
ПРОМЫШЛЕННАЯ И АГРАРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL ECOLOGY

УДК 665.334.93+631.95

АНАЛИЗ ПРИЕМОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛОСЕМЯН РАПСА И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ

О. Л. ЛОМОНОС¹⁾, М. М. ЛОМОНОС²⁾

¹⁾Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
ул. Петруся Бровки, 6, 220013, г. Минск, Беларусь

²⁾Иностранное общество с ограниченной ответственностью «Рапуль Бел»,
ул. Рождественская, 5А, 223043, д. Цнянка, Минский р-н, Минская обл., Беларусь

Проанализированы основные тенденции и особенности производства маслосемян рапса (озимого и ярового) в разрезе его ключевых составляющих за 2019–2023 гг. Приведены результаты сравнительного анализа статистических данных Национального статистического комитета Республики Беларусь за пятилетний период по посевным площадям рапса и уровню его продуктивности, а также объемам внесения минеральных удобрений под данную культуру. С учетом проанализированной научно-статистической информации предлагается перспективный, экологически безопасный и экономически оправданный путь дальнейшего увеличения валового сбора маслосемян за счет расширения посевных площадей непосредственно под гибридами рапса. В Республике Беларусь на протяжении 2019–2023 гг. наблюдается рост посевных площадей под озимым и яровым рапсом. Площадь его возделывания за исследуемый период увеличилась на 71 тыс. га и в 2023 г. составила 495 тыс. га с удельным весом в структуре посевов 8,6 %. Рост валового сбора семян рапса до 899 тыс. т отмечается за счет увеличения количества применяемых минеральных

Образец цитирования:

Ломонос ОЛ, Ломонос ММ. Анализ приемов увеличения производства маслосемян рапса и их экологическая составляющая. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2025;1:67–76.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-1-67-76>

For citation:

Lamanos VL, Lamanos MM. Analysis of methods for increasing the production of rapeseed oilseeds and their environmental component. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2025;1:67–76. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2025-1-67-76>

Авторы:

Ольга Леонидовна Ломонос – кандидат сельскохозяйственных наук; доцент кафедры инженерной психологии и эргономики факультета компьютерного проектирования.
Михаил Михайлович Ломонос – кандидат сельскохозяйственных наук; заместитель директора.

Authors:

Volha L. Lamanos, PhD (agriculture); associate professor at the department of engineering psychology and ergonomics, faculty of computer design.
volha.lamanos@gmail.com
Mikhail M. Lamanos, PhD (agriculture); deputy director.
lomonos_mikhail@mail.ru

удобрений на 35 %, достигнув уровня 329 кг/га д. в. NPK. В результате анализа урожайности маслосемян рапса в зависимости от удельного веса гибридов в структуре посевных площадей установлена достоверная корреляционная связь повышения урожайности с 16,8 до 23,1 ц/га по мере увеличения доли гибридов с 24 % в 2019 г. до 49 % в 2023 г., используемых для посева. Возделывание гибридов озимого и ярового рапса позволяет экономить азотные удобрения за счет их эффективного использования современными гибридами. Уровень экономии может составлять около 7–8 кг/га д. в. азота или 17,2–19,6 бел. руб. на 1 га в денежном выражении по ценам на 01.11.2024 г.

Ключевые слова: озимый и яровой рапс; продуктивность; минеральные удобрения; гибриды рапса; экология; окружающая среда.

ANALYSIS OF METHODS FOR INCREASING THE PRODUCTION OF RAPESEED OILSEEDS AND THEIR ENVIRONMENTAL COMPONENT

V. L. LAMANOS^a, M. M. LAMANOS^b

^aBelarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
6 Petrusia Broŭki Street, 220013 Minsk, Belarus

^bForeign limited liability company «Rapool Bel»,
5A Razhdestvenskaya Street, Tsnianka 223043, Minsk district, Minsk region, Belarus
Corresponding author: V. L. Lamanos (volha.lamanos@gmail.com)

The article analyzes the main trends and features of the production of rapeseed oilseeds (winter and spring) in the context of its key components for the period 2019–2023. The results of a comparative analysis of statistical data from the National Statistical Committee of the Republic of Belarus for a five-year period on the area of rapeseed and the level of its productivity, as well as the volume of mineral fertilizers applied to this crop are presented. Taking into account the analyzed scientific and statistical information, a promising, environmentally safe and economically viable way to further increase the gross harvest of rapeseed oilseeds by expanding the acreage directly under rapeseed hybrids is proposed. In the republic during 2019–2023 there is an increase in the area under winter and spring rapeseed. The area of rapeseed during the study period increased by 71 thousand hectares and in 2023 amounted to 495 thousand hectares with a specific weight in the structure of crops of 8.6 %. An increase in the gross harvest of rapeseed to 899 thousand tons is also noted due to an increase in the amount of mineral fertilizers used by 35 %, reaching a level of 329 kg/ha a. i. NPK. As a result of the analysis of the yield of rapeseed oilseeds depending on the proportion of hybrids in the structure of sown areas, a reliable correlation was established between an increase in yield from 16.8 to 23.1 dt/ha as the share of hybrids used for sowing increased from 24 % in 2019 to 49 % in 2023. Cultivation of hybrids of winter and spring rape allows saving nitrogen fertilizers due to their effective use by modern hybrids. The level of savings can be about 7–8 kg/ha a.i. nitrogen or 17.2–19.6 Belarusian rubles per 1 ha in monetary terms at prices as of November 1, 2024.

Keywords: winter and spring rapeseed; productivity; mineral fertilizers; rapeseed hybrids; ecology; environment.

Введение

Актуальность проблемы повышения эффективности возделывания рапса предопределена тем, что последние три десятилетия он является основной масличной культурой мирового земледелия. Для климатических условий Беларуси возделывание рапса как культуры универсального типа использования приобрело первостепенное значение: для устранения дефицита в пищевых растительных жирах за счет отечественного производства рапсового масла, а также получения биотоплива. Параллельно производство семян рапса способствует обеспечению животноводства высокобелковыми и жиросодержащими кормами за счет побочных продуктов перерабатывающей промышленности – рапсового жмыха и шрота [1]. Немаловажное значение занимает и экспортная составляющая продукции рапсового подкомплекса.

Для удовлетворения потребностей населения республики в растительных жирах ежегодно необходимо производить 120–140 тыс. т растительного масла, где на долю рапсового масла приходится 85–90 тыс. т [2]. Одна тонна маслосемян рапса при ее переработке способна сбалансировать по белку и иным веществам несколько тонн других кормов. Продукты переработки семян рапса – жмыхи и шроты содержат 30–40 % белка, сбалансированного по аминокислотному составу. В 100 кг шрота содержится до 90 корм. ед. Рапсовый шрот превосходит подсолнечный по переваримости органических веществ и по содержанию незаменимых аминокислот – лизина на 33 %, цистина в 2,1 раза [3]. За последние годы (2019–2023 гг.) производство рапсового масла стало одним из важных источников поступления валютной выручки в экономику АПК Республики Беларусь [4].

Кроме очевидных экономических преимуществ, рапс имеет экологические и агротехнические плюсы. Так, 1 га хорошо развитых побегов озимого рапса выделяет в атмосферу 10–11 млн л кислорода, уступая в этом только сахарной свекле. Еще один экологический плюс связан с тем, что рапс представляет собой отличное средство рекультивации радиоактивного заражения почв. Или взять другое направление – рапс для производства биодизеля. Для сравнения, 1 л дизельного топлива выделяет в атмосферу 3 кг CO₂, а 1 л биодизеля – 0,5 кг. Помимо этого, 1 га рапса в течение вегетации поглощает 22 т CO₂, которые образуются при сжигании 6,5–7,0 т дизельного нефтяного топлива. Маслосемена рапса также накапливают значительное количество энергии, что в 2,25 раза больше, чем расходуется на его производство. Для сравнения у сахарной свеклы этот показатель равен 1,63, у кукурузы – 1,28, у пшеницы – 1,14, у картофеля – 1,04 [5].

Несмотря на то что в настоящее время в стране наблюдается рост посевных площадей озимого и ярового рапса, проблема самообеспечения растительным маслом и кормовым белком остается актуальной. Имеющийся потенциал в возделывании данной культуры реализуется не полностью. Из года в год колеблются посевные площади, а уровень урожайности не достигает потенциально возможного. Необходимость увеличения объемов производства рапса обусловлена, с одной стороны, потребностью обеспечения пищевой промышленности страны сырьем, а отечественного животноводства – кормовым белком. Пока выращиваемые объемы позволяют загрузить производство лишь частично, вследствие чего некоторые предприятия вынуждены простаивать либо осуществлять закупки сырья в близлежащих странах [6]. С другой стороны, наращивание объемов производства маслосемян рапса обусловлено ростом спроса на растительное масло на внешних рынках для продовольственных и промышленных целей.

Безусловно, успех в возделывании рапса как и любой другой сельскохозяйственной культуры заключается в качественном и своевременном выполнении всех технологических операций: дифференцированная основная обработка почвы в зависимости от предшественника, использование высокопродуктивных гибридов, соблюдение технологии посева в оптимальные сроки, интегрированная система защиты рапса в течении всего вегетационного периода, рациональная система удобрения, включающая дифференцированное применение азотных удобрений, исключая непроизводительные потери [7–10]. Цель исследования: провести сравнительный анализ научно-статистической информации по производству маслосемян рапса в Республике Беларусь за период 2019–2023 гг. и определить потенциально возможные и экологически безопасные пути увеличения его производства.

Материалы и методы исследования

Предмет и объект исследования – рапс (озимый, яровой) и пути увеличения его производства.

Метод исследований – системный анализ с применением общепринятых методик обработки данных.

Информационной базой исследования служили отраслевые справочно-нормативные материалы, рекомендации и результаты экспериментов специализированных отечественных и зарубежных научно-исследовательских учреждений.

При проведении исследований использовали данные Национального статистического комитета Республики Беларусь [11], Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» во всех категориях хозяйств республики за 2019–2023 гг. [12; 13]:

- посевные площади рапса (озимого и ярового), тыс. га;
- валовый сбор и урожайность рапса (озимого и ярового), ц/га;
- внесение минеральных удобрений (в пересчете на 100 % питательных веществ), кг/га д. в. NPK;
- сортовой состав посевных площадей рапса.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь за 2019–2023 гг., в стране наблюдается рост посевных площадей озимого и ярового рапса (табл. 1). В 2023 г. площадь его возделывания в целом по республике по сравнению с 2019 г. увеличилась на 71 тыс. га или 16,7 %, а доля в структуре посевов выросла с 7,3 до 8,6 %. Это способствовало росту валового сбора маслосемян, который в 2023 г. достиг уровня в 899 тыс. т при урожайности 23,1 ц/га. Безусловно, уборочная площадь рапса меньше посевной, что вызвано потерей площадей в основном в результате влияния погодных-климатических условий в период перезимовки озимого рапса и в течение вегетации озимого и ярового рапса, а также других производственных факторов. И если оценить долю рапса, который подлежит уборке, к общей посевной площади, то она несколько ниже. В нашем случае в зависимости от года составляла 6,2–6,9 %. Поэтому важной задачей увеличения производства маслосемян является повышение сохранности растений рапса к уборке.

Таблица 1

Динамика основных показателей производства рапса (озимого и ярового) во всех категориях хозяйств Республики Беларусь

Table 1

Dynamics of the main indicators of rapeseed production (winter and spring) in all categories of farms in the Republic of Belarus

Годы	Посевная площадь, тыс. га	Уборочная площадь, тыс. га	Удельный вес в структуре посевных площадей, %	Валовый сбор, тыс. т	Урожайность, ц/га
2023	495	395	8,6	899	23,1
2022	451	383	7,8	806	21,3
2021	416	390	7,2	715	19,0
2020	410	364	7,0	733	20,6
2019	424	363	7,3	578	16,8

Следует отметить, что увеличение валового сбора за счет расширения площадей потенциально в будущем может вызвать рост себестоимости производства, так как почвенно-климатические условия Беларуси не позволяют возделывать рапс на всех посевных площадях, что увеличит его удельный вес в структуре посевов. Это повысит риски роста инфекционной нагрузки в севообороте, что в конечном счете потребует более интенсивного применения средств защиты растений, увеличит себестоимость производства, а также риски загрязнения окружающей среды, вызванные более частым использованием пестицидов.

С увеличением посевных площадей рапса в исследуемый период отмечается повышение объемов применения минеральных удобрений под данную культуру (рис. 1).

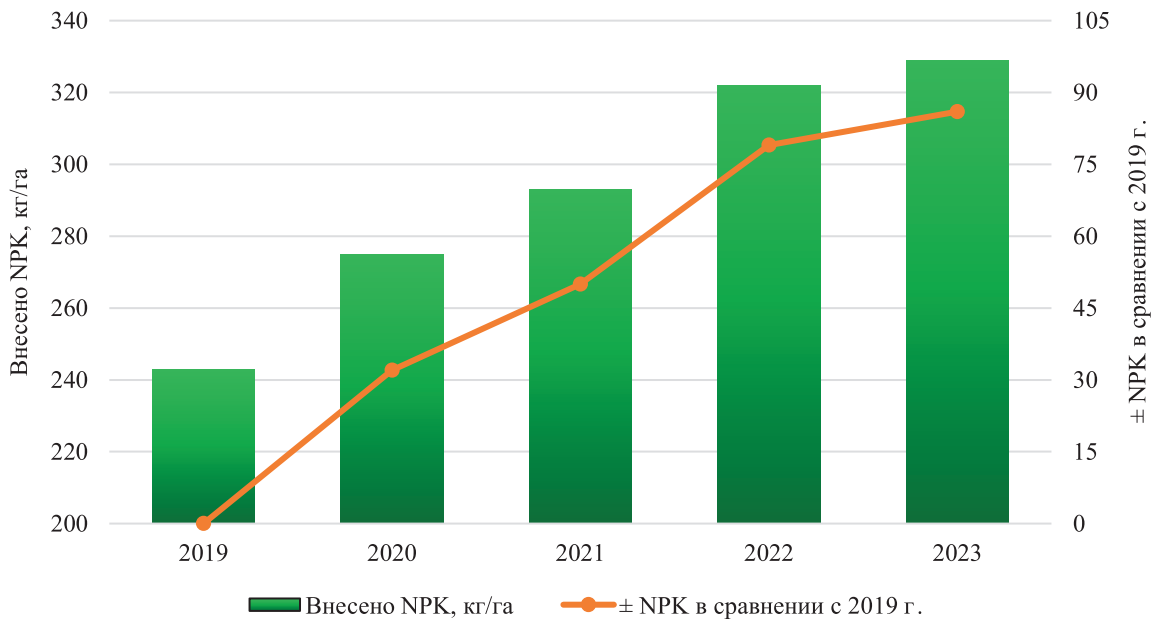


Рис. 1. Динамика применения минеральных удобрений под рапс (озимый и яровой) в Беларуси за период 2019–2023 гг., кг д. в./га

Fig. 1. Dynamics of the application of mineral fertilizers for rapeseed (winter and spring) in Belarus for the period 2019–2023, kg a. i./ha

Так, с 2019 по 2023 гг. количество применяемых минеральных удобрений увеличилось на 86 кг/га д. в. NPK или 35 %, достигнув уровня 329 кг/га д. в. NPK, что также способствовало повышению продуктивности маслосемян рапса. Однако здесь необходимо отметить, что у данного процесса есть предел, как экономический, то есть окупается ли применение высоких доз удобрений прибавкой урожайности или нет, так и экологический, поскольку применение удобрений и других средств химизации – это весьма активное влияние на природную среду.

Учитывая тот факт, что сельскохозяйственные культуры (в среднем) в первый год действия усваивают из удобрений 15–20 % фосфора, 50–60 % калия, 60–70 % азота [14], а ряд исследователей отмечают, что при высоких уровнях внесения удобрений эффективность использования азота на озимом рапсе

может снижаться и колеблется от 50 до 60 % [15]. Серьезной проблемой в производстве рапса является значительный избыток минерального питания и в первую очередь азота, особенно в фазу полной спелости [16; 17], что оказывает неблагоприятное влияние на окружающую среду из-за увеличения потерь азота за счет выщелачивания и газообразных потерь [18].

Следовательно, повышение эффективности использования азотных и других минеральных удобрений – ключевой вопрос повышения производства маслосемян рапса, а также устойчивость этого производства в экологическом и экономическом аспектах.

Последние исследования указывают на более экологический безопасный путь увеличения производства маслосемян рапса – использование современных селекционных достижений. Правильное применение результатов генетики и селекции может стать важным шагом на пути к повышению его урожайности и эффективности использования азота и других элементов питания [16–17; 19–21].

По данным исследований, проведенных в Германии, по оценке влияния азотных удобрений на урожайность 30 гибридов озимого рапса была отмечена лишь небольшая разница в урожайности маслосемян между высоким и низким уровнем применения азотных удобрений [20].

В более поздних исследованиях R. Hnilička и J. Škeřík (2020 г.) установлена ведущая роль достижений селекции рапса в повышении эффективности использования элементов питания и в первую очередь азота [22]. Согласно проведенным расчетам на основании результатов исследований Ассоциации производителей и переработчиков масличных культур Чехии, современные гибриды озимого рапса с устойчивостью к вирусу пожелтения турнепса (TuYV) используют для формирования единицы урожая на 7–8 кг д. в. азота меньше, чем обычные сорта рапса и на 2–3 кг д. в. в сравнении с гибридами без устойчивости к указанному вирусу (рис. 2).

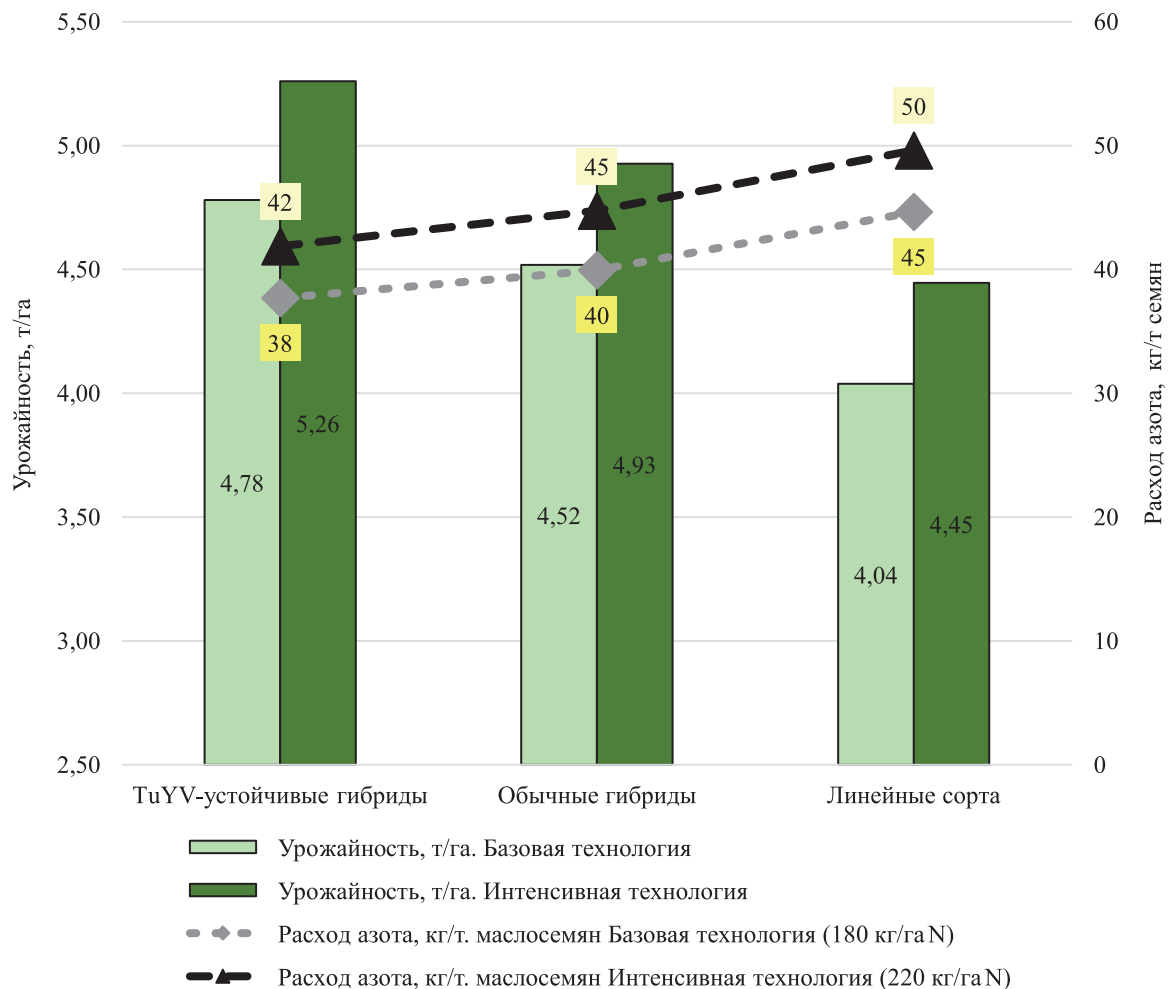


Рис. 2. Эффективность применения азотных удобрений на сортах и гибридах озимого рапса

Fig. 2. Efficiency of using nitrogen fertilizers on varieties and hybrids of winter oilseed rape

На основании данных результатов исследований экономия около 7–8 кг/га д. в. азота позволит снизить затраты при производстве маслосемян рапса на 17,2–19,6 бел. руб. на 1 га в денежном выражении по ценам на 01.11.2024 г.

Эти данные указывают, что с помощью современных методов селекции можно достигнуть не только устойчивости к болезни, но и на фоне этого снизить использование азотных удобрений и тем самым не потерять в продуктивности, а даже наоборот – увеличить ее и при этом снизить нагрузку на окружающую среду.

В последние годы наблюдается тенденция расширения посевных площадей под гибридами рапса, так как они обладают более интенсивным ростом и развитием, образуют больше стручков на растении, формируют более высокую урожайность зеленой массы и семян. Гибриды рапса характеризуются более высокими темпами роста и развития надземной массы растений и корневой системы на протяжении всего периода осенней вегетации, что позволяет им достичь оптимальных параметров развития растений за более короткий период времени и при меньшей сумме эффективных температур. При поздних сроках получения всходов культуры данная биологическая особенность позволяет гибридам сформировать потенциально более продуктивные и устойчивые к неблагоприятным условиям зимнего периода растения. Урожайность семян гибридов рапса, как правило, превышает урожайность сортов на 15% [23–24], а в условиях сельскохозяйственной организации СХФ «Красный май» ОАО «Минский завод игристых вин» Пуховичского р-на урожайность гибридов по сравнению с сортом была выше на 28–44 % [25], что в свою очередь в несколько раз окупает затраты на семена гибридов.

Использование гибридов рапса с устойчивостью к вредным патогенам является наиболее экономически выгодным и экологически безопасным способом увеличения производства маслосемян. Так, в исследованиях, проведенных в условиях Великобритании, потери урожая при возделывании гибридов рапса с устойчивостью к возбудителю *Leptosphaeria maculans* в среднем составили 3,0–5,9 ц/га, а гибридов без данной устойчивости – 3,9–7,9 ц/га, то есть на 0,9–2,0 ц/га выше [27]. Более поздними исследованиями 2017–2020 гг. James A. Fortune с соавторами [28], а также О. А. Сердюк, Л. А. Горловой (2020–2022 гг.) [26] установлено, что использование гибридов с повышенной устойчивостью к болезням при слабом или среднем уровне развития возбудителя *Leptosphaeria maculans* экономически и экологически более целесообразно, так как не требует применения триазольных фунгицидов, что снижает нагрузку на окружающую среду за счет полного отказа от применения средств защиты растений. Гибриды с устойчивостью к болезням также смягчают последствия изменения климата, увеличивают продуктивность рапса на единицу внесенных азотных удобрений, уменьшая при этом выбросы парниковых газов в атмосферу [27].

Серьезную угрозу для производства рапса в условиях изменения климата в сторону потепления представляют вирусные заболевания. Так, по оценкам специалистов, вирус пожелтения турнепса (TuYV – основное вирусное заболевание рапса) [29], вызывающий пожелтение, карликовость, покраснение листьев, межжилковый хлороз и задержку роста, может привести к значительным потерям урожая – от 11 до 46 % [30–32]. На сегодняшний день TuYV – одна из основных причин, по которой культура рапса не достигает своего генетического потенциала урожайности. Следует отметить, что в последние годы стали все чаще фиксироваться случаи развития данного заболевания в посевах озимого рапса на территории Беларуси. Важным способом защиты от болезни является применение инсектицидов с целью борьбы против основных переносчиков возбудителя болезни: различных видов тли и других сосущих вредителей, что в свою очередь приводит к увеличению применения средств защиты растений и является экологически небезопасным, повышая расходы на производство маслосемян и снижая при этом экономическую эффективность возделывания культуры. Все это актуализирует использование гибридов рапса с устойчивостью к вирусу пожелтения турнепса в наших условиях, поскольку является основной наиболее действенной, экологически целесообразной и экономически оправданной мерой [29–30; 33–34].

Проведенный анализ урожайности рапса в условиях Беларуси за 2019–2023 гг. в зависимости от удельного веса гибридов в структуре посевных площадей показывает достоверную корреляционную связь ($R^2 = 0,9189$) роста продуктивности рапса с увеличением доли гибридов, используемых для посева (рис. 3).

Так, с ростом использования высокопродуктивных гибридов рапса с 24 % в 2019 г. до 49 % в 2023 г. отмечен линейный рост его урожайности с 16,8 ц/га до 23,1 ц/га соответственно, что также способствовало увеличению производства маслосемян на 321 тыс. т к 2023 г.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что увеличить валовый сбор маслосемян рапса в дальнейшем в условиях Беларуси возможно в основном интенсивным путем. Так, по данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии», в республике площадь почв, пригодных для возделывания озимого и ярового рапса, составляет до 2100 тыс. га – 41,9 % от общей площади пахотных земель [35]. С учетом требований севооборота (на одно и то же место рапс можно возвращать не ранее чем через 3–4 года) и пригодности пахотных почв можно ежегодно использовать под посевы озимого и ярового рапса 420–525 тыс. га пашни (доля в структуре посевных площадей 8,4–10,5 %). В сельскохозяйственных организациях республики уровень освоения посевных площадей в 2023 г. составил 495 тыс. га, а доля рапса в структуре посевных площадей – 8,6 %, что свидетельствует об отсутствии возможности увеличить производство маслосемян за счет расширения посевных площадей. При этом ежегодная пригодная площадь пашни для возделывания рапса (озимого, ярового) в большинстве регионов Гомельской, Брестской,

Гродненской и Минской областей полностью освоена. Имеется возможность освоения пригодных почв для его выращивания лишь в Могилевской и Витебской областях. Эти регионы располагают наибольшим удельным весом (44,6–53,2 %) пригодных почв для возделывания рапса [36], но не в состоянии их освоить. Это связано с недостаточным количеством площадей рано убираемых предшественников для увеличения ежегодной посевной площади озимого рапса, а также более поздняя их уборка по сравнению с другими регионами, что создает высокую напряженность работ при подготовке полей для посева и вовремя его с целью осуществления работ в оптимальные сроки. Кроме того, для Витебской обл. характерна мелкоконтурность полей значительной территории, что усложняет посеять культуру в оптимальные сроки, а также избыточное переувлажнение в ранневесенний период, приводящее к гибели посевов на данных участках и тем самым исключая возможность возделывания озимого рапса.

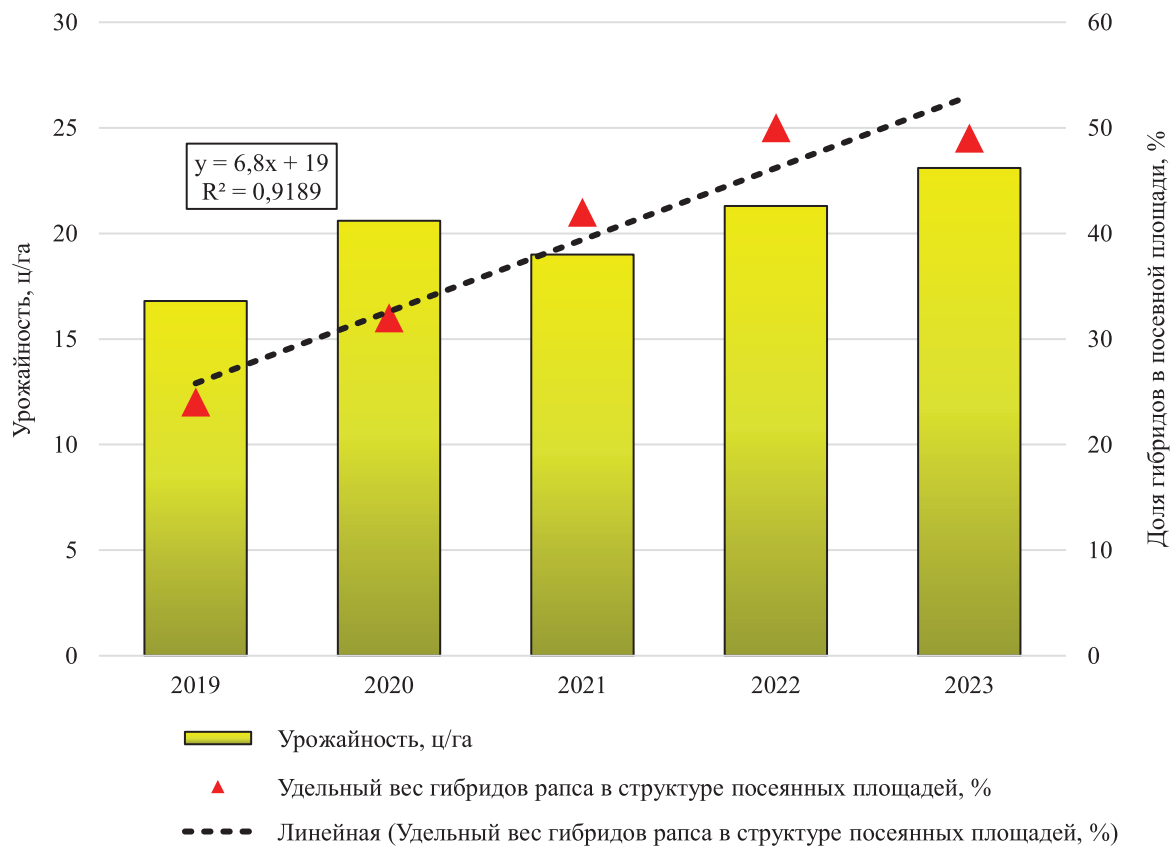


Рис. 3. Урожайность рапса в зависимости от удельного веса гибридов в структуре посевных площадей за период 2019–2023 гг.

Fig. 3. Rapeseed yield depending on the share of hybrids in the structure of sown areas for the period 2019–2023

Следует подчеркнуть, что в случае увеличения удельного веса рапса в структуре посевных площадей повысятся риски инфекционной нагрузки в севообороте, что в конечном счете потребует более интенсивного применения средств защиты растений, увеличит, соответственно, себестоимость производства, а также риски загрязнения окружающей среды из-за более частого использования пестицидов.

Наращивание валового сбора маслосемян за счет увеличения объемов применения минеральных удобрений в изменяющихся агроклиматических условиях должно быть экономически и экологически оправданным с учетом плодородия почв и планируемой урожайности.

Преимущественным путем интенсификации возделывания озимого и ярового рапса является использование для его посева гибридов, которые характеризуются устойчивостью к основным болезням данной культуры, а также рациональным использованием элементов питания при формировании урожая. Данный прием имеет как экономический аспект, позволяющий увеличить производство маслосемян, так и экологический, снижающий интенсивность применения средств защиты растений и минеральных удобрений за счет проведения меньшего количества химобработок и более эффективного использования азота и других элементов питания.

Заключение

За пятилетний период (2019–2023 гг.) валовый сбор маслосемян рапса в Беларуси вырос на 321 тыс. т и достиг уровня 899 тыс. т за счет расширения посевных площадей до 495 тыс. га (при этом уборочная площадь составила 395 тыс. га) с удельным весом в структуре посевов 8,6 %, а также посредством увеличения объемов применения минеральных удобрений на 35 % (329 кг/га д. в. NPK) и расширением посевов под его гибридами до 49 % от общей посевной площади.

С учетом имеющихся мощностей перерабатывающих организаций Беларуси (около 2 млн т в год), в целях обеспечения населения страны пищевыми растительными жирами за счет производства отечественного рапсового масла и продуктов питания с его использованием, производства биотоплива, снабжения животноводства собственными высокобелковыми и жиросодержащими кормами в виде рапсового жмыха и шрота, а также увеличения экспорта растительных жиров необходимо наращивание производства маслосемян интенсивным путем. Главным образом, посредством более широкого использования под посевы озимого и ярового рапса высокопродуктивных, устойчивых к болезням, растрескиванию стручков, высокоадаптированных к изменяющимся агроклиматическим условиям с высоким содержанием масла гибридов. Как указывает мировая практика, увеличение гибридов рапса в структуре посевных площадей предполагает снижение нагрузки на окружающую среду за счет сокращения применения средств защиты растений ввиду устойчивости гибридов к основным болезням, а также более эффективного использования элементов питания на формирование единицы урожая.

Библиографические ссылки

1. Пиллюк ЯЭ. *Рапс в Беларуси: биология, селекция и технология возделывания*. Минск: Бизнесофсет; 2007. 240 с.
2. Пестис МВ. Состояние и пути повышения эффективности производства рапса в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь. *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы*. 2018;43:215–221.
3. Дегтярев ИИ, Бондарович ЛА. *Организационно-экономические основы функционирования рапсoproдуктового подкомплекса АПК*. Гродно: ГГАУ; 2015. 153 с.
4. Оганезов ИА, Ловкис ЛК. Современное состояние, тенденции и перспективы развития рынка рапсового масла и основных продуктов его переработки. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2024;2(64):13–22.
5. Старостина Л, Трофимов А. Масличное золото. Особенности возделывания и переработки рапса. *Агротехника и технологии*. 2022;1:17–28.
6. Радченко Н, Соколовская Е. Переработка рапса в Республике Беларусь: анализ тенденций и стратегические ориентиры развития. *Аграрная экономика*. 2018;1(272):47–55.
7. Barlog P, Grzebisz W. Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). I. Growth dynamics and seed yield. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2004;190:305–313. DOI: 10.1111/j.1439-037X.2004.00108.x.
8. Henke J, Breustedt G, Sieling K. Impact of uncertainty on the optimum nitrogen fertilization rate and agronomic, ecological and economic factors in an oilseed rape based crop rotation. *Journal of Agricultural Science*. 2007;145:455–468. DOI: 10.1017/S0021859607007204.
9. Sieling K, Kage H. Efficient N management using winter oilseed rape. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2010;30:271–279.
10. Лапа ВВ, Цыбулько НН, Рак МВ. *Справочник агрохимика*. Минск: ИВЦ Минфина; 2021. 260 с.
11. *Сельское хозяйство Республики Беларусь. Национальный статистический комитет Республики Беларусь*. Минск: РУП «Информационно-вычислительный центр Национального статистического комитета Республики Беларусь»; 2023. 36 с.
12. *Результаты испытания сортов сельскохозяйственных растений на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2019–2021 годы. В 3 ч. Ч. 2. Картофель, овощные, плодовые и ягодные, рапс озимый и яровой, соя, подсолнечник, лен-долгунец и лен масличный*. Минск: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений; 2022. 183 с.
13. *Результаты испытания сортов сельскохозяйственных растений на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2021–2023 годы. В 3 ч. Ч. 2. Картофель, овощные, плодовые и ягодные, рапс озимый и яровой, соя, подсолнечник, лен-долгунец и лен масличный*. Минск: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений; 2024. 141 с.
14. Лапа ВВ, Емельянова ВН, Леонов ФН. *Система применения удобрений*. Гродно: ГГАУ; 2011. 418 с.
15. Malagoli P, Laine P, Rossato L. Dynamics of nitrogen uptake and mobilization in field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus*) from stem extension to harvest: I. Global N flows between vegetative and reproductive tissues in relation to leaf fall and their residual N. *Annals of Botany*. 2005;95(5):853–861. DOI: 10.1093/aob/mci091.
16. Bouchet AS, Laperche A, Bissuel-Belaygue C. Nitrogen use efficiency in rapeseed. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2016;36:1–20. DOI: 10.1007/s13593-016-0371-0.
17. Stahl A, Vollrath P, Samans B. Effect of breeding on nitrogen use efficiency-associated traits in oilseed rape. *Journal of Experimental Botany*. 2019;70(6):1969–1986. DOI: 10.1093/jxb/erz044.
18. Rutkowska A. Productivity of winter oilseed rape depending on its nitrogen and water use efficiency. *Polish Journal of Agronomy*. 2019;39:10–15. DOI: 10.26114/pja.iung.403.2019.39.02.
19. Berry PM, Spink J, Foulkes MJ. The physiological basis of genotypic differences in nitrogen use efficiency in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Research*. 2010;119:365–373. DOI: 10.1016/j.fcr.2010.08.004.
20. Stahl A, Pfeifer M, Frisch M. Recent genetic gains in nitrogen use efficiency in oilseed rape. *Frontiers in Plant Science*. 2017;8:963. DOI: 10.3389/fpls.2017.00963.
21. Miersch S. Nitrogen efficiency in semi-dwarf and normal hybrids of oilseed rape [dissertation] [Internet, cited 2025 February 1] Göttingen; 2014. 112 p. Available from: <https://d-nb.info/1072820323/34>.

22. Hnilička R, Škeřík J. Výsledky pokusu SPZO v sezóně 2019/20. *Výhodnocovací sborník*. 2020;37:136 p.
23. Клочкова ОС, Соломко ОБ. Сравнительная оценка сорта и гибрида ярового рапса при различных фонах азотного питания и нормах высева. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014;1:54–59.
24. Горлов СЛ, Горлова ЛА, Бочкарева ЭБ. Результаты испытания сортов и гибридов рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. 2015;1(161):52–56.
25. Романцевич ДИ, Пальчик АА. Сравнительная оценка сортов и гибридов озимого рапса в условиях СХФ «Красный Май» ОАО «Минский завод игристых вин» Пуховичского района». В: Мастеров АС, редактор. *Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. Сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции*. Горки: БГСХА; 2024. с. 205–207.
26. Сердюк ОА, Горлова ЛА. Оценка гибридов рапса озимого селекции ВНИИМК на основе ЦМС на устойчивость к фомозу. В: Гостев АВ, редактор. *Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции*. Курск: Курский федеральный аграрный научный центр; 2023. с. 63–67.
27. Berry PM, Kindred DR, Paveley ND. Quantifying the effects of fungicides and disease resistance on greenhouse gas emissions associated with wheat production. *Plant Pathology*. 2008;57:1000–1008. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2008.01899.x.
28. Fortune JA, Qi A, Ritchie F. Effect of cultivar resistance and fungicide application on stem canker of oilseed rape (*Brassica napus*) and potential interseasonal transmission of *Leptosphaeria* spp. inoculum. *Plant Pathology*. 2021;70:2115–2124. DOI: 10.1111/ppa.13453.
29. Jones RAC, Sharman M, Trebicki P. Virus diseases of cereal and oilseed crops in Australia: Current position and future challenges. *Viruses*. 2021;13:2051. DOI: 10.3390/v13102051.
30. Jones RAC, Coutts BA, Hawkes J. Yield-limiting potential of beet western yellows virus in *Brassica napus*. *Australian Journal of Agricultural Research*. 2007;58:788–801. DOI: 10.1071/AR06391.
31. Congdon BS, Baulch JR, Coutts BA. Impact of turnip yellows virus infection on seed yield of an open-pollinated and hybrid canola cultivar when inoculated at different growth stages. *Virus Research*. 2020;277:197847. DOI: 10.1016/j.virusres.2019.197847.
32. Schroeder M. Investigations on the susceptibility of oilseed rape (*Brassica napus* L., ssp. *napus*) to different virus diseases. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 1994;101:567–589.
33. Graichen K, Schliephake E. Infestation of winter oilseed rape by turnip yellows luteovirus and its effect on yield in Germany. In: Wratten N, Salisbury PA, editors. *Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress—New Horizons for An Old Crop*. Canberra, Australia: International Consultative Group for Rapeseed Research; 1999. p. 131–136.
34. Walsh JA, Perrin RM, Miller A. Studies on beet western yellows virus in winter oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) and the effect of insecticidal treatment on its spread. *Crop. Protection*. 1989;8:137–143. DOI: 10.1016/0261-2194(89)90090-2.
35. Лапа ВВ, Цыtron ГС, Шибут ЛИ. *Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур*. Минск: РУП «Институт почвоведения и агрохимии»; 2011. 63 с.
36. Азаренок ТН, Шашко ЮК, Матыченкова ОВ. *Методика формирования посевных площадей для возделывания сельскохозяйственных культур в изменяющихся агроклиматических условиях для обеспечения экологически безопасного и ресурсосберегающего землепользования*. Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси; 2024. 64 с.

References

1. Piljuk JaJe. *Raps v Belarusi: biologija, selekcija i tehnologija vzdelyvanija* [Rapeseed in Belarus: biology, selection and cultivation technology]. Minsk: Biznesofset, 2007. 240 p. Russian
2. Pestis MV. Status and ways to improve the efficiency of rapeseed production in agricultural organizations of the Republic of Belarus. *Sel'skoe hozjajstvo – problemy i perspektivy* [Agriculture – problems and prospects]. 2018;43:215–221. Russian
3. Degtjarevich II, Bondarovich LA. *Organizacionno-jekonomicheskie osnovy funkcionirovanija rapsoproduktovogo podkompleksa APK* [Organizational and economic foundations of the functioning of the rapeseed product subcomplex of the agro-industrial complex]. Grodno: GGAU, 2015. 153 p. Russian
4. Oganezov IA, Lovkis LK. Current state, trends and prospects for the development of the rapeseed oil market and the main products of its processing. *Pishhevaia promyshlennost': nauka i tehnologii* [Food industry: science and technology]. 2024;2(64):13–22. Russian
5. Starostina L, Trofimov A. Oilseed gold. Features of rapeseed cultivation and processing. *Agrotehnika i tehnologii* [Agricultural machinery and technologies]. 2022;1:17–28. Russian
6. Radchenko N, Sokolovskaja E. Rapeseed processing in the Republic of Belarus: analysis of trends and strategic development guidelines. *Agrarnaja jekonomika* [Agricultural economy]. 2018;1(272):47–55. Russian
7. Barlog P, Grzebisz W. Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). I. Growth dynamics and seed yield. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2004;190:305–313. DOI: 10.1111/j.1439-037X.2004.00108.x.
8. Henke J, Breustedt G, Sieling K. Impact of uncertainty on the optimum nitrogen fertilization rate and agronomic, ecological and economic factors in an oilseed rape based crop rotation. *Journal of Agricultural Science*. 2007;145:455–468. DOI: 10.1017/S0021859607007204.
9. Sieling K, Kage H. Efficient N management using winter oilseed rape. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2010;30:271–279.
10. Лапа ВВ, Цыбулько НН, Рак МВ. *Справочник агрохимика* [Agrochemist's Handbook]. Минск: IVC Minfina. 2021. 260 p. Russian
11. *Sel'skoe hozjajstvo Respubliki Belarus'* [Agriculture of the Republic of Belarus]. *Nacional'nyj statisticheskij komitet Respubliki Belarus'*. Minsk: RUP «Informacionno-vychislitel'nyj centr Nacional'nogo statisticheskogo komiteta Respubliki Belarus'», 2023. 36 p. Russian
12. *Rezultaty ispytaniya sortov sel'skohozjajstvennykh rastenij na hozjajstvennuju poleznost' v Respublike Belarus' za 2019–2021 gody. V 3 chastiah. Chast 2. Kartofel', ovoshhnye, plodovye i jagodnye, raps ozimyy i jarovoj, soja, podsolnechnik, len-dolgunc i len maslichnyj* [Results of testing agricultural plant varieties for economic usefulness in the Republic of Belarus for 2019–2021. In 3 parts. Part 2. Potatoes, vegetables, fruits and berries, winter and spring rape, soybeans, sunflower, flax and oil flax]. Минск: Ministerstvo sel'skogo khozjajstva i prodovol'stvija Respubliki Belarus', Gosudarstvennaja inspekcija po ispytaniyu i ohrane sortov rastenij; 2022. 183 p. Russian.

13. Rezul'taty ispytaniya sortov sel'skhozajstvennykh rasteniy na hozhajstvennuju poleznost' v Respublike Belarus' za 2021–2023 gody. V 3 chastyah. Chast 2. Kartofel', ovoshhnye, plodovye i jagodnye, raps ozimyy i jarovoy, soja, podsolnechnik, len-dolgumec i len maslichnyy [Results of testing agricultural plant varieties for economic usefulness in the Republic of Belarus for 2021–2023. In 3 parts. Part 2. Potatoes, vegetables, fruits and berries, winter and spring rape, soybeans, sunflower, fiber flax and oil flax]. Minsk: Ministerstvo sel'skogo khozajstva i prodovol'stviya Respubliki Belarus', Gosudarstvennaya inspekciya po ispytaniyu i ohrane sortov rasteniy; 2024. 141 p. Russian
14. Lapa VV, Emel'janova VN, Leonov FN. *Sistema primeneniya udobrenij* [Fertilizer application system]. Grodno: GGAU; 2011. 418 p. Russian
15. Malagoli P, Laine P, Rossato L. Dynamics of nitrogen uptake and mobilization in field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus*) from stem extension to harvest: I. Global N flows between vegetative and reproductive tissues in relation to leaf fall and their residual N. *Annals of Botany*. 2005;95(5):853–861. DOI: 10.1093/aob/mci091.
16. Bouchet AS, Laperche A, Bissuel-Belaygue C. Nitrogen use efficiency in rapeseed. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2016;36:1–20. DOI: 10.1007/s13593-016-0371-0.
17. Stahl A, Vollrath P, Samans B. Effect of breeding on nitrogen use efficiency-associated traits in oilseed rape. *Journal of Experimental Botany*. 2019;70(6):1969–1986. DOI: 10.1093/jxb/erz044.
18. Rutkowska A. Productivity of winter oilseed rape depending on its nitrogen and water use efficiency. *Polish Journal of Agronomy*. 2019;39:10–15. DOI: 10.26114/pja.iung.403.2019.39.02.
19. Berry PM, Spink J, Foulkes MJ. The physiological basis of genotypic differences in nitrogen use efficiency in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Research*. 2010;119:365–373. DOI: 10.1016/j.fcr.2010.08.004.
20. Stahl A, Pfeifer M, Frisch M. Recent genetic gains in nitrogen use efficiency in oilseed rape. *Frontiers in Plant Science*. 2017;8:963. DOI: 10.3389/fpls.2017.00963.
21. Miersch S. Nitrogen efficiency in semi-dwarf and normal hybrids of oilseed rape [dissertation] [Internet, cited 2025 February 1] Göttingen; 2014. 112 p. Available from: <https://d-nb.info/1072820323/34>.
22. Hnilička R, Škeřík J. Vysledky pokusu SPZO v sezone 2019/20. *Vyhodnocovací sborník* [Evaluation report]. 2020;37:136 p. Czech.
23. Klochkova OS, Solomko OB. Comparative evaluation of spring rapeseed varieties and hybrids under different nitrogen nutrition backgrounds and seeding rates. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skhozajstvennoy akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy]. 2014;1:54–59. Russian
24. Gorlov SL, Gorlova LA, Bochkareva JeB. Results of testing winter rapeseed varieties and hybrids under the conditions of the central zone of Krasnodar Krai. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij bjulleten' VNIIMK* [Oilseeds. Scientific and technical bulletin of VNIIMK]. 2015;1(161):52–56. Russian
25. Romancevich DI, Pal'chik AA. Comparative evaluation of winter rapeseed varieties and hybrids under the conditions of the Krasnyy May Agricultural Factory of the Minsk Sparkling Wines Plant of Pukhovich District. In: Masterov AS, editor. *Tehnologicheskie aspekty vozdeleyvaniya sel'skhozajstvennykh kul'tur. Sbornik statej XXIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii* [Technological aspects of cultivation of agricultural crops. Collection of articles of the XXIII International scientific and practical conference]. Gorki. 2024. p. 205–207. Russian
26. Serdjuk OA, Gorlova LA. Evaluation of winter rape hybrids of VNIIMK selection based on CMS for resistance to phomosis. In: Gostev AS, editor. *Problemy i perspektivy nauchno-innovacionnogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa regionov* [Problems and Prospects of Scientific and Innovative Support of the Agro-Industrial Complex of the Regions. Collection of Materials of the V International Scientific and Practical Conference]. Kursk: Kurskiy federalnyy agrarnyy nauchnyy tsentr; 2023. p. 63–67. Russian
27. Berry PM, Kindred DR, Paveley ND. Quantifying the effects of fungicides and disease resistance on greenhouse gas emissions associated with wheat production. *Plant Pathology*. 2008;57:1000–1008. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2008.01899.x.
28. Fortune JA, Qi A, Ritchie F. Effect of cultivar resistance and fungicide application on stem canker of oilseed rape (*Brassica napus*) and potential interseasonal transmission of *Leptosphaeria* spp. inoculum. *Plant Pathology*. 2021;70:2115–2124. DOI: 10.1111/ppa.13453.
29. Jones RAC, Sharman M, Trebicki P. Virus diseases of cereal and oilseed crops in Australia: Current position and future challenges. *Viruses*. 2021;13:2051. DOI: 10.3390/v13102051.
30. Jones RAC, Coutts BA, Hawkes J. Yield-limiting potential of beet western yellows virus in *Brassica napus*. *Australian Journal of Agricultural Research*. 2007;58:788–801. DOI: 10.1071/AR06391.
31. Congdon BS, Baulch JR, Coutts BA. Impact of turnip yellows virus infection on seed yield of an open-pollinated and hybrid canola cultivar when inoculated at different growth stages. *Virus Research*. 2020;277:197847. DOI: 10.1016/j.virusres.2019.197847.
32. Schroeder M. Investigations on the susceptibility of oilseed rape (*Brassica napus* L., ssp. *napus*) to different virus diseases. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 1994;101:567–589.
33. Graichen K, Schliephake E. Infestation of winter oilseed rape by turnip yellows luteovirus and its effect on yield in Germany. In: Wratten N, Salisbury PA, editors. *Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress—New Horizons for An Old Crop*. Canberra, Australia: International Consultative Group for Rapeseed Research; 1999. p. 131–136.
34. Walsh JA, Perrin RM, Miller A. Studies on beet western yellows virus in winter oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) and the effect of insecticidal treatment on its spread. *Crop. Protection*. 1989;8:137–143. DOI: 10.1016/0261-2194(89)90090-2.
35. Lapa VV, Cytron GS, Shibus LI. *Prigodnost' pochv Respubliki Belarus' dlja vozdeleyvaniya otidel'nykh sel'skhozajstvennykh kul'tur* [Suitability of soils of the Republic of Belarus for cultivation of individual agricultural crops]. Minsk: RUP «Institut pochvovedeniya i agrohimiya», 2011. 63 p. Russian.
36. Azarenok TN, Shashko JuK, Matychenkova OV. *Metodika formirovaniya posevnykh ploshhadej dlja vozdeleyvaniya sel'skhozajstvennykh kul'tur v izmenyayushhihsya agroklimaticheskikh usloviyakh dlja obespecheniya jekologicheskoi bezopasnosti i resursosoberegajushhego zemlepol'zovaniya* [Methodology for the formation of sown areas for cultivation of agricultural crops in changing agroclimatic conditions to ensure environmentally safe and resource-saving land use]. Minsk: Institut sistemnykh issledovaniy v APK NAN Belarusi, 2024. 64 p. Russian.

Статья поступила в редакцию 17.02.2025.
Received by editorial board 17.02.2025.