

Научная статья

Original article

УДК 633.853.494

DOI 10.55186/25876740_2023_7_1_27

**МЕТОДЫ ОТБОРА И ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
РАПСА ЯРОВОГО ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ
ПРИЗНАКАМ**

**SELECTION METHODS AND EVALUATION OF SPRING RAPESEED
BREEDING MATERIAL BY THE MAIN ECONOMICALLY IMPORTANT
TRAITS**



Полякова Раиса Сергеевна, научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции, семеноводства и агротехники капустных культур, Сибирская опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Россия, Исилькуль, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1082-3057>, 20raisa1971@mail.ru

Кузнецова Галина Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и агротехники капустных культур, заместитель директора по научной работе, Сибирская опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Исилькуль, Россия, ORCID:<http://orcid.org/0000-0002-1606-9083>, kuznetsovagalina1964@mail.ru

Raisa S. Polyakova, head of the laboratory of breeding, seed production and agricultural technology of cabbage crops researcher V.S. Pustovoit All-Russian

Research Institute of Oil Crops (17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia),
ORCID: [http:// orsid. org/0000-0002-1082-3057](http://orcid.org/0000-0002-1082-3057), 20raisa1971@ mail. ru

Galina N. Kuznetsova, candidate of agricultural sciences, deputy on director on scientific work, senior researcher laboratory of breeding, seed production and agricultural technology of cabbage crops, V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia), ORSID: [http:// orsid. org/0000-0002-1606-9083](http://orcid.org/0000-0002-1606-9083), kuznetsovagalina1964@ mail.ru

Аннотация. Рапс яровой по своим биологическим особенностям относится к факультативному самоопылителю с уровнем перекрестного опыления 30-60 %. Биологические особенности рапса способствуют применению разных методов создания исходного материала и схемы селекционного процесса. Селекционеры СОС–филиала ВНИИМК используют два наиболее продуктивных и распространенных способа в селекции рапса: метод индивидуально-семейственного отбора при свободном цветении и получаемый результат – сорт популяция и второй наиболее распространенный способ и получивший более высокую признательность у селекционеров ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК это метод Педигри и получаемый результат – линейный сорт. Цель наших исследований – изучение методов и схем в селекции рапса ярового для создания нового перспективного материала для условий Западной Сибири. Исходный селекционный материал по рапсу яровому представлен популяционными и линейными образцами. Проведена оценка по комплексу хозяйственно ценных признаков самоопыленных линий пятого-шестого поколений инбридинга в сравнении с перспективными сортообразцами рапса ярового и со стандартом – сортом Гранит. В годы исследований (2021–2022 гг.) наибольшую прибавку по урожайности семян в сравнении со стандартом Гранит получили линейные образцы: СЛ-1/20; СЛ-5/20 и СЛ-21/20. Среди перспективных сортообразцов выделились по урожайности семян 34456 и 34687. Большой интерес в селекции на масличность имеют образцы с масличностью более 53 %: СЛ-5/20, СЛ-19/20,

34560 и 34606. Линейные образцы Сибирской селекции не уступают по урожайности семян сортам популяциям, а некоторые из них имеют преимущество по продуктивности.

Abstract. By its biological characteristics, spring rapeseed belongs to a facultative self-pollinator with a level of cross-pollination of 30-60 %. The biological characteristics of spring rapeseed contribute to the application of different methods of parent material development and breeding process scheme. Breeders of the SES of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops use two most productive and widespread methods in rapeseed breeding: the method of individual-family selection in free flowering with the result being a population variety and the second most common method that received higher appreciation from the breeders of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops is the Pedigree method with the result being a linear variety. The purpose of our research is to study the methods and schemes in the breeding of spring rapeseed to develop new promising material for the conditions of Western Siberia. The parent breeding material of spring rapeseed is presented by population and linear samples. We evaluated the complex of economically important traits of self-pollinated lines of the fifth-sixth inbreeding generations in comparison with promising variety samples of spring rapeseed and with the standard - the variety Granit. During the research years (2021-2022), the greatest increase in seed yield compared with the standard, the variety Granit, received linear samples SL-1/20, SL-5/20, and SL-21/20. Among the promising variety samples, 34456 and 34687 were distinguished by seed yield. The samples with an oil content of more than 53 % are of great interest in breeding for oil content: SL-5/20, SL-19/20, 34560, and 34606. Linear samples of Siberian breeding are not inferior to population varieties in terms of seed yield, and some of them have an advantage in productivity.

Ключевые слова: рапс яровой, сорт популяция, линейные образцы, методы отбора, инбридинг, метод Педигри.

Keywords: spring rapeseed, population variety, linear samples, selection methods, inbreeding, Pedigree method.

Введение. До недавнего времени возделывание рапса в Сибири сдерживалось недостаточной приспособленностью этой культуры к суровым условиям. Поэтому создание селекционерами новых высокопродуктивных, скороспелых, хорошо адаптированных к местным условиям сортов рапса является актуальным, и будет способствовать успешному продвижению рапса ярового в северные широты Сибири. Поскольку создание сортов сельскохозяйственных культур – процесс сложный и длительный, а потребности сельскохозяйственного производства зачастую диктуют быструю замену старых сортов новыми, возникает необходимость не только в выведении новых сортов, но и в сокращении сроков их создания, то есть в разработке методов ускорения селекционного процесса [1].

Возделываемые сорта рапса не полностью отвечали предъявляемым требованиям по продуктивности, качеству масла и шрота, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды, что связано с недостаточной изученностью биологических и морфогенетических особенностей развития данной культуры, а также узостью вида [2].

С конца 80-х годов Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур стала принимать на государственное испытание только безэруковые и низкоглюкозинолатные сорта рапса, постепенно заменяя одноплеменные сорта. Основные направления по селекции ярового рапса – разработка и совершенствование методов селекции с использованием имеющегося опыта других научно-исследовательских разработок [3].

Главными факторами, определяющими способ опыления и, соответственно, выбор методов селекции культуры, являются особенности строения и развития ее цветка, а также биологии цветения. Раскрытие цветка у рапса происходит преимущественно в ранние утренние часы, когда, как правило, имеет место повышенная относительная влажность воздуха. Пыльца в

это время липкая, комковатая, перенос ее воздушными массами ограничен, причем, в момент растрескивания пыльников длинные тычинки располагаются очень близко к рыльцу пестика, высыпая на него обильное количество пыльцы, что способствует самоопылению [4, 5]. Цветки у рапса собраны в рыхлое кистевидное соцветие. На одном растении может быть до 500 цветков, дающих 200 плодов. На главном соцветии (центральной кисти) образуется 20-90 цветков. Каждый цветок рапса цветет на протяжении 1-2 дней, такая короткая жизнь цветка ограничивает возможность попадания на него чужой пыльцы. С другой стороны, отклонение пыльников от рыльца при их растрескивании, работа пчел и других насекомых на цветках в ранние утренние часы, а также летучесть быстро подсыхающей пыльцы способствует перекрестному опылению рапса. Пыльники опорожняются от пыльцы очень быстро, это явление создает условия для использования чужой пыльцы, хотя бы для части семязачек [6]. Отдельные биотипы и популяции рапса не одинаково склонны к самоопылению, величина которого варьирует в среднем от 60 до 90 % [7].

Мировая история селекции рапса масличного выглядит как эволюционный процесс развития технологий контроля за процессом передачи генетической информации от родителей потомкам: от неконтролируемого опыления к принудительной гомозиготизации посредством самоопыления и, наконец, к направленному опылению [8].

Принудительное самоопыление растений озимого рапса в течение нескольких поколений позволило дифференцировать исходный материал и генетически закрепить ряд хозяйственно полезных признаков. Используя метод самоопыления, во ВНИИМК был создан раннеспелый сорт озимого рапса «Меот», а позднее высокопродуктивные линейные сорта «Акцент», «Сармат», «Селегор» [9].

Цель исследований – изучение методов и схем в селекции рапса ярового для создания нового перспективного материала для условий Западной Сибири.

Методика и условия проведения исследований. Исследования по созданию селекционного материала рапса ярового проводились на экспериментальных полях Сибирской опытной станции–филиала ВНИИМК. Исходным материалом при выполнении исследований послужили образцы отечественного и зарубежного происхождения, прошедшие экологическое испытание в условиях Западной Сибири в 2015-2020 гг. и выделившиеся по основным хозяйственно ценным признакам.

Сравнительная оценка селекционного материала начинается с питомника отбора, в котором высевается по 10-15 образцов в однократной повторности, площадь делянки от 50 до 100 м². Посев проведен ручной сеялкой (СР-3), междурядье 20 см. Весь селекционный материал рапса проходит фитопатологическую оценку и оценку на устойчивость к полеганию и дружности созревания. Элитные растения в период созревания отбираются по кустистости и массе семян с одного растения и скороспелости. Растения срезались вручную с последующим индивидуальным обмолотом на молотилке. Лучшие выделенные образцы по урожаю и основным полезным признакам, высеваются в питомнике первого года изучения ручной сеялкой (СР-2), междурядье 25 см, площадь делянки 1,0 м², в двукратной повторности. Методом резерва высеваются образцы в питомнике второго года изучения с увеличением площади делянки до 3,6 м² в трехкратной повторности. В питомнике проводят все методы оценки по качественным показателям и основным хозяйственно ценным признакам и только лучшие сортообразцы проходят в предварительное и конкурсное сортоиспытание (в течение 2-5 лет) на более крупных делянках 10-20 м², в четырёхкратной повторности в сравнении со стандартом (районированным сортом) через 4 делянки.

Параллельно на отдельном участке проходил отбор растений и его оценка по потомству методом Педигри, где в фазу цветения на лучшие растения надевались индивидуальные изоляторы из материала агротекс. Перед уборкой растения снимались вместе с изоляторами и анализировались на качество семян

и степень завязываемости. Выделившиеся образцы испытываются и анализируются на протяжении нескольких поколений, что позволяет пройти уровень инбредной депрессии и получить стабильные показатели по урожайности семян.

Преимущества метода Педигри – это возможность проверить генетическую ценность каждого из отобранных генотипов, контролировать признак в потомстве на всех этапах селекционного процесса.

Разработанная и представленная схема селекции рапса позволяет создавать как линейные, так и сорта популяции различного направления (высокоурожайные, высокомасличные, высокоолеиновые и низколиноленовые). Окончательным этапом селекционного цикла является размножение оригинальных семян на изолированном участке [10].

Биохимический анализ растений проводится в биохимической лаборатории станции и помогает отобрать образцы с низким содержанием глюкозинолатов в семенах до 15 мкмоль/г, и масличностью семян 50,0-53,5%. Масличность определяли методом ядерного магнитного резонанса с помощью экспресс-анализатора АМВ-1006М. Содержание жирных кислот в масле определяли методом газожидкостной хроматографии на приборе «Кристалл-2000М», а глюкозинолаты в обезжиренном остатке – палладиевым методом. Содержание жирных кислот в масле определяли в однократной повторности, а масличность и содержание глюкозинолатов – в двукратной.

Результаты и обсуждение. Исходный селекционный материал по рапсу яровому представлен популяционными и линейными образцами (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика сортообразцов и инбредных линий по урожайности семян

Год	Изучено образцов, шт.	Урожайность семян,	Размах варьирования,	CV, %	Средняя урожайность	Количество образцов превышающих
-----	-----------------------	--------------------	----------------------	-------	---------------------	---------------------------------

		г/м ²	г/м ²		стандарта, г/м ²	стандарт по урожаю семян, шт.
рапс яровой (сорта популяции)						
2021	200	212	107-322	24	215	45
2022	200	148	95-266	27	145	35
рапс яровой (линейные образцы)						
2021	200	233	138-379	29	220	68
2022	200	162	90-325	32	172	45

Изучение рапса ярового в лесостепной зоне Западной Сибири показало, что средняя семенная продуктивность рапса с квадратного метра изменялась от 107-322 г в 2021 г., при среднем показателе 212 г, а в 2022 году соответственно от 95-266 г и 148 г. Признак урожайности семян сильно изменчив, так у сортов популяций в зависимости от года изучения он менялся от 24 до 27 %, а у линейных образцов от 29 до 32 %. Наибольшее количество образцов, превышающих стандарт по урожайности семян получено в 2021 г., а наибольшая изменчивость этого признака отмечена в 2022 году и составила 27 % у популяционных и 32 % у линейных образцов.

Сравнительная оценка по комплексу хозяйственно ценных признаков самоопыленных линий пятого-шестого поколений инбридинга была проведена в течение двух лет в сравнении с перспективными сортообразцами рапса ярового и со стандартом – сортом Гранит. Лучшие из них представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Хозяйственная характеристика перспективных образцов рапса ярового (2021-2022 гг.)

Линии, сортообразы	Вегетаци- онный период,	Урожайность семян		Маслич- ность семян,	Сбор масла, т/га	Глюкози- нолаты, мкмоль/г
		т/га	превыше-			

	сутки		ние над стандартом	%		
СЛ – 1/20	92	2,53	+0,48	52,0	1,18	12,5
СЛ– 2/20	90	2,35	+0,30	51,5	1,09	13,9
СЛ – 5/20	91	2,46	+0,41	53,3	1,18	14,2
СЛ – 19/20	93	2,39	+0,34	53,9	1,16	14,5
СЛ–21/20	94	2,59	+0,54	52,5	1,22	13,8
34456	85	2,47	+0,42	51,6	1,15	13,8
34560	87	2,15	+0,10	53,9	1,04	12,3
34606	88	2,25	+0,20	53,2	1,08	12,6
34629	90	2,35	+0,30	52,5	1,11	12,5
34687	94	2,46	+0,41	51,6	1,14	13,5
34763	92	2,30	+0,25	51,5	1,07	14,9
Гранит (стандарт)	94	2,05	-	51,4	0,95	12,5
НСР _{0,5}	-	0,14	-	-	0,10	-

Все представленные образцы среднеспелые с вегетационным периодом 85-94 суток, адаптированы к условиям Западной Сибири, способны вызревать и получать высокую урожайность (2,15-2,53 т/га) и масличность семян (51,5-53,9 %). В среднем за два года наибольшую прибавку по урожайности семян в сравнении со стандартом Гранит получили линейные образцы: СЛ-1/20; СЛ-5/20 и СЛ-21/20. Среди перспективных сортообразцов выделились по урожайности семян 34456 и 34687. Большой интерес в селекции на масличность имеют образцы с масличностью более 53%: СЛ-5/20, СЛ-19/20, 34560 и 34606. Все представленные образцы имеют низкое содержание глюкозинолатов в семенах, а сбор масла превышает 1 тонну с гектара.

Линейные образцы Сибирской селекции не уступают по урожайности семян сортам популяциям, а некоторые из них имеют преимущество по продуктивности.

Наибольший интерес в селекции рапса на качество пищевого масла представляют генотипы, у которых суммарное содержание олеиновой и линолевой кислот составляет более 85 %. Уровень содержания линоленовой кислоты должен снизиться до минимального значения. У изучаемых сортообразцов сумма полезных кислот (олеиновой и линолевой) изменялась от 85,02 до 87,42 %.

Таблица 3 – Содержание основных жирных кислот в изучаемых сортообразцах

Сорт, номер	Кислоты				Сумма полезных кислот, %
	олеиновая	линолевая	линоленовая	эруковая	
34456	69,56	17,40	5,23	0,03	86,96
34560	73,98	13,32	4,89	0,03	87,30
34606	69,55	17,36	5,34	0,02	86,91
34629	69,68	17,59	4,92	0,04	87,27
34687	74,06	13,36	5,01	0,05	87,42
34763	69,36	15,66	6,83	0,12	85,02
Гранит (стандарт)	68,77	16,53	6,77	0,04	85,30

Наибольшее содержание олеиновой кислоты отмечалось в номерах 34560 и 34687 и их можно отнести к высоко олеиновым. С минимальным содержанием линоленовой кислоты 4,89-4,92 отмечены 2 номера. Масло, полученное из этих образцов относится к пищевым и может использоваться в питании людей без опасения за их здоровье.

Новые перспективные высокопродуктивные образцы рапса ярового созданы для Западно-Сибирского региона и проходят селекционное испытание в питомниках конкурсного и предварительного испытания. По результатам испытаний планируется выделить и передать на Государственное сортоиспытание РФ высокопродуктивный линейный сорт и сорт – популяция с

улучшенным жирнокислотным составом адаптированные к условиям Западной Сибири.

Литература

1. Познахарева О. А. Селекция ярового рапса в условиях лесостепи Причулымья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Ольга Александровна Познахарева. – Новосибирск, 2007. – 18 с.
2. Жидкова Е.Н. Биологические основы селекции рапса ярового (BRASSICA NAPUS L.) в условиях лесостепи ЦЧР России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Елена Николаевна Жидкова. – Воронеж, 2011. – 44 с.
3. Пузиков А.Н. Результаты и перспективы селекции масличных культур в южной лесостепи Западной Сибири // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – Вып. 2 (148-149) . – С. 38-40.
4. Кравцов С.Ю. Степень перекрёстного опыления у рапса и сурепицы / С.Ю. Кравцов // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1985. – Вып. III (90). – С. 17-18.
5. Шпота В.И. Некоторые особенности биологии цветения рапса и сурепицы / В.И. Шпота, С.Ю. Кравцов // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1985. – Вып. I (88) – С. 8-9.
6. Синская Е.Н. Масличные и корнеплоды / Е.Н. Синская // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции / Издание Всес. ин-та прикладной ботаники и новых культур при СНК СССР. – Л., 1928. – Т. XIX. – Вып. 2. – С. 245-261.
7. Дубовская А.Г. Тип опыления у яровых рапса и сурепицы / А.Г. Дубовская, В.А. Гаврилова // Растениеводство, селекция и генетика технических культур: Сб. научн. тр. – Л.: ВНИИР, 1989. – Т.125. – С. 103-106.
8. Горлов С.Л. Современные аспекты и тенденции развития производства и селекции рапса // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень

Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – Вып. 2 (148-149). – С. 51-56.

9. Бочкарёва Э.Б. Селекция инбрендных линий рапса озимого для создания родительских форм гибридов / Э. Б. Бочкарёва, Л. А. Горлова, В. В. Сердюк, Е. А. Стрельников // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Том 180 – выпуск 4. – Санкт-Петербург. – 2019. – С. 121-125.

DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-121-125

10. Горлова Л.А. Метод педигри в селекции рапса и горчицы во ВНИИМК: основные идеи, схема, модификации / Л. А. Горлова, Э. Б. Бочкарёва, В.С. Трубина, В. В. Сердюк, Е. А. Стрельников // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 33-39.

DOI: 10.25230/2412-608 X-2020-2-182-33-39

References

1. Poznahareva O. A. Selekcija yarovogo rapsa v usloviyah lesostepi Prichulym'ya: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk / Ol'ga Aleksandrovna Poznahareva. – Novosibirsk, 2007. – 18 s.

2. ZHidkova E.N. Biologicheskie osnovy selekcii rapsa yarovogo (BRASSICA NAPUS L.) v usloviyah lesostepi CCHR Rossii: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk / Elena Nikolaevna ZHidkova. – Voronezh, 2011. – 44 s.

3. Puzikov A.N. Rezul'taty i perspektivy selekcii maslichnyh kul'tur v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri // MASLICHNYE KUL'TURY. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. – 2011. – Vyp. 2 (148-149) . – S. 38-40.

4. Kravcov S.YU. Stepen' perekryostnogo opyleniya u rapsa i surepicy / S.YU. Kravcov // Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – Krasnodar, 1985. – Vyp. III (90). – С. 17-18.

5. SHpota V.I. Nekotorye osobennosti biologii cveteniya rapsa i surepicy / V.I. SHpota, S.YU. Kravcov // Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – Krasnodar, 1985. – Vyp. I (88) – С. 8-9.

6. Sinskaya E.N. Maslichnye i korneplody / E.N. Sinskaya // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii / Izdanie Vses. in-ta prikladnoj botaniki i novyh kul'tur pri SNK SSSR. – L., 1928. – T. XIX. – Vyp. 2. – S. 245-261.

7. Dubovskaya A.G. Tip opyleniya u yarovyh rapsa i surepicy / A.G. Dubovskaya, V.A. Gavrilova // Rasteniievodstvo, selekciya i genetika tekhnicheskikh kul'tur: Sb. nauchn. tr. – L.: VNIIR, 1989. – T.125. – S. 103-106.

8. Gorlov S.L. Sovremennye aspekty i tendencii razvitiya proizvodstva i selekcii rapsa // MASLICHNYE KUL'TURY. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. – 2011. – Vyp. 2 (148-149). – S. 51-56.9. Bochkaryova E.B. Selekcija inbrendnyh linij rapsa ozimogo dlya sozdaniya roditel'skih form gibridov / E. B. Bochkaryova, L. A. Gorlova, V. V. Serdyuk, E. A. Strel'nikov // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, Tom 180 – vypusk 4. – Sankt-Peterburg. – 2019. – S. 121-125. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-121-125

10. Gorlova L.A. Metod pedigri v selekcii rapsa i gorchicy vo VNIIMK: osnovnye idei, skhema, modifikacii / L. A. Gorlova, E. B. Bochkaryova, V.S. Trubina, V. V. Serdyuk, E. A. Strel'nikov // Maslichnye kul'tury. –2020. – Vyp. 2 (182). – S. 33-39. DOI: 10.25230/2412-608 X-2020-2-182-33-39

© Полякова Р.С., Кузнецова Г.Н., 2023. *International agricultural journal*, 2023, №1, 363-375

Для цитирования: Полякова Р.С., Кузнецова Г.Н. Методы отбора и оценка селекционного материала рапса ярового по основным хозяйственно ценным признакам// *International agricultural journal*. 2023. №1, 363-375