. П.**, доктор сельскохозяйственных
наук, профессор (учреждение образования «Витебская ордена «Знак почёта»
государственная академия ветеринарной медицины», Витебск, Республика Беларусь);

Прокин А. А., кандидат биологических наук (федеральное государственное бюджетное
учреждение науки «Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина Российской
академии наук», п. Борок, Российская Федерация); **Сушко Г. Г.**, доктор биологических
наук, профессор (учреждение образования «Витебский государственный университет
имени П. М. Машерова», Витебск, Республика Беларусь); **Цзя Ф.**, доктор, профессор
(Институт энтомологии, Университет имени Сунь Ятсена, Гуанчжоу, Китайская
Народная Республика); **Янчуревич О. В.**, кандидат биологических наук, доцент
(учреждение образования «Гродненский государственный университет имени
Янки Купалы», Гродно, Республика Беларусь).

Promoter: Institution of Education "Baranavichy State University".

Editorial address:

21 Voykova str., 225404 Baranavichy.

Phone: +375 (163) 64 34 77.

E-mail: vestnikbargu@gmail.com .

Subscription indices: 00993 — for individual subscribers; 009932 — for companies.

The certificate of the registration of mass media no. 1533 of 30.07.2012 issued by the Ministry of Information of Belarus.

In accordance with the order of the board of the Higher Attestation Commission of the Republic of Belarus on January 21, 2015 no. 16 the scientific and practical journal "BarSU Herald", the series "Biological sciences (general biology). Agricultural sciences (agronomy)" was included in the list of the scientific publications of the Republic of Belarus for publishing the results of dissertation research in biological sciences (general biology), agricultural sciences (agronomy).

The scientific and practical journal "BarSU Herald" is included in RSCI (Russian Science Citation Index), license agreement no. 06-01/2016.

Issued in Russian, Belarusian and English. The journal is distributed on the territory of the Republic of Belarus.

Managing editor A. Y. Sidorenko
Technical editor A. Y. Sidorenko
Desktop Publishing S. M. Glushak
Proofreader N. N. Kolodko

Signed print 16.03.2023. Format 60 × 84 1/8. Paper xerox.
Digital printing. Headset Times. Conv. pr. s. 1.11,60.
Acc.-pub. s. l. 9,90. Circulation of 40 copies.
Order . Free price.

Printing performance: Republican Unitary Enterprise "Information and Computing Center of the Ministry of Finance of the Republic of Belarus". Special permission (license) for the right to carry out printing activities No. 02330/89, March 3, 2014.
Address: 17 Kalvariyskaya, 220004 Minsk

EDITORIAL BOARD

Kochurko V. I. (*editor-in-chief*), DSc in Agriculture, Professor, Academician of the Belarusian Academy of Engineering, Academician of the International Academy of Technical Education, Academician of the International Academy of Pedagogical Education, Academician of the Academy of Economic Sciences of Ukraine, Honorary Professor of BarSU, Professor of the Department of Technical Supply of Agricultural Production and Agronomy (Institution of Education "Baranavichy State University", Baranovichi, the Republic of Belarus).

Klimuk V. V. (*deputy editor-in-chief*), PhD in Economics, Associate Professor, first vice-rector (Institution of Education "Baranavichy State University", Baranovichi, the Republic of Belarus).

Ryndevich S. K. (*the series editor-in-chief*), PhD in Biology, Associate Professor (Institution of Education "Baranavichy State University", Baranovichi, the Republic of Belarus).

Karapetova Ye. G. (*English text editor*), PhD in Philology, Associate Professor (Education Institution "Minsk State Linguistic University", Minsk, the Republic of Belarus).

Zemoglyadchuk A. V. (*responsible for the topic area "General Biology"*), PhD in Biology, Associate Professor (Institution of Education "Baranavichy State University", Baranovichi, the Republic of Belarus); **Ritvinskaya E. M.** (*responsible for the topic area "Agronomy"*), PhD in Agriculture (Institution of Education "Baranavichy State University", Baranovichi, the Republic of Belarus).

Alexandrovich O. R., DSc in Biology, Professor (Pomorsk Academy in Slupsk, Slupsk, the Republic of Poland); **Bulavina T. M.**, DSc in Agriculture, Professor (the Republican Unitary Enterprise "Scientific-and-Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture", Zhodino, the Republic of Belarus); **Bushueva V. I.**, DSc in Agriculture, Professor (Education Institution "the Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy", Gorki, the Republic of Belarus); **Verkhoturov V. V.**, DSc in Biology, Professor (Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education "Kaliningrad State Technical University", Kaliningrad, the Russian Federation); **Grib S. I.**, Academician, DSc in Agriculture (National Academy of Sciences of Belarus, Zhodino, the Republic of Belarus); **Grichik V. V.**, DSc in Biology, Professor (Minsk, Belarusian State University, the Republic of Belarus); **Dzhus M. A.**, PhD in Biology, Associate Professor (Belarusian State University, Minsk, the Republic of Belarus); **Kilchevskiy A. V.**, DSc in Biology, Academician (Minsk, the Republic of Belarus); **Lukashevich N. P.**, DSc in Agriculture, Professor (Education Institution "Vitebsk of the Badge of Honor Order State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, the Republic of Belarus); **Prokin A. A.**, PhD in Biology (Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Borok, the Russian Federation); **Sushko G. G.**, DSc in Biology, Professor (Education Institution "Vitebsk State University named after P. M. Masherov", Vitebsk, the Republic of Belarus); **Jia F.**, PhD in Biology (Institute of Entomology, School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou, China); **Yanchurevich O. V.**, PhD in Biology, Associate Professor (Education Institution "Grodno State University named after Yanka Kupala", Grodno, the Republic of Belarus).

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Общая биология

Джус М. А., Шимко И. И. Лук килеватый (*Allium carinatum* L., Amaryllidaceae) — новый чужеродный вид для флоры Беларуси

Заика Ю. У. Алахтонныя выкапнёвыя рэшткі ў адкладах верхняга кайназою Беларусі. Папярэднія вынікі вывучэння. Частка II: дэвон — плейстацэн

Земоглядчук А. В. Морфология эпифаринкса личинок жуков-горбатов (Coleoptera: Mordellidae)

Лукашэня М. А., Земоглядчук А. В., Рындевич С. К. Охраняемые виды ксилофильных жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) республиканского ботанического памятника природы «Лесопарк Альба»

Лукашук А. О. Настоящие полужесткокрылые насекомые (Hemiptera: Heteroptera) открытых участков внепойменных залежных лугов Березинского биосферного заповедника

Лундышев Д. С., Прищепчик О. В. Жесткокрылые семейства Histeridae (Coleoptera) в зоологической коллекции лаборатории наземных беспозвоночных животных Государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам»

Плакс Д. П. Новые данные о *Diplacanthus kleesmentae* Valiukevičius, 1986 из отложений витебского горизонта (верхний эмс) нижнего девона Беларуси

Рындевич С. К. *Hydrophilus aterrimus* Eschscholtz, 1822 (Insecta: Coleoptera: Hydrophilidae) в Беларуси

Янчуревич О. В., Рыжая А. В. Видовой состав позвоночных и гидробионтных беспозвоночных озера Белое Республиканского ландшафтного заказника «Озеры»

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Агронмия

Батюкова А. Н., Пилиук Я. Э. Наследования высоты растений внутривидовых гибридов F1 рапса озимого и ярового (*Brassica napus* L.)

Сведения об авторах

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES

General biology

4 Dzhus M. A., Schimko I. I. Keeled garlic (*Allium carinatum* L., Amaryllidaceae) — new alien species of garlic for Belarusian flora

15 Zaika Yu. U. Allochthonous fossils in the Upper Cenozoic deposits of Belarus. Preliminary results of the study. Part II: Devonian — Pleistocene

30 Zemoglyadchuk A. V. Morphology of the epipharynx of the tumbling flower beetle larvae (Coleoptera: Mordellidae)

36 Lukashenia M. A., Zemoglyadchuk A. V., Ryndevich S. K. Protected species of xylophilous beetles (Insecta: Coleoptera) of the republican botanical natural monument "Lesopark Alba"

42 Lukashuk A. O. True bugs (Hemiptera: Heteroptera) of non-overgrowing areas of non-floodplain fallow meadows of Berezinsky biosphere reserve

52 Lundyshv D. S., Prischepchik O. V. Beetles of the family Histeridae (Coleoptera) in the zoological collection of the Laboratory of terrestrial invertebrates of the State research and production association "Scientific and practical center of the National academy of sciences of Belarus for bioresources"

58 Plax D. P. New data on *Diplacanthus kleesmentae* Valiukevičius, 1986 from the Vitebsk Regional Stage (Upper Emsian) of the Lower Devonian of Belarus

69 Ryndevich S. K. *Hydrophilus aterrimus* Eschscholtz, 1822 (Insecta: Coleoptera: Hydrophilidae) in Belarus

80 Yanchurevich O. V., Ryzhaya A. V. The species composition of vertebrate and hydrobiontic invertebrates of lake Beloye of the Republican landscape reserve "Ozory"

AGRICULTURAL SCIENCES

Agronomy

88 Batsiukova A. N., Piliuk Y. E. Inheritance of plant height of intra-specific F1 hybrids of winter and spring rapeseed (*Brassica napus* L.)

95 Information about authors

УДК 633.853.494«321»:631[527:524.8]

А. Н. Батюкова¹, Я. Э. Пилюк²

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», ул. Тимирязева, 1, 222161 Жодино, Республика Беларусь,

¹alina.pavlik1996@gmail.com, ²iveya@list.ru

НАСЛЕДОВАНИЯ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ ВНУТРИВИДОВЫХ ГИБРИДОВ F1 РАПСА ОЗИМОГО И ЯРОВОГО (*BRASSICA NAPUS* L.)

В статье представлены результаты исследований за 2020—2021 годы по изучению гибридов F1 рапса озимого и ярового (*Brassica napus* L.), полученных от скрещивания сортов (линий) и образцов, различающихся по высоте растений родительских форм. Отрицательный истинный гетерозис проявился у 9,5 % изученных комбинаций рапса озимого, т. е. изучаемый показатель отклонялся в сторону меньшего родителя. У 78,6 % гибридных комбинаций отмечен отрицательный конкурсный гетерозис (гибриды, которые уступали по высоте контрольному сорту Лидер) и гипотетический — 33,3 % (гибриды, которые уступали средней высоте растений родительских форм). Используемые в скрещиваниях линии рапса ярового проявили отрицательный гипотетический (25 % гибридных комбинаций от общего их количества), конкурсный (58 %) и истинный гетерозис по признаку «высота растений», отмечен только в двух комбинациях — Топаз × № 15А-2 и № 111/4 × Верас. Наблюдался максимальный положительный истинный гетерозис (40,9—41,8 %) в комбинациях: Верас × № 10А-2, № С62/67 × № 15А-2, № 111/4 × № 10А-2, № 87/13-1 × № 15А-2, в сравнении со всеми изученными комбинациями. Установлено, что наибольшее количество короткостебельных гибридов F1 с положительной степенью доминирования получено при использовании в качестве материнской формы сорта рапса озимого Империял и отцовской формы — образца № 20А-1. При использовании образца рапса ярового № 10А-2 в качестве материнской формы были получены низкорослые гибриды F1 с высотой растений от 92,2 до 103,7 см, а также в качестве отцовской формы короткостебельных образцов № 20А-2 (100,9—107,5 см), № 15А-2 (93,9—104,9 см) и № С62/67 (108,2—109,6 см).

Ключевые слова: рапс озимый и яровой; гибриды F1; высота растений; родительские формы; устойчивость к полеганию; наследование; степень доминирования; степень гетерозиса.

Табл. 2. Библиогр.: 13 назв.

A. N. Batsiukova¹, Y. E. Piliuk²

Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture”, 1, Timiryazeva str., Zhodino, 222161, Minsk region, the Republic of Belarus,

¹alina.pavlik1996@gmail.com, ²iveya@list.ru

INHERITANCE OF PLANT HEIGHT OF INTRASPECIFIC F1 HYBRIDS OF WINTER AND SPRING RAPESEED (*BRASSICA NAPUS* L.)

The article presents the results of research that has been carried out during 2020—2021 to study of F1 hybrids of winter and spring rapeseed (*Brassica napus* L.) derived from crosses between varieties (lines) and samples differing in height of plants of parent forms. The negative true heterosis was observed in 9.5 % of the studied combinations of winter rapeseed, i.e. the studied indicator was deviated towards a smaller parent. The negative competitive heterosis (hybrids that were inferior in height to the control variety Leader) was noted for 78.6% of hybrid combinations, hypothetical one — for 33.3% (hybrids that were inferior to the average height of plants of parental forms). The spring rapeseed lines used in crosses showed negative hypothetical (25 % of hybrid combinations of their total number),

competitive (58 %) and true heterosis on the basis of “plant height”, which was noted only in two combinations: Topaz × No 15A-2 and №111/4 × Veras. Compared with all studied combination, the maximum positive true heterosis (40.9—41.8 %) was observed for Veras × №10A-2, No C62/67 × No 15A-2, №111/4 × No 10A-2, No 87/13-1 × No 15A-2. It was found that the largest number of short-stemmed F₁ hybrids with a positive degree of dominance was obtained when using the Imperial winter rapeseed variety as the maternal form and sample No 20A-1 as the paternal one. When using the spring rapeseed sample No 10A-2 as the maternal form, low-growing F₁ hybrids with plant height from 92,2 to 103.7 cm were obtained, as well as when using short-stemmed samples as the paternal form: No 20A-2 (100.9—107.5 cm), No 15A-2 (93.9—104.9 cm) and No C62/67 (108.2—109.6 cm).

Keywords: winter and spring rapeseed; F₁ hybrids; plant height; parental forms; lodging resistance; inheritance; degree of dominance; degree of heterosis.

Table 2. Ref.: 13 titles.

Введение. Рапс (*Brassica napus* L.) — это главная масличная культура Республики Беларусь, используется на пищевые и кормовые цели [1]. Для успешной селекции сортов необходимо создание новых источников, сочетающих короткостебельность с высокой продуктивностью, устойчивостью к полеганию, болезням и скороспелостью [2]. Наибольшей экономической эффективностью обладают сорта с высоким потенциалом биологической продуктивности, они формируют большую вегетативную массу, что может привести к полеганию в посевах уже в период цветения и затрудняют уборку рапса, увеличиваются потери маслосемян, что снижает рентабельность культуры. Высота растений является важным агрономическим признаком для рапса, она влияет на урожайность, масличность и устойчивость к полеганию. У высокорослых и низкорослых сортов есть свои преимущества и недостатки. Так, высокорослые сорта обычно являются более продуктивными, но они часто более позднеспелые. Низкорослые созревают раньше, меньше полегают и более пригодны для проведения технологических операций по защите посевов от вредителей и болезней, внесения микроэлементов, а также препаратов предуборочной обработки [3; 4]. Огромное разнообразие гибридного материала, созданного путем гибридизации, ставит перед селекционером задачу выявления среди них наиболее ценных сочетаний (комбинаций) для селекции на продуктивность, которая напрямую зависит от устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды. В засуху, как правило, высота растений снижается [5]. По данным S. S. Duhoon, аддитивное действие генов у рапса в основном преобладало в наследовании таких признаков, как число дней до начала цветения, высота растения, длина стручка и масса 1 000 семян [6]. Цель наших исследований — определить характер наследования высоты растений у гибридов F₁ при диаллельных скрещиваниях сортов (линий) и образцов рапса озимого и ярового, различающихся по высоте растений и устойчивости к полеганию.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в отделе масличных культур на опытных полях РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» в 2020—2021 годах. Объектом исследований служили гибридные комбинации F₁, полученные от скрещивания и различающиеся по высоте растений родительских форм по диаллельной схеме. В качестве родительских форм рапса озимого использовались сорта Адонис, Айчынны, Оникс, Империял и образцы № 12A-1, № 20A-1, № 315/17-1, в результате скрещиваний получено 42 гибридные комбинации. Для рапса ярового использовали в скрещиваниях две схемы: № 1 (короткостебельные × высокорослые): Топаз, № 20A-2, № 15A-2, № C62/67, № 87/13-1; № 2 (короткостебельные × среднерослые): Верас, Герцог, № 14A-2, № 10A-2, № 111/4, получено 40 гибридных комбинаций. В качестве контрольного сорта использовали районированные по Республике Беларусь сорта рапса озимого Лидер и ярового Топаз. Фенологические наблюдения, учёты, морфологический анализ делали индивидуально по каждой линии, комбинации согласно методике оценки урожайности сортов озимого двунулевого рапса (IHAR, 1991), методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7; 8] и методике полевого опыта Б. А. Доспехова [9]. Степень доминирования у гибридов

первого поколения рассчитывали по формуле G. M. Veil и R. E. Atkins (1965) [10]. Определение степени истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса — по Д. С. Омарову (1975) и Ю. Л. Гужову (1999) [11; 12]. Статистическая обработка данных проводилась методом вариационного анализа, при помощи пакета анализа, входящего в состав Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. Признак короткостебельности у различных форм рапса и многих сельскохозяйственных культур наследуется неодинаково и во многом зависит от его генетических особенностей. При этом проявляется доминирование короткостебельности, сверхдоминирование высокорослости, а также промежуточное наследование высоты растений. В среднем высота растений родительских форм рапса озимого составила 140,1 см, изменялась от 118,7 (Адонис) до 157,0 (№ 20А-1) см, гибридов F1 — 146,2 см, контрольный сорт Лидер — 155,6 см. Степень доминирования (H_p) в скрещиваниях у полученных гибридов F1 составила от -14,3 до 28,8, коэффициент вариации был слабоизменчив ($CV = 6,4\%$). За период изучения родительские формы рапса ярового значительно различались между собой по высоте растений: от среднерослых (Hh): (Верас (125,8 см), Топаз (122,4 см), № 111/4 (141 см)) до короткостебельных форм (hH): (№ 15А-2 (95,8 см), № 20А-2 (100,0 см), № С62/67 (107,0 см), Герцог (108,6 см), № 14А-2 (109,6 см), № 87/13-1 (116,4 см)). Установлено, что самым низкорослым (hh) является образец № 10А-2 (80,2 см), разница между ними по данному признаку варьировала от 15,2 до 60,8 см. Коэффициент вариации характеризуется слабой изменчивостью изучаемого признака и составил в среднем $CV = 15,4\%$. Выявлены лучшие гибриды F1 рапса озимого и ярового, у которых высота растений относительно одной из родительских форм была самая низкая (таблица 1).

Т а б л и ц а 1. — Высота растений и степень доминирования родительских форм и гибридов F1 рапса озимого, среднее за 2020—2021 годы

T a b l e 1. — Plant height and degree of dominance of parent forms and F1 hybrids of winter rapeseed, average for 2020—2021

| Гибридная комбинация | Высота растений родительских линий, см | | P_{cp} , см | Высота растений гибридов F1, см | Степень доминирования, H_p | H_{ti} , % | H_{tk} , % | H_{tg} , % |
|-----------------------|--|-------|---------------|---------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | ♀ | ♂ | | | | | | |
| Айчынны × Оникс | 134,7 | 147,7 | 141,2 | 169,8 | -4,40 | 26,1 | 9,1 | 20,3 |
| Айчынны × Империял | | 154,5 | 144,6 | 169,7 | -2,54 | 26,0 | 9,1 | 17,4 |
| Айчынны × № 20А-1 | | 157,0 | 145,9 | 167,2 | -1,91 | 24,1 | 7,5 | 14,6 |
| Оникс × Империял | 150,8 | 154,5 | 152,7 | 151,7 | 0,51 | 0,6 | -2,5 | -0,6 |
| Оникс × № 20А-1 | | 157,0 | 153,9 | 143,0 | 3,52 | -8,9 | -8,1 | -7,1 |
| Империял × Адонис | 154,5 | 118,7 | 136,6 | 133,1 | 0,20 | 12,1 | -14,5 | -2,6 |
| Империял × № 20А-1 | | 157,0 | 155,8 | 119,7 | 28,84 | -22,5 | -23,1 | -23,1 |
| Империял × № 12А-1 | | 143,4 | 149,0 | 148,2 | 0,14 | 3,3 | -4,8 | -0,5 |
| Империял × № 315/17-1 | | 123,3 | 138,9 | 131,3 | 0,49 | 6,5 | -15,6 | -5,5 |
| № 20А-1 × Адонис | 157,0 | 118,7 | 137,9 | 128,8 | 0,47 | 8,5 | -17,2 | -6,6 |
| № 20А-1 × № 12А-1 | | 143,4 | 150,2 | 130,4 | 2,91 | -9,1 | -16,2 | -13,2 |
| № 12А-1 × № 20А-1 | 143,4 | 157,0 | 150,2 | 149,5 | 0,10 | 4,3 | -3,9 | -0,5 |
| № 12А-1 × № 315/17-1 | | 123,3 | 133,4 | 124,2 | 0,91 | 0,7 | -20,2 | -6,9 |
| № 315/17-1 × Империял | 123,3 | 154,5 | 138,9 | 134,0 | 0,31 | 8,7 | -13,9 | -3,5 |
| № 315/17-1 × № 20А-1 | | 157,0 | 140,2 | 127,9 | 0,73 | 3,7 | -17,8 | -8,7 |

В системных скрещиваниях выявлены родительские формы рапса озимого, которые по сравнению со средним значением родительских компонентов способствовали снижению высоты гибридов F₁ (комбинации): Оникс × № 20А-1 (143,0 см), № 315/17-1 × Империял (134,0 см), Империял × Адонис (133,1 см), № 20А-1 × № 12А-1 (130,4 см), № 20А-1 × Адонис (128,8 см), № 315/17-1 × № 20А-1 (127,9 см), № 12А-1 × № 315/17-1 (124,0 см), Империял × № 20А-1 (119,7 см). В гибридной комбинации Империял × № 20А-1 наследование признака «высота растений» проявилось по типу сверхдоминирования ($H_p = 28,84$), от средних родительских форм различия составили 36,1 см. Выявлена депрессия значения признака в комбинациях скрещивания Айчынны × Оникс ($H_p = -4,40$) и Айчынны × Империял ($H_p = -2,54$), Айчынны × № 20А-1 ($H_p = -1,91$) и положительный гетерозис ($H_{ti} = 26,1—24,1$ %, $H_{tk} = 9,1—7,5$ %, $H_{tg} = 20,3—14,6$ %).

В комбинациях Империял × № 315/17-1 и № 315/17-1 × Империял родительские формы различались между собой по высоте растений на 31,2 см, сорт Империял был выше, чем образец № 315/17-1. При прямом и обратном скрещивании установлено наследование признака по типу частичного положительного доминирования ($H_p = 0,49$ и $H_p = 0,31$). В комбинациях № 20А-1 × № 12А-1 и № 12А-1 × № 20А-1 родительские формы различались по высоте растений незначительно, при прямом скрещивании установлено наследование по типу положительного сверхдоминирования признака ($H_p = 2,91$), а при обратном — по типу частичного положительного доминирования значения признака ($H_p = 0,10$). Установлено наследование признака по типу неполного положительного доминирования ($H_p = 0,6—0,9$) в следующих комбинациях: № 12А-1 × № 315/17-1 ($H_p = 0,91$), № 315/17-1 × № 20А-1 ($H_p = 0,73$); частичного положительного доминирования ($H_p = 0,1—0,5$): Оникс × Империял ($H_p = 0,51$), Империял × № 315/17-1 ($H_p = 0,49$), № 20А-1 × Адонис ($H_p = 0,47$), № 315/17-1 × Империял ($H_p = 0,31$), Империял × Адонис ($H_p = 0,20$), Империял × № 12А-1 ($H_p = 0,14$), № 12А-1 × № 20А-1 ($H_p = 0,10$). Эти результаты подтверждаются исследованиями Л. Г. Ильиной, когда при скрещивании короткостебельных образцов с высокорослыми были получены гибриды, высота которых занимает промежуточное положение с доминированием более высокорослого родителя, хоть и частичное [13]. Выявлено, что наибольшее количество короткостебельных гибридов F₁ с положительной степенью доминирования получено с использованием сорта Империял в качестве материнской формы и образца № 20А-1 как отцовской формы.

В гибридных комбинациях рапса ярового Топаз × 20А-2 и 20А-2 × Топаз родительские формы различались между собой по высоте растений, сорт Топаз был выше на 22,4 см, чем образец № 20А-2. При прямом скрещивании установлено наследование признака по типу частичного положительного доминирования ($H_p = 0,33$), а в обратном — частичное доминирование наименьшего значения признака (депрессия) ($H_p = -0,18$). В комбинациях Герцог × № 10А-2 и № 10А-2 × Герцог родительские формы значительно различались между собой по высоте растений на 28,4 см. При прямом и обратном скрещивании выявлена депрессия значения признака ($H_p = -0,70$ (неполное доминирование наименьшего значения признака) и $H_p = -0,55$ (частичное доминирование наименьшего значения)). В комбинациях Топаз × № 15А-2 и № 111/4 × Верас наблюдалось положительное сверхдоминирование по признаку «высота растений» ($H_p = 1,14$ и $H_p = 1,99$), а также проявился отрицательный истинный, конкурсный и гипотетический гетерозис признака ($H_{ti} = -2,0...-6,0$ %, $H_{tk} = -23,3...-3,3$ %, $H_{tg} = -13,9...-11,3$ %). Отмечено, что при использовании образца рапса ярового № 10А-2 в качестве материнской формы были получены низкорослые гибриды F₁ с высотой растений от 92,2 до 103,7 см, а также в качестве отцовской формы короткостебельных образцов № 20А-2 (100,9—107,5 см), № 15А-2 (93,9—104,9 см) и № С62/67 (108,2—109,6 см), которые рекомендуется использовать в селекционной работе на снижение изучаемого признака. Гетерозис считается истинным, если наблюдается превосходство гибрида по изучаемому признаку над признаком лучшего

родителя, т. е. более низкорослого, и гипотетическим, если превосходство наблюдается над средним значением признака обоих родителей. Выявлены образцы: Топаз × № 20А-2, Топаз × № С62/67, Верас × № 10А-2, № 10А-2 × № 14А-2, № 10А-2 × № 111/4, № 111/4 × Герцог, № 111/4 × № 14А-2, которые находились на уровне или не превышали по изучаемому показателю свои родительские формы (таблица 2).

Т а б л и ц а 2. — Высота растений и степень доминирования родительских форм и гибридов F1 рапса ярового, среднее за 2020—2021 годы

T a b l e 2. — Plant height and degree of dominance of parent forms and F1 hybrids of spring rapeseed, average for 2020—2021

| Гибридная комбинация | Высота растений родительских форм, см | | P_{cp} , см | Высота растений гибридов F1, см | Степень доминирования H_p | H_{ti} , % | H_{tk} , % | H_{tg} , % |
|---|---------------------------------------|-------|---------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | ♀ | ♂ | | | | | | |
| <i>Схема (короткостебельные × высокорослые)</i> | | | | | | | | |
| Топаз × № 20А-2 | 122,4 | 100,0 | 111,2 | 107,5 | 0,33 | 7,5 | -12,2 | -3,3 |
| Топаз × № 15А-2 | | 95,8 | 109,1 | 93,9 | 1,14 | -2,0 | -23,3 | -13,9 |
| Топаз × № С62/67 | | 107,0 | 114,7 | 108,2 | 0,84 | 1,1 | -11,6 | -5,7 |
| № 20А-2 × Топаз | 100,0 | 122,4 | 111,2 | 113,2 | -0,18 | 13,2 | -7,5 | 1,8 |
| № С62/67 × № 15А-2 | 107,0 | 95,8 | 101,4 | 135,1 | -6,02 | 41,0 | 10,4 | 33,2 |
| № 87/13-1 × № 15А-2 | 116,4 | 95,8 | 106,1 | 135,8 | -2,88 | 41,8 | 10,9 | 28,0 |
| <i>Схема (короткостебельные × среднерослые)</i> | | | | | | | | |
| Верас × № 10А-2 | 125,8 | 80,2 | 103,0 | 113,0 | -0,44 | 40,9 | -7,7 | 9,7 |
| Герцог × № 10А-2 | 108,6 | 80,2 | 94,4 | 104,4 | -0,70 | 30,2 | -14,7 | 10,6 |
| № 10А-2 × Верас | 80,2 | 125,8 | 103 | 101,9 | 0,05 | 27,1 | -16,7 | -1,1 |
| № 10А-2 × Герцог | | 108,6 | 94,4 | 102,2 | -0,55 | 27,4 | -16,5 | 8,3 |
| № 10А-2 × № 14А-2 | | 109,6 | 94,9 | 92,2 | 0,18 | 15,0 | -24,7 | -2,8 |
| № 10А-2 × № 111/4 | | 141,0 | 110,6 | 103,7 | 0,23 | 29,3 | -15,3 | -6,2 |
| № 111/4 × Верас | 141,0 | 125,8 | 133,4 | 118,3 | 1,99 | -6,0 | -3,3 | -11,3 |
| № 111/4 × Герцог | | 108,6 | 124,8 | 118,3 | 0,40 | 8,9 | -3,3 | -5,2 |
| № 111/4 × № 14А-2 | | 109,6 | 125,3 | 115,6 | 0,62 | 5,5 | -5,6 | -7,7 |
| № 111/4 × № 10А-2 | | 80,2 | 110,6 | 113,1 | -0,08 | 41,0 | -7,6 | 2,3 |

Изучение закономерностей проявления гетерозиса у рапса ярового по признаку «высота растения» необходимо для обоснования и разработки генетических принципов и методов подбора исходного материала при создании низкорослых сортов и гибридов. Для селекции на устойчивость к полеганию снижение высоты растений является положительным явлением, поэтому нас интересует проявление отрицательного гетерозиса. Отрицательный истинный гетерозис проявился у 9,5 % изученных комбинаций рапса озимого, т. е. изучаемый показатель отклонялся в сторону более короткостебельного родителя. У 78,6 % гибридных комбинаций отмечен отрицательный конкурсный гетерозис (гибриды, которые уступали по высоте контрольному сорту Лидер) и гипотетический — 33,3 % (гибриды, которые уступали средней высоте растений родительских форм). Используемые

в скрещиваниях линии рапса ярового проявили отрицательный гипотетический (25 % гибридных комбинаций от общего их количества), конкурсный (58 %) и истинный гетерозис по признаку «высота растений», отмечен только в двух комбинациях Топаз × № 15А-2 и № 111/4 × Верас. Наблюдался максимальный положительный истинный гетерозис (40,9—41,8 %) в комбинациях Верас × № 10А-2, № С62/67 × № 15А-2, № 111/4 × № 10А-2, № 87/13-1 × № 15А-2, в сравнении со всеми изученными комбинациями.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что наибольшее количество короткостебельных гибридов F1 с положительной степенью доминирования получено при использовании в качестве материнской формы сорта рапса озимого Империял, отцовской формы — образца № 20А-1. В гибридной комбинации Империял × № 20А-1 проявилось наследование признака «высота растений» по типу сверхдоминирования ($Hr = 28,84$), различия от средней родительских форм составили 36,1 см. Выявлены комбинации рапса озимого, которые относятся к короткостебельной (hH) группе по высоте растений гибридов F1: № 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), Империял × № 315/17-1 (131,3 см), Империял × Адонис (133,1 см), № 315/17-1 × Империял (134,0 см). При использовании образца рапса ярового № 10А-2 в качестве материнской формы были получены низкорослые гибриды F1 с высотой растений от 92,2 до 103,7 см, а также в качестве отцовской формы короткостебельных образцов № 20А-2 (100,9—107,5 см), № 15А-2 (93,9—104,9 см) и № С62/67 (108,2—109,6 см). Данные образцы рекомендуем использовать в селекционном процессе на снижение высоты растений и, как следствие, повышение устойчивости к полеганию сортов и гибридов рапса озимого и ярового.

Список цитируемых источников

1. Пиллюк, Я. Э. Рапс в Беларуси: (биология, селекция и технология возделывания) / Я. Э. Пиллюк — Минск : Бизнесофсет, 2007. — 239 с.
2. Дорофеев, В. Ф. Мировой генофонд в селекции растений / В. Ф. Дорофеев // Селекция и семеноводство. — 1981. — № 7. — С. 7—11.
3. Рапс / Д. Шпаар [и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара. — Минск : ФУАинформ, 1999. — 208 с.
4. Paul, V. H. Zum Einsatz von Wachstums-Regulatoren einer neuer Generation in Winterraps. Erfahrungen aus Sjahrigen Versuchen / V. H. Paul // Raps. — 1987. — Vol. 5. — № 4. — P. 161—164.
5. Ковтун, В. И. Селекция озимой пшеницы на юге России : монография / В. И. Ковтун, Н. Е. Самофалова. — Ростов н/Д : Книга, 2006. — 479 с.
6. Components of genetic variation for yield and its attributes in a diallel cross of yellow-seeded India colza Brassica napus var. glauca / S. S. Duhoon [and etc.] // Indian J Agric Sci. 1982. — V. 52. — № 3. — P 154—158.
7. Шиманский, Я. Методика оценки урожайности сортов озимого двунулевого рапса / Я. Шиманский // ИНАР. — Познань, 1991. — 21 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. М. А. Федина ; Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур. — М., 1988. — 121 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. — 5-е изд., доп. и перераб. — М. : Агропромиздат, 1985. — 351 с.
10. Veil, G. M. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum / G. M. Veil, R. E. Atkins // Jowa J. Sci. — 1965. — Vol. 39. — №3. — P. 345—358.
11. Омаров, Д. С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений / Д. С. Омаров // С.-х. биология. — 1975. — Т. 10. — № 1. — С. 123—127.
12. Гужов, Ю. Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений : учеб. для агроном. специальностей с.-х. вузов и биол. специальностей ун-тов / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек. — М. : РУДН, 1999. — 536 с.
13. Ильина, Л. Г. Алексей Павлович Шехурдин (к 100-летию со дня рождения) / Л. Г. Ильина // Селекция и семеноводство. — 1986. — № 2. — С. 38—39.

References

1. Pilyuk Ya. E. [Rapeseed in Belarus: (biology, breeding and cultivation technology)]. Minsk, 2007, 239 p. (in Russian)
2. Dorofeev V. F. The world gene pool in plant breeding. *Breeding and seed production*, 1981, no.7, pp. 7—11. (in Russian)
3. Rapeseed / D. Shpaar [et al.]; under the general editorship of D. Shpaar. Minsk: FUAinform, 1999, pp. 208. (in Russian)
4. Paul V. H. Zum Einsatz von Wachstums-Regulatoren einer neuer Generation in Winterraps. Erfahrungen aus Sjahrigen Versuchen. *Raps*, 1987, vol. 5, no. 4, pp. 161—164. (in Germany)
5. Kovtun V. I., Samofalova N. E. Selection of winter wheat in the south of Russia : monograph., 2006, 479 p. (in Russian)
6. Duhoon S. S., Chandra S., Basu A. K., Makhija O. P. Components of genetic variation for yield and its attributes in a diallel cross of yellow-seeded India colza Brassica napus var. glauca. *Indian J Agric Sci*, 1982, vol. 52, no. 3, pp. 154—158.
7. Shimansky Ya. Methodology for assessing the yield of varieties of winter double-grain rapeseed. IHAR, 1991, 21 p. (in Russian)
8. Methodology of the State variety testing of agricultural crops [Under the general editorship of M. A. Fedin]. State Committee. according to the variety testing of agricultural cultures, 1988, 121 p. (in Russian)
9. Dospikhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Textbook 5th ed., supplement and revision, 1985, 351 p. (in Russian)
10. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Jowa J. Sci*, 1965, vol. 39, no. 3, pp. 345—358.
11. Omarov D. S. On the methodology of accounting and evaluation of heterosis in plants. *Agricultural biology*, 1975, vol. X, no. 1, pp. 123—127. (in Russian)
12. Guzhov Y. L., Fuchs A., Valichek P. Breeding and seed production of cultivated plants: textbook. for agron. specialties of higher educational institutions and biol. specialties of higher educational institutions. Moscow: RUDN, 1999, 536 p. (in Russian)
13. Ilyina, L. G. Alexey Pavlovich Shekhurdin (to the 100th anniversary of his birth). *Breeding and seed production*, 1986, no. 2, pp. 38—39. (in Russian)

Поступила в редакцию 20.06.2023.