

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ И СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ В СЕЛЕКЦИИ РАПСА (*BRASSICA NAPUS*) ВО ВНИИМК

DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-126-131

УДК 631.52:633.853.494

Поступление/Received: 16.03.2019

Принято/Accepted: 29.11.2019

Л. А. ГОРЛОВА\*, Э. Б. БОЧКАРЕВА,  
Е. А. СТРЕЛЬНИКОВ, В. В. СЕРДЮК

Федеральный научный центр  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
масличных культур имени В.С. Пустовойта  
350038 Россия, г. Краснодар, ул. Филатова, 17;  
✉ raps@vniimk.ru

THE USE OF CLASSICAL AND MODERN METHODS IN  
RAPESEED (*BRASSICA NAPUS*) BREEDING AT VNIIMKL. A. GORLOVA\*, E. B. BOCHKARYOVA,  
E. A. STRELNIKOV, V. V. SERDYUK

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute  
of Oil Crops (VNIIMK),  
17 Filatova St., Krasnodar 350038, Russia;  
✉ raps@vniimk.ru

**Введение.** Рапс относится к факультативным самоопылителям, процент перекрестного опыления составляет 10–50%, поэтому в селекции этой культуры используют как методы линейной, так и популяционной селекции, а также методы для селекции гибридов и все инновационные методы исследований. **Материал и методы.** Основные методы создания исходного материала и в конечном итоге сортов во Всероссийском научно-исследовательском институте масличных культур имени В. С. Пустовойта» (ФНЦ ВНИИМК) – это метод педигри (индивидуальные отборы из внутривидовых, межвидовых гибридных популяций в совокупности синбридингом). Физический и химический мутагенез также используется в селекции рапса во ВНИИМК. С помощью обработки семян рапса гамма-лучами в различных дозах (50, 100 и 150 кр) получен материал с желтой окраской семенной оболочки. Обработка семян химическими мутагенами направлена в первую очередь на изменения в жирнокислотном составе масла. **Результаты.** Селекционные достижения по рапсу озимому и яровому, которые ВНИИМК зарегистрировал в Госреестре селекционных достижений РФ за последние 15 лет, представлены высокопродуктивными линейными сортами с урожайностью семян 4–5 т/га у озимого рапса и 2–3 т/га у ярового. Получены перспективные экспериментальные межлинейные гибриды, существенно превышающие сорт-стандарт 'Лорис' по урожайности семян (1,61–2,26 т/га). Выделены желтосемянные линии, превысившие черносеманный сорт-стандарт 'Таврион' по урожайности семян на 0,08–0,15 т/га. Создан материал с уровнем олеиновой кислоты 78,9–80,5%.

**Ключевые слова:** метод педигри, внутривидовая гибридизация, межвидовая гибридизация, инбридинг, мутагенез, ди гаплоиды, урожайность, олеиновая кислота, желтосемянность.

**Introduction.** Rapeseed is a facultative autogamous plant; its percentage of cross-pollination is 10–50%, so rapeseed breeding engages the line and population breeding methods as well as the development of hybrids and all innovative research approaches. **Material and methods.** Among the main techniques used for the development of parent material and, eventually, cultivars at the Pustovoit Institute (VNIIMK) is the pedigree method (individual selection from intraspecific and interspecific hybrid populations, combined with inbreeding). Physical and chemical mutagenesis is also employed in rapeseed breeding at VNIIMK. The material with yellow-colored seed coat has been obtained by exposing rapeseed seeds to various doses of gamma rays (50, 100 and 150 kR). Seed treatment with chemical mutagens is primarily aimed at changing the fatty acid composition of oil. **Results.** Breeding achievements for winter and spring rapeseed, registered by VNIIMK in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation over the past 15 years, are highly productive line cultivars with a seed yield of 4–5 t/ha for winter rapeseed, and 2–3 t/ha for spring rapeseed. Promising experimental interline hybrids, significantly exceeding the reference in seed yield (by 1.61–2.26 t/ha), have been developed. Yellow-seeded lines, which exceed the black-seeded reference cv. 'Tavrion' in seed yield by 0.08–0.15 t/ha, have been selected. We developed the material with an oleic acid level of 78.9–80.5%.

**Key words:** pedigree method, intraspecific hybridization, interspecific hybridization, inbreeding, mutagenesis, dihaploids, productivity, oleic acid, yellow seed.

## Введение

Преобладающей масличной культурой в умеренных регионах Азии, Европы и Северной Америки является рапс (Спраг, 2012). В связи с ростом использования семян рапса для технических и энергетических целей, производство его сильно возросло. Двукратное увеличение валовых сборов рапса в мире за последние 10 лет (72,4 млн т) подтверждает растущий интерес к культуре в современном сельскохозяйственном производстве.

Увеличение производственных мощностей в РФ и растущий спрос на рапсовое сырье в Европе и Китае способствует увеличению посевных площадей под рапсом в нашей стране. За 10 лет они выросли с 680 до 1600 тыс. га.

Из отечественных научных учреждений, имеющих селекционные программы по рапсу, лидируют ВНИИ рапса, ВНИИ масличных культур и ВНИИ кормов. В селекции рапса российские НИУ применяют традиционные схемы и методы селекции, аналогичные для мно-

гих культур. Выбор обусловлен направлениями селекционных исследований (Goncharov, Gorlova, 2018a).

Селекционные исследования по рапсу в России начаты во Всероссийском научно-исследовательском институте имени В.С. Пустовойта (ВНИИМК) в 70-х годах прошлого века. Первоначально была оценена мировая коллекция ВИР. Методом отбора из коллекционных образцов и сортов-популяций были получены первые отечественные сорта озимого и ярового рапса типа «0» и «00». С помощью классических селекционных методов были кардинально изменены качественные характеристики рапса (Lucomets et al., 2012).

На сегодняшний день главная цель в селекции рапса – повышение урожайности семян за счет повышения индекса урожайности, увеличения количества стручков на растении, крупности семян и т. д., а также повышение масличности и содержания белка в семенах. В этой связи имеют значение зимостойкость, скороспелость, засухоустойчивость, устойчивость к полеганию. Растущее значение приобретает селекция на устойчивость к болезням (при коротких севооборотах). Селекция на качество также актуальна, поскольку является запросом конечных потребителей и перерабатывающей промышленности.

Рапс относится к факультативным самоопылителям, процент перекрестного опыления составляет 10–50%. Селекция видов со смешанным типом опыления особенно интересна, так как часто приходится выбирать между несколькими селекционными категориями. Для культур со смешанным опылением отсутствуют специальные селекционные методы, поэтому используют как методы линейной, так и популяционной селекции, а также методы для селекции гибридов и все инновационные методы исследований.

Создание гибридов позволяет повысить урожайность, экологическую устойчивость, возможность оперативной интродукции нового целевого признака и т. д., но также важно и то, что селекционные учреждения тем самым реализуют механизм возврата средств, вкладываемых в селекцию. Поэтому зарубежные селекционные учреждения занимаются созданием и регистрацией в основном гибридов. Их стратегия – разработка эффективных гибридных систем и производство гибридных семян в наиболее благоприятных условиях (Goncharov, Gorlova, 2018b).

Для решения многих вопросов в селекции рапса в мире широко используется метод культуры изолированных клеток, тканей и органов растений *in vitro*. Применение биотехнологических методов увеличивает эффективность селекционных программ, сокращает продолжительность и стоимость создания селекционного материала. Эмбриогенная способность рапса достаточно высока, поэтому уже достаточно давно методы изолированных пыльников, семязачатков и микроспор используют в получении гомозиготных дигаметоидных линий, в первую очередь для гетерозисной селекции и материала, устойчивого к болезням.

Селекционная программа по рапсу во ВНИИМК основывается на классических и современных методах селекции, генетики и биотехнологии. Работа селекционеров ВНИИМК направлена на создание сортов (линейных) и гибридов, оптимизацию жирнокислотного состава масла, повышение уровня олеиновой и снижение линоленовой кислоты; снижение содержания клетчатки для лучшего переваривания корма; уменьшение количества хлорофиллов для сокращения затрат на ос-

ветление и очистку масла на маслоперерабатывающих предприятиях и т. д.

### Материал и методы

Основные методы создания исходного материала и в конечном итоге сортов во ВНИИМК – это метод педигри (индивидуальные отборы из внутривидовых, межвидовых гибридных популяций в совокупности с инбридингом). Этот метод позволяет оценить генетический потенциал многих хозяйственно ценных признаков отдельного растения по потомству. Физический и химический мутагенез также используется в селекции рапса во ВНИИМК. С помощью обработки семян рапса гамма-лучами в различных дозах (50, 100 и 150 кр) получен материал с желтой окраской семенной оболочки (Bochkareva et al., 1991). Обработка семян химическими мутагенами с использованием нитроэтилмочевины (НЭМ), нитрозометилмочевины (НММ) и диметилсульфата (ДМС) в различных концентрациях направлена в первую очередь на изменения в жирнокислотном составе масла (Gorlova et al., 2017).

Исследования проведены на полях ВНИИМК в Краснодаре. При создании линейных сортов рапса схема селекционного процесса состоит из семи звеньев и включает гибридный питомник, питомник оценки гибридов, питомник отбора в расщепляющихся комбинациях, два года оценки в селекционном питомнике. Один или два года материал проходит оценку в контрольном питомнике, затем предварительное и конкурсное испытание. Определение масличности семян, содержания глюкозинолатов в семенах и жирнокислотного состава масла начинается уже при отборе во втором поколении гибридов. К оценке на устойчивость к болезням и полеганию приступают в селекционном питомнике (Piven, Serdyuk, 2011). Наиболее перспективные линии проходят экологическое испытание.

В качестве исходного материала для создания линий – восстановителей фертильности использовали донор гена *Rf* – линию, полученную по контракту с Национальным институтом сельскохозяйственных исследований (INRA, Франция). Для создания аналогов линий восстановителей фертильности на стерильной основе использовали метод Э. Экхарда и М. И. Хаджинова (Khadzhinov, 1962). Оценка стерильных аналогов, полученных с использованием системы ЦМС Ogura и линий – восстановителей фертильности, а также экспериментальных гибридов, проводили на 4-рядковых делянках длиной 5 м (площадь делянки 7,5 м<sup>2</sup>), повторность 3-кратная.

Биохимические анализы семян выполняли с использованием ЯМР-анализатора, газового хроматографа «Хроматек-Кристалл 5000», ИК-анализатора (NIR-System 4500 и MATRIX-I) (Efimenko et al., 2015). Содержание глюкозинолатов в семенах определяли на фотометре КФК-2. С целью интенсификации селекционного процесса в осенне-зимний период используется фитотронно-тепличный комплекс.

### Результаты и обсуждение

У рапса как у вида со смешанным типом опыления возможно создание линейных сортов, так как растения легко самоопыляются. Биологические особенности опыления у рапса позволяют использовать самоопыление растений в селекционной практике в качестве

ве способа генетической дифференциации исходных популяций и метода создания ценного по комплексу хозяйственно полезных признаков селекционного материала.

Поэтому селекционные достижения по рапсу озимому и яровому, которые ВНИИМК зарегистрировал в Госреестре селекционных достижений РФ за последние 15 лет, представлены высокопродуктивными линейными сортами (табл. 1, 2). Сорта характеризуются выравненностью растений, дружностью цветения и созревания, толерантностью к болезням.

За два года конкурсного испытания в условиях центральной зоны Краснодарского края сорта рапса озимого продемонстрировали урожайность в среднем 3,8–4,7 т/га, при масличности 46,8–48,2% (табл. 1).

Все линейные сорта рапса озимого селекции ВНИИМК характеризуются качеством «00» – безэруковые и низкоглюкозинолатные – и адаптированы к условиям южных регионов Российской Федерации.

Несмотря на то что рапс яровой наилучшим образом адаптирован к умеренным широтам, погодные условия юга России позволяют получать урожай на уровне 2,7–3,0 т/га (табл. 2). Сорта рапса ярового селекции ВНИИМК, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений и созданные в условиях Краснодарского края (45°с. ш.), адаптированы также и к более северным широтам. При увеличенной длине дня они имеют укороченный вегетационный период и показывают урожайность семян на уровне и выше стандартов для Центрального и Сибирского регионов.

**Таблица 1.** Характеристика линейных сортов рапса озимого в конкурсном сортоиспытании в центральной зоне Краснодарского края (ВНИИМК, 2017, 2018 г.)

**Table 1.** Characteristics of winter rapeseed line cultivars in competitive variety trials in the central zone of Krasnodar Territory (VNIIMK, 2017, 2018)

| Сорт             | Вегетационный период, сутки | Высота растений, см | Урожайность семян, т/га | Масличность семян, % | Сбор масла, т/га | Перезимовка, % |
|------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|------------------|----------------|
| Элвис            | 240                         | 156                 | 3,8                     | 48,2                 | 1,65             | 95             |
| Акцент           | 242                         | 157                 | 4,0                     | 47,5                 | 1,71             | 95             |
| Сармат           | 243                         | 147                 | 4,5                     | 47,8                 | 1,93             | 100            |
| Селегор          | 245                         | 150                 | 4,7                     | 46,8                 | 1,97             | 95             |
| Лорис (стандарт) | 243                         | 163                 | 3,9                     | 47,6                 | 1,67             | 95             |

**Таблица 2.** Характеристика линейных сортов рапса ярового в конкурсном сортоиспытании в центральной зоне Краснодарского края (ВНИИМК, 2016, 2017 г.)

**Table 2.** Characteristics of spring rapeseed line cultivars in competitive variety trials in the central zone of Krasnodar Territory (VNIIMK, 2016, 2017)

| Сорт               | Вегетационный период, сутки | Высота растений, см | Урожайность семян, т/га | Масличность семян, % | Сбор масла, т/га | Содержание глюкозинолатов, мкмоль/г |
|--------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|------------------|-------------------------------------|
| Викинг-ВНИИМК      | 79                          | 123                 | 2,8                     | 47,5                 | 1,20             | 15,0                                |
| Дуэт               | 80                          | 124                 | 2,7                     | 47,5                 | 1,15             | 14,6                                |
| Амулет             | 79                          | 126                 | 2,9                     | 47,7                 | 1,24             | 14,5                                |
| Руян               | 78                          | 122                 | 3,0                     | 47,8                 | 1,29             | 14,9                                |
| Таврион (стандарт) | 77                          | 121                 | 2,5                     | 49,1                 | 1,10             | 14,3                                |

Мировой опыт показывает, что повышения урожайности рапса можно достигнуть переходом на возделывание гибридов. Важнейший аргумент в пользу коммерциализации гибридов – лучшие условия для внебюджетного финансирования и, соответственно, быстрый возврат инвестиций в селекционные программы (Boshkayova et al., 2018). Для получения гибридов в промышленных масштабах наиболее удобным и технологичным является использование цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и генов восстановления фертильности (*Rf*).

На сегодняшний день во ВНИИМК работа по созданию самоопыленных линий и перевод лучших из них на стерильную основу ведется на базе нового перспективного селекционного материала отечественной и зарубежной селекции. Лучшие стерильные аналоги не уступают по урожайности семян сорту-стандарту 'Лорис', а некоторые линии превышают его по этому признаку. Созданы аналоги линий – восстановителей фертильности с приемлемым уровнем глюкозинолатов в семенах (13,8–17,9 мкмоль/г). Получены перспективные экспериментальные межлинейные гибриды, существенно

превышающие стандарт по урожайности семян, по сбору масла (табл. 3).

Наиболее высокую продуктивность продемонстрировали шесть гибридов, урожайность которых составила 6,29–6,91 т/га, превысив сорт-стандарт 'Лорис' на 1,61–2,26 т/га (или на 34–48%), по сбору масла – на 0,78–

1,00 т/га (или на 38–50%). Выделившиеся гибриды превысили гибриды иностранной селекции ЕС 'Меркюр' по сбору масла на 0,03–0,25 т/га. Самая высокая масличность семян отмечена у гибридов 40049 × ОРК и Оникс × ОРК 3. По массе 1000 семян выделяются гибриды 1681 × ОРК 9 и 40059 × ОРК 9.

**Таблица 3.** Хозяйственная характеристика экспериментальных гибридов озимого рапса (ВНИИМК, 2018 г.)

**Table 3.** Economic characteristics of experimental winter rapeseed hybrids (VNIIMK, 2018)

| Гибрид            | Урожайность семян |         | Масличность семян, % | Сбор масла, |         | Масса 1000 семян, г | Глюкозинолаты в семенах, мкмоль/г |
|-------------------|-------------------|---------|----------------------|-------------|---------|---------------------|-----------------------------------|
|                   | т/га              | ± к ст. |                      | т/га        | ± к ст. |                     |                                   |
| Лорис × ОРК 10    | 6,94              | + 2,26  | 47,8                 | 3,00        | + 1,00  | 4,2                 | 15,9                              |
| 1681 × ОРК 9      | 6,91              | + 2,23  | 47,1                 | 2,93        | + 0,93  | 5,0                 | 25,0                              |
| 40049 × ОРК 4     | 6,51              | + 1,83  | 48,7                 | 2,85        | + 0,85  | 4,8                 | 17,7                              |
| Оникс × ОРК 14    | 6,45              | + 1,77  | 48,2                 | 2,80        | + 0,80  | 3,9                 | 13,5                              |
| 40059 × ОРК 9     | 6,44              | + 1,76  | 48,0                 | 2,78        | + 0,78  | 4,9                 | 23,1                              |
| Оникс × ОРК 3     | 6,29              | + 1,61  | 49,2                 | 2,90        | + 0,79  | 4,4                 | 13,4                              |
| ЕС Меркюр         | 6,54              | + 1,86  | 46,8                 | 2,75        | +0,75   | 5,0                 | 21,1                              |
| Лорис (стандарт)  | 4,68              |         | 47,6                 | 2,00        |         | 4,3                 | 15,0                              |
| НСР <sub>05</sub> | 0,30              |         | 0,6                  | 0,17        |         |                     |                                   |

В результате многолетней работы по созданию желтосемянных форм рапса – скрещиваний с сурепицей, горчицей сарептской, горчицей абиссинской, обработки рапса гамма-лучами – получен и проходит оценку селекционный материал с достаточно стабильным проявлением признака желтой окраски семян.

Высокая доля семенной оболочки в массе семени («лузжистость») рапса с черной окраской семени (14–17%) при промышленной переработке мешает хорошему измельчению сырья, приводя к увеличению потерь масла и шрота. Семенная оболочка черносемянного рапса содержит красящие вещества, воскопродукты, феофитин, серу, железо и другие нежелательные компоненты, переход которых в масло ухудшает его цвет, вкус, запах и прозрачность.

Из-за повышенного содержания гемицеллюлозы, лигнина, фитина, олигосахаридов, ухудшающих перевариваемость кормов, рапсовый шрот ценится меньше, чем соевый в свиноводстве и молочном животноводстве. Создание сортов рапса с желтой окраской семени позволит решить эту проблему, так как при этом снижается содержание сырой клетчатки и ранее перечисленных нежелательных веществ (Van Deynze et al., 1993).

Выделенные в предварительном испытании желтосемянные сортообразцы 898/17, 899/17, 903/17 превысили черносемянный сорт-стандарт 'Таврион' по урожайности семян (на 0,08–0,15 т/га) и сбору масла (на 0,03–0,08 т/га) (табл. 4). Все они более (на 10–23%) устойчивы к полеганию. Доля желтых семян в данных сортообразцах составляет 80–85%. Содержание глюко-

**Таблица 4.** Продуктивность желтосемянных сортообразцов рапса ярового в питомнике предварительного испытания (ВНИИМК, 2017, 2018 г.)

**Table 4.** Productivity of yellow-seeded spring rapeseed cultivars in a preliminary trial nursery (VNIIMK, 2017, 2018)

| Сорт, сортообразец | Урожайность семян |         | Масличность семян |         | Сбор масла |         | Содержание глюкозинолатов, мкмоль/г |
|--------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|------------|---------|-------------------------------------|
|                    | т/га              | ± к ст. | %                 | ± к ст. | т/га       | ± к ст. |                                     |
| 898/17             | 2,15              | +0,15   | 46,2              | +1,4    | 0,89       | +0,08   | 15,1                                |
| 899/17             | 2,14              | +0,14   | 46,3              | +1,5    | 0,89       | +0,08   | 15,9                                |
| 903/17             | 2,08              | +0,08   | 44,9              | +0,1    | 0,84       | +0,03   | 16,0                                |
| Таврион (стандарт) | 2,00              | –       | 44,8              | –       | 0,81       | –       | 14,6                                |

зинолатов у лучших желтосемянных образцов варьирует от 15,1 до 16,0 мкмоль/г (см. табл. 4).

Обработка семян химическими мутагенами направлена в первую очередь на изменения в жирнокислотном составе масла. Рапсовое (канольное) масло с высоким содержанием олеиновой кислоты (> 70%) и низким – линоленовой (< 3%) кислоты – HOLL (High Oleic Low Linolenic) относится к наиболее полезным типам масел, использование которых позволяет максимально снизить содержание трансжиров в продуктах, повысить их питательную ценность, увеличить сроки хранения без потери вкусовых качеств.

Во ВНИИМК для увеличения наследственной изменчивости применен индуцированный мутагенез. Обработка семян сорта 'Викинг-ВНИИМК' НЭМ в концентрации 0,25% с последующим самоопылением привело к выделению растений без видимых морфологических изменений, в масле которых содержалось от 72 до 78%

олеиновой кислоты. Результатом десятилетней работы стало создание первого отечественного высокоолеинового сорта 'Амулет' (Gorlov et al., 2015). Отличительной особенностью этого сорта от ранее созданных является высокое содержание олеиновой кислоты в масле, которое в среднем за три года конкурсного испытания составило 77,5% против 67,3% у стандарта и 68,7% – у сорта 'Викинг-ВНИИМК'.

За последние годы создан селекционный материал суровнем олеиновой кислоты 78,9–80,5%, что выше чем у высокоолеинового сорта-стандарта 'Амулет' на 1,4–3,0%. Содержание линоленовой кислоты варьирует от 2,8 до 3,9%. Урожайность семян выделенных линий выше в сравнении с сортом 'Амулет' на 0,08–0,38 т/га (табл. 5). Такой жирнокислотный состав рапсового масла влияет на величину индукционного периода окисления и приводит к повышению оксидативной стабильности в 2,5 раза.

**Таблица 5. Характеристика лучших высокоолеиновых линий рапса ярового в предварительном испытании (ВНИИМК, 2017, 2018 г.)**

**Table 5. Characteristics of the best highly oleic spring rapeseed lines in a preliminary trial (VNIIMK, 2017, 2018)**

| Сорт, линия       | Урожайность семян, т/га | Масличность семян, % | Сбор масла, т/га | Содержание жирной кислоты, в % от суммы |             |
|-------------------|-------------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------------|-------------|
|                   |                         |                      |                  | олеиновая                               | линоленовая |
| 572/17            | 2,38                    | 45,0                 | 0,96             | 78,9                                    | 3,2         |
| 573/17            | 2,14                    | 44,9                 | 0,86             | 79,0                                    | 2,8         |
| 578/17            | 2,08                    | 45,0                 | 0,84             | 80,5                                    | 3,9         |
| Амулет (стандарт) | 2,00                    | 44,1                 | 0,79             | 77,5                                    | 4,0         |

### Заключение

Селекция рапса во ВНИИМК сосредоточена не только на общем повышении урожайности, но и на ее сочетании с высоким качеством. Поскольку рапс относится к культурам со смешанным типом опыления, то для получения желаемых результатов во ВНИИМК используют различные селекционные методы.

Создание нового исходного материала рапса происходит посредством внутривидовой, межвидовой гибридизации, инбридинга, мутагенеза, методом культуры изолированных клеток.

С использованием данных методов во ВНИИМК получены высокопродуктивные линейные сорта рапса озимого 'Элвис', 'Лорис', 'Сармат', 'Селегор' с урожайностью 3,8–4,7 т/га и рапса ярового 'Таврион', 'Викинг-ВНИИМК', 'Дуэт', 'Амулет', 'Руян' с урожайностью 2,5–3,0 т/га.

Получены перспективные экспериментальные межлинейные гибриды озимого рапса с урожайностью 6,3–6,9 т/га.

Методом химического мутагенеза созданы сорта и линии с улучшенным жирнокислотным составом масла (высокоолеиновые 78,9–80,5% и низколиноленовые 2,8–3,9%).

Использование физического мутагенеза и межвидовой гибридизации позволили создать продуктивные линии рапса с желтой окраской семенной оболочки с урожайностью и масличностью на уровне или выше стандарта.

### References/Литература

- Bochkaryova E.B., Gorlova L.A., Serdyuk V.V., Strelnikov E.A. The results and perspectives of breeding of winter rapeseed hybrids in VNIIMK. *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*. 2018;4(176):48-57. [in Russian] (Бочкарева Э.Б., Горлова Л.А., Сердюк В.В., Стрельников Е.А. Результаты и перспективы селекции гибридов рапса озимого во ВНИИМК. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. 2018;4(176):48-57). DOI: 10.25230/2412-608X-2018-4-176-48-57
- Bochkareva E.B., Shpota V.I., Shvedov I.V. Use of radiation-induced mutagenesis in developing yellow-seeded spring rape of "000" type. In: *Proceedings of the 8th International Rapeseed Congress*. Canada; 1991. p.212.
- Efimenko S.G., Efimenko S.K., Kucherenko L.A., Nagalevskaya Ya.A. Quick-assay of the content of the main fatty acids in oil of rapeseed seeds by means of IR-spectrometry. *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*. 2015;(4-164):35-40. [in Russian] (Ефименко С.Г., Ефименко С.К., Кучеренко Л.А., Нагалеvская Я.А. Экспресс-оценка содержания основных жирных кислот в масле семян рапса с помощью ИК-спектроскопии. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. 2015;(4-164):35-40).
- Goncharov S.V., Gorlova L.A. Oil crops: new challenges and trends in their development. *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*. 2018a;2(174):96-100. [in

- Russian] (Гончаров С.В., Горлова Л.А. Масличные культуры: новые вызовы и тенденции их развития. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. 2018a;2(174):96-100). DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-96-100
- Goncharov S.V., Gorlova L.A. Stronger rapeseed competition in Russia. *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*. 2018b;1(173);36-41. [in Russian] (Гончаров С.В., Горлова Л.А. Изменение сортимента рапса в России в результате конкуренции на рынке семян. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. 2018b;1(173);36-41). DOI: 10.25230/2412-608X-2018-1-173-36-41
- Gorlov S.L., Bochkareva E.B., Gorlova L.A., Serdyuk V.V. The high oleic variety of spring rapeseed Amulet. *Oilseeds. Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*. 2015;2(162):127-128. [in Russian] (Горлов С.Л., Бочкарева Э.Б., Горлова Л.А., Сердюк В.В. Высокоолеиновый сорт рапса ярового Амулет. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. 2015;2(162):127-128).
- Gorlova L.A., Bochkaryova E.B., Serdyuk V.V., Efimenko S.G. Main trends and results of rapeseed and turnip rape breeding in VNIIMK. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2017;(2):20-33. [in Russian] (Горлова Л.А., Бочкарева Э.Б., Сердюк В.В., Ефименко С.Г. Направления и результаты селекции рапса и сурепицы во ВНИИМК. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2017;(2):20-33).
- Khadzhinov M.I. Cytoplasmic male sterility in breeding and seed production (Tsitolplazmaticheskaya muzhskaya sterilnost v selektsii i semenovodstve). In: *Cytoplasmic male sterility in breeding and seed production of maize (Tsitolplazmaticheskaya muzhskaya sterilnost v selektsii i semenovodstve kukuruzy)*. Kiev; 1962. p.103-140. [in Russian] (Хаджинов М.И. Цитоплазматическая мужская стерильность в селекции и семеноводстве. В кн.: *Цитоплазматическая мужская стерильность в селекции и семеноводстве кукурузы*. Киев; 1962. С.103-140).
- Lukomets V.M., Bochkarev N.I., Baranov V.F., Sviridov A.A., Krokmal S.D., Trunova M.V., Shapovalova L.G. The outpost of oil industry in Russia (Forpost maslichnoy otrasli Rossii). Krasnodar: VNIIMK; 2012. [in Russian] (Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Баранов В.Ф., Свиридов А.А., Крохмаль С.Д., Трунова М.В., Шаповалова Л.Г. Форпост масличной отрасли России. Краснодар: ВНИИМК; 2012).
- Piven V.T., Serdyuk O.A. Phytosanitary monitoring of rapeseed diseases (Fitosanitarny monitoring bolezney rapsa). *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*. 2011;2(148-149):162-166. [in Russian] (Пивень В.Т., Сердюк О.А. Фитосанитарный мониторинг болезней рапса. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур*. 2011;2(148-149):162-166).
- Spaar D. (ed.). Rapeseed and turnip rape: cultivation, harvesting, storage and use (Raps i surepitsa: vyrashchivaniye, uborka, khraneniye i ispolzovaniye). Kiev: Zerno Publ. House; 2012. [in Russian] (Рапс и сурепица: выращивание, уборка, хранение и использование / под ред. Д. Шпаара. Киев: ИД «Зерно»; 2012).
- Van Deynze A.E., Beversdorf W.D., Pauls K.P. Temperature effects on seed color in black- and yellow-seeded rapeseed. *Can. J. Plant Sci.* 1993;73:383-387.

#### Прозрачность финансовой деятельности/The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

#### Для цитирования/How to cite this article

Горлова Л.А., Бочкарева Э.Б., Стрельников Е.А., Сердюк В.В. Использование классических и современных методов в селекции рапса (*Brassica napus*) во ВНИИМК. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019;180(4):126-131. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-126-131

Gorlova L.A., Bochkaryova E.B., Strelnikov E.A., Serdyuk V.V. The use of classical and modern methods in rapeseed (*Brassica napus*) breeding at VNIIMK. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2019;180(4):126-131. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-126-131

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы/The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

#### Дополнительная информация/Additional information

Полные данные этой статьи доступны/Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-126-131>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы/The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Все авторы одобрили рукопись/All authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует/No conflict of interest