следования свидетельствуют о перспективности работ в данном направлении, особенно в связи с тем, что отобранные в природе и полученные в результате гибридизации формы можно поддерживать и размножать вегетативно. Все формы *Trollius* холодостойки и устойчивы к болезням, что делает их перспективными в регионах с длительным морозным периодом.

Список литературы

1. Растительные ресурсы СССР. с. Ranunculaceae. Л: Наука, 1985. – С. 82–98.
2. Повыдыш М.Н., Сем. *Ranunculaceae* / М.Н. Повыдыш, Н.В. Петрова, Л.И. Медведева, Т.А. Орлова // Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. С-Пб.-М: ТНИ КМК, 2008. – С. 24–67.
3. Wang, S., Growth inhibition and apoptotic effects of total flavonoids from *Trollius chinensis* on human breast cancer MCF-7 cells / S. Wang, Q. Tian, F. An // *Oncology Letters* 12(3), 2016. – P.1705–1710.
4. Liu L.J., Anti-inflammatory effect of the compounds from the flowers of *Trollius chinensis* / L.J. Liu, X.H. Hu, L.N. Guo, R.F. Wang, Q.T. Zhao // *Pak J Pharm Sci.* 31(5), 2018. – P.1951–1957.
5. Васильева О.Ю. Методические аспекты изучения биоресурсных коллекций редких и хозяйственно ценных растений / О.Ю. Васильева, О.В. Дорогина, И.Н. Кубан, И.Я. Сарлаева, Л.В. Буглова // *Садоводство и виноградарство.* 4(214), 2018 – С. 12–18. DOI: 10.31676/0235-2591-2018-4-12-18
6. Русанов Ф.Н. Метод родовых комплексов в интродукции растений / Ф.Н. Русанов // Бюл. ГБС АН СССР. Т. 81, 1977. – С. 15–20.
7. Куриянов А.Н. Теория и практика интродукции растений: учебное пособие. – Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2013. – С.160.

DOI 10.18699/GPB2020-20

Селекция озимого рапса для условий лесной зоны

Воловик В.Т. к.с.-х.н., зав. лабораторией.

ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса», г. Лобня, Россия.

e-mail: vik_volovik@mail.ru

Проведена оценка исходного материала озимого рапса и выделены источники хозяйственно-ценных признаков – зимостойкости, качества и продуктивности. Методом промораживания в климокамере, внутривидовой гибридизации географически отдаленных форм и отбора получены образцы с повышенной зимостойкостью. Использование в скрещиваниях продуктивного с высокими показателями качества семян родителя позволили получить образцы, сочетающие высокую зимостойкость и качество. В резуль-

тате созданы сорта озимого рапса с высоким урожаем семян, содержанием жира 44–48 %, низким уровнем глюкозинолатов и отсутствием эруковой кислоты, позволившие расширить ареал возделывания культуры.

Ключевые слова: озимый рапс, методы селекции, сорта.

Breeding winter oilseed rape for the conditions of the forest zone

Valentina Timofeevna Volovik

Federal research centre for fodder production and Agroecology in the name of V.R. Williams, Lobnya, Moscow region, Russian Federation.

Evaluated source material of winter rapeseed and sources of economically valuable traits – winterhardiness, quality and productiveness. Method of freezing in climatesure, intraspecific hybridization of geographically distant forms and selection of the obtained samples with increased winter hardiness. The use of productive matings with high-quality seed parent is allowed to obtain samples that combine high winter hardiness and quality. As a result of the varieties of winter canola with productive parent seeds, the fat content of 44–48%, and a low level of glucosinolates and the absence of erucic acid, which allowed to expand the area of crop cultivation.

Key words: winter rape, breeding methods, varieties.

Озимый рапс (*Brassica napus* L. var. *napus* f. *biennis* (Schübl & G. Martens)) является ценной масличной и кормовой высокобелковой культурой, обладающей высокой продуктивностью зеленой массы и семян; использование в чистом виде и в смеси с викой и злаковыми культурами позволяет создавать зеленый конвейер с ранней весны до поздней осени; семена используются для получения пищевого растительного масла, жмыхов и шротов для животноводства. Культура в условиях лесной зоны рано созревает, уходит от повреждения крестоцветной блошкой и цветоедом, что снижает пестицидную нагрузку на экосистему, хорошо встраивается в севооборот [1–4]. Распространение озимого рапса в стране до начала 21 века сдерживало отсутствие зимостойких двунулевых сортов. Работа по их созданию для условий лесной зоны России проводится с 1994 года [5–6].

Оценка коллекции озимого рапса проведена в соответствии с существующими методиками ВИР и Госкомиссии по сортоиспытанию. В селекции рапса применена внутривидовая гибридизация, отборы: массовый и индивидуально-семенной, метод Педигри, инцухтирование; промораживание проростков, эксплантов и растений в низкотемпературной камере с последующим отбором в полевых условиях. Промораживание растений в фазе розетки проводили по методике ВНИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта [7]. Для ускорения селекционного процесса использовали селекционно-тепличный комплекс и одновременное экологическое испытание пер-

спективного материала; выбраковку селекционного материала по качественным показателям проводили на всех этапах селекции. Определение содержания жира и белка проведено по общепринятым методикам, жирнокислотный состав - с использованием газохроматографического метода, определение глюкозинолатов – тест- палладиевым методом на пламенном фотометре, обработка результатов исследований – методом дисперсионного анализа.

Было установлено, что наивысшей зимостойкостью (85–95 %) обладали сорта северной эколого-географической группы, средней (70–75 %) – западноевропейские и низкой (менее 65 %) – сорта южных экотипов. Коэффициент вариации зимостойкости за годы изучения составил 0,95. По признаку зимостойкости выделились Проминь, Тисменецкий (СССР), Jupicu, Status, образцы № 942, 928 (Швеция); Buko, Marinus, Liraston, (Германия); Jet-Nef, Darmor, Tandem (Франция). Сохранность этих образцов после перезимовки в благоприятных условиях была выше средней на 10–15 %, в неблагоприятных – на 27–44 %. По продуктивности зеленой массы (235–244 ц/га) выделились образцы Darmor, Tandem, Проминь. Образцы Buko, Liraston, Darmor, Jupicu, Tandem превышали средний стандарт по семенной продуктивности. Существенным недостатком многих образцов было повышенное содержание антипитательных веществ – эруковой кислоты (Buko – 46,4 %; Darmor – 4,56 %) и глюкозинолатов. Выделенные образцы были использованы в скрещиваниях для получения нового исходного материала.

Оценка новых образцов проводилась регулярно, по мере их поступления. Среди сортов следующего поколения по признаку зимостойкости выделились образцы Libea, Livius, Lirajet, Wotan, Kronos, Express (Германия), Kasimir (Швеция), Дангал, Света (Украина); Козерог (Белоруссия), Северянин, ВИК 2, Лауреат, Столичный, Оникс (Россия); № 4, 2, 6 (совместно Россия – Германия). Образцы иностранной селекции отличались хорошими биохимическими показателями: высоким содержанием жира, низким уровнем глюкозинолатов, отсутствием эруковой кислоты.

При создании зимостойких сортов озимого рапса одним из результативных методов была гибридизация соответственно подобранных родительских пар с учетом их происхождения. В качестве материнской формы при скрещивании нами использовались более зимостойкие генотипы. В качестве отцовской формы лучшие по качеству и продуктивности сорта и селекционные образцы (часто зарубежной селекции – немецкой, шведской и французской). Для повышения зимостойкости эффективными были повторные скрещивания с высокозимостойкими сортами, а также метод однократного насыщения гибридов первого поколения лучшими по биохимическому составу сортами рапса озимого. От скрещивания географических отдаленных форм возникала трансгрессия по признаку зимостойкости.

В результате проведенной работы создана линейка сортов с периодом весенней вегетации от 86 (Горизонт) до 102 (Гарант) дней, средней урожайностью семян 3,8–4,9 т/га, с перезимовкой 75,1–84,2 % (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика сортов озимого рапса селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (ср. за 5 лет)

Название сорта	Перезимовка, %	Урожайность семян, т/га	Вегетационный период, дни*	Сбор жира, т/га	Сбор протеина, т/га	Регион допуска
Северянин	75,1	4,3	90	1,9	1,0	3, 5, 6
Лауреат	79,0	4,0	98	1,9	0,9	3, 6
Столичный	78,2	3,8	95	1,7	0,9	3, 6
Горизонт	84,2	4,5	86	2,0	1,1	3
Гарант	82,3	4,9	102	2,5	1,2	3, 5
Норд	81,9	4,4	88	2,1	1,1	3, 5, 2

* от весеннего отрастания

Сорта озимого рапса селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» отличаются высоким содержанием сырого жира, варьирующее по годам от 44,6 до 50,7 %. Более высокое содержание жира отмечено у сортов Лауреат, Гарант и Горизонт. Семена всех сортов содержат допустимое количество глюкозинолатов. Сорт Гарант отличается пониженным содержанием глюкозинолатов, что улучшает его питательную ценность при использовании в кормлении животных. В составе жирных кислот всех сортов нашей селекции отсутствует эруковая кислота. Сорт Столичный отличается повышенным содержанием олеиновой кислоты и более низким содержанием линоленовой (табл. 2), что улучшает устойчивость пищевого масла из семян этого сорта к окислению.

Создание новых сортов озимого рапса, отличающихся повышенной зимостойкостью, позволило существенно расширить ареал возделывания культуры. Традиционно озимый рапс возделывался только в 6 и 2 (Калининградская область) регионах. С 2006 года сорта селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» допущены к использованию в 3, 5, 2 и 6 регионах.

Таблица 2 – Биохимический состав семян сортов озимого рапса селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

Название сорта	Содержание жира lim, %	Содержание глюкозинолатов, мкмоль/г	Содержание C ₁₈ жирных кислот, %		
			олеиновая	линоленовая	линоленовая
Северянин	45,0–49,4	20,0	61,96	19,40	9,74
Лауреат	46,0–50,7	15,5	63,30	19,26	8,85
Столичный	44,6–48,0	15,9	66,25	17,03	8,05
Горизонт	46,9–49,8	16,5	61,85	19,82	10,02
Гарант	46,3–50,4	14,5	64,40	17,49	8,63
Норд	45,2–48,0	15,2	62,40	19,70	8,90

Проведенное молекулярно-цитогенетическое исследование сортов рапса с применением GISH с зондами геномной ДНК сурепицы и капусты для разделения геномов и последующим FISH с зондами 45S и 5S рДНК, позволило изучить хромосомный полиморфизм А- и С- субгеномов по локализации кластеров рибосомных генов. У зимостойких сортов Норд и Северянин, с более широким районированием, обнаружено сходство по распределению и размерам выявленных хромосомных маркеров и идентичность сочетаний полиморфных вариантов гомологичных хромосом, несущих локусы 45S и/или 5S рДНК [8–9].

Благодарности: Исследование выполнено в рамках Государственного задания ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» 007-01865-17 при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-54-00027 Бел_а.

Список литературы

1. Гортлевский А.А., Макеев В.А. Озимый рапс. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 135 с.
2. Воловик В.Т. Результаты научных исследований по масличным капустным культурам (ГНУ ВИК Россельхозакадемии, этапы 30-летнего пути) // Адаптивное кормопроизводство. – 2012. – №4 (12). – С. 13–24.
3. Золотарев В.Н., Новоселов Ю.К., Рудоман В.М. и др. Рекомендации по возделыванию и использованию вики мохнатой (озимой) на корм и семена. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2007. – 46 с.
4. Воловик В. Т., Разгуляева Н.В. Итоги селекции сортов озимого рапса для Нечерноземной зоны // Кормопроизводство. – 2011. – № 10. – С. 25–26.
5. Volovik V., Razgulyaeva N. Breeding of winter rapeseed in the Central European Russia // 13th Rapeseed Congress (Prague, June 05-09, 2011). – Prague: Tiskarna V raji s.r.o, 2011. – P. 220.
6. Volovik V.T., Prologova T.V. Breeding Winter Rapeseed for the Temperate Forest Zone // Russian Agricultural Sciences. – 2017. – Vol. 43, No. 3. – PP. 213–218.
7. Бочкарева Э.Б. Методы оценки озимых крестоцветных культур на морозостойкость // Селекция и семеноводство масличных культур. Сб. тр. ВНИИМК. – Краснодар, – 1980. – С. 127–134.
8. Amosova A.V., Zemtsova L.V., Grushetskaya Z.E., Samatadze T.E., Mozgova G.V., Piluyuk Y.E., Volovik V.T., Melnikova N.V., Zelenin A.V., Lemesh V.A., Muravenko O.V. Intra-specific chromosomal and genetic polymorphism in brassica napus l. detected by cytogenetic and molecular markers // Journal of genetics. – 2014. – Vol. 93, No. 1, april. – PP. 133–143.
9. Земцова Л.В., Амосова А.С., Саматанзе Т.Е., Большеева Н.Л., Воловик В.Т., Зеленин А.В., Муравенко О. В. Разделение близкородственных геномов и идентификация хромосом рапса с помощью одновременной флуоресцентной гибридизации *in situ* геномной гибридизации *in situ* // Доклады Академии наук. – 2014. – Т. 457. № 3. – С. 356.