

УДК 633.853.494:631.52

НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ РАПСА И СУРЕПИЦЫ ВО ВНИИМК

Л.А. ГОРЛОВА, Э.Б. БОЧКАРЁВА, В.В. СЕРДЮК, С.Г. ЕФИМЕНКО

(ФГБНУ ВНИИМК им. В.С. Пустовойта)

В настоящее время селекционная работа с озимыми и яровыми формами рапса во ВНИИМК направлена на создание высокопродуктивных, высокомасличных линейных сортов. Ведется целенаправленная селекция рапса на изменение жирнокислотного состава масла и создание сортов со стабильным признаком желтой окраски семенной оболочки. Осуществляется постоянный контроль за антипитательными серосодержащими соединениями — глюкозинолатами. Весь селекционный материал рапса и сурепицы проходит фитопатологическую оценку и оценку на устойчивость к полеганию. Используя основные методы создания исходного материала для селекции — индивидуальные отборы из внутривидовых, межвидовых гибридных популяций в сочетании с инбридингом созданы линии рапса озимого с урожайностью семян на уровне 4,9 т/га, а ярового — 3,5 т/га. Из внутривидовых гибридов с повышенным содержанием олеиновой кислоты выделены линии рапса озимого, в которых этот показатель составляет 77,8–79,8%. Методом химического мутагенеза созданы линии рапса ярового с высоким содержанием олеиновой кислоты в масле (77,4–78,7%), а также линии, сочетающие высокий уровень кислоты ω -9 (78,7%) с низким ω -3 (3,3%). Первый высокоолеиновый сорт рапса ярового Амулет (77,5%) внесён в Государственный реестр в 2016 г. Созданы сортообразцы желтосемянной сурепицы озимой с урожайностью более 3,0 т/га, масличностью 50–52% и содержанием глюкозинолатов в семенах 11,3–13,7 мкмоль/г. В результате многолетней работы во ВНИИМК созданы высокомасличные (49,4%), желтосемянные линии рапса ярового превышающие сорт-стандарт Таврион по урожайности на 0,18–0,21 т/га.

Ключевые слова: рапс, сурепица, сорт, линия, урожайность, масличность, высокоолеиновость, желтосемянность.

Возделывание рапса — одно из трёх активно развивающихся направлений производства масличных культур в мире. За 15 лет оно увеличилось в 2 раза, среднемировая урожайность выросла на 25%. Основными производителями рапса в мире были и остаются страны ЕС (более 20 млн т), Канада (более 18 млн т), Китай (более 13 млн т), Индия (около 7 млн т), Австралия (более 3 млн т). В 2014 г. Россия вошла в десятку ведущих производителей рапса и находится на восьмом месте с показателем 1 млн т. В 2015 г. посевные площади рапса в РФ составили 1106 тыс. га. Эти показатели превышают цифры десятилетней давности почти в 5 раз [4]. Яровая форма рапса занимает в нашей стране 75–80% от общей посевной площади. Сибирь является лидером по посевным площадям ярового рапса, который высевается примерно на площади 300 тыс. га. По 250 тыс. га эта культура занимает в Центральном и При-

волжском федеральных округах и 100 тыс. га рапса ярового сеют на Урале. Озимый рапс возделывается преимущественно в Южном, Северо-Кавказском федеральных округах и Калининградской области. Посевная площадь в ЮФО примерно 60 тыс. га, в СКФО — 100 тыс. га, а в Калининградской области — 30 тыс. га.

В Краснодарском крае выращивают, преимущественно, рапс озимый. Научно обоснованная площадь под рапсом озимым на Кубани с учётом специфики сельскохозяйственного производства может достигать 200 тыс. га, однако на деле редко превышает 40 тыс. га. Основная проблема возделывания рапса озимого в южных регионах России заключается в проблематичности получения гарантированных всходов в оптимальные сроки из-за острого дефицита влаги в период подготовки почвы после уборки предшественника. Из-за этого значительная часть посевов культуры уходит в зиму в состоянии далёком от оптимальных кондиций развития растений, чему нередко способствует и субъективный фактор — несоблюдение технологической дисциплины. По этим причинам, заложенные в сортах и гибридах морозо- и зимостойкость и, главное, потенциальная продуктивность, остаются не реализованными [1–3].

Урожайность семян рапса озимого в Краснодарском крае в производственных посевах за последние три года (с 2013 по 2015 гг.) составила в среднем 2,4 т/га — почти половину от потенциально возможной. Сравнительный анализ производственных посевов сортов рапса озимого селекции ВНИИМК, сортов зарубежной селекции и наиболее распространённых иностранных гибридов показал, что сорта отечественной селекции не уступают по урожайности семян сортам и гибридам иностранных селекционных компаний (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Производственные посеы рапса озимого в Краснодарском крае

Сорт, гибрид	Оригинатор	Посевная площадь, га		Урожайность семян, т/га	
		2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Лорис, сорт	ВНИИМК	1764	145	19,7	24,2
Элвис, сорт	ВНИИМК	929	399	19,4	19,5
Лабрадор, сорт	Saatbau Linz	422	—	20,0	—
Рохан, сорт	NPZ-Lembke	56	—	18,9	—
НК Петрол, гибрид	Syngenta	2883	1062	24,2	24,0
Нептун, гибрид	Euralis	3407	119	22,6	19,2

Доля отечественных сортов на рынке семян рапса озимого в Краснодарском крае с 2005 г. постепенно сокращалась и в 2014 г. составляла примерно 20%. Уже в 2015 г. она была равна 40–45%, а 2016 г. достигла уровня 2006–2007 гг. — 65–70%.

В 2016 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включены 115 сортов и гибридов рапса озимого, 119 — ярового. Во ВНИИМК селекция рапса и сурепицы активно ведётся с 1983 г. [8]. За это время создано 40 сортов рапса и сурепицы. В настоящее время селекционная работа направлена на создание высокопродуктивных, высокомасличных линейных сор-

тов с изменённым жирнокислотным составом масла, с желтой окраской семенной оболочки, с улучшенной питательной ценностью шрота, устойчивых к болезням и полеганию.

Методика исследований

Основные методы создания исходного материала для селекции во ВНИИМК — индивидуальные отборы из внутривидовых, межвидовых гибридных популяций, инбридинг и мутагенез.

Исследования проведены на полях ЦЭБ ВНИИМК, г. Краснодар. Питомники закладывали по принятой во ВНИИМК методике. Схема селекционного процесса, используемая в работе с рапсом, состоит из 7 звеньев и включает гибридный питомник, питомник оценки гибридов, питомник отбора в расщепляющихся комбинациях, два года оценки в селекционном питомнике, 1–2 года материл проходит оценку в контрольном питомнике, затем предварительное и конкурсное испытание. Определение маслячности 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 [10]. Наиболее перспективные линии проходят экологическое испытание.

Биохимические анализы семян выполняются с использованием ЯМР-анализатора, газового хроматографа «Хроматек-Кристалл 5000», ИК-анализатора (NIR-Sistem 4500 и MATRIX-I) [7]. Состав токоферолов определяли тонкослойной хроматографией, общее содержание токоферолов — спектрофотометрически, оксидостойкость — RANCIMAT-тестом на приборе RANCIMAT 743. 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

Практически весь арсенал селекционных достижений рапса озимого во ВНИИМК с 2006 г. представлен высокопродуктивными линейными сортами, адаптированными к условиям произрастания в южных регионах России. Все они относятся к одной среднеспелой группе, среднерослые, высокомасличные, устойчивы к поражению фомозом (табл. 2). Сорт Элвис характеризуется укороченным на 3–4 дня периодом вегетации в сравнении с другими районированными сортами, что позволяет при посеве в одном хозяйстве двух различающихся по этому признаку сортов оптимизировать нагрузку на технику и организацию производственных процессов.

За три года конкурсного испытания в условиях центральной зоны Краснодарского края сорта продемонстрировали урожайность в среднем 3,8–4,3 т/га, при маслячности 47,0–47,5%.

В государственную комиссию РФ по сортоиспытанию и охране селекционных достижений в 2014 г. передан новый высокопродуктивный сорт Сармат, который превосходит по урожайности сорт-стандарт Лорис на 0,5 т/га. Новый сорт характеризуется компактным габитусом растений, большим количеством боковых ветвей и меньшей высотой растений в сравнении с ранее созданными сортами, устойчивостью к полеганию, болезням (особенно к фомозу) (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Характеристика сортов рапса озимого
в конкурсном сортоиспытании ВНИИМК (2013–2015 гг.)**

Сорт	Веgetационный период, сутки	Высота растений, см	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га	Распространенность (P) и развитие (R) фомоза, %	
						P	R
Элвис	251	156	3,8	47,3	1,62	15,0	5,6
Акцент	253	157	3,9	47,5	1,67	13,0	3,7
Сармат*	255	147	4,3	47,2	1,83	11,2	3,1
Лорис (ст.)	254	163	3,8	47,0	1,61	19,6	7,5

* Проходит Госсортоиспытание.

Созданы и проходят конкурсное и экологическое испытание линии рапса озимого, которые показали урожайность семян за два года на уровне 4,4–4,9 т/га, что на 0,6–1,1 т/га выше, чем у сорта-стандарта (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

**Характеристика перспективных линий рапса озимого
в конкурсном сортоиспытании ВНИИМК (2014–2015 гг.)**

Линия	Веgetационный период, сутки	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га	Содержание глюкозинолатов, мкмоль/г
8/15	265	4,9	46,2	2,04	15,2
19/15	263	4,8	48,6	2,12	15,1
5/15	262	4,4	47,1	1,87	18,0
10/15	262	4,4	48,0	1,91	11,7
Лорис (ст.)	262	3,8	47,2	1,60	13,0

В связи с мировой популярностью здорового образа жизни и повышением, в связи с этим, спроса на растительные масла с высоким содержанием в них олеиновой (ω -9) и низким линоленовой (ω -3) кислоты в середине 90-х годов селекционеры Канады, Австралии, Европейских стран, США стали активно заниматься созданием рапса с таким жирнокислотным составом масла.

Рапсовое (канольное) масло с высоким содержанием олеиновой кислоты (> 70%) получило аббревиатуру HO (High Oleic), а масло с высоким содержанием олеиновой (> 70%) и низким линоленовой (< 3%) кислоты — HOLL (High Oleic Low Linolenic) [13, 14, 16]. HOLL рапсовое масло относится к наиболее полезным типам масел, использование которых позволяет максимально снизить содержание транс-жиров в продуктах, повысить их питательную ценность, увеличить сроки хранения, без потери вкусовых качеств [13].

Работа по созданию высокоолеиновых линий рапса озимого во ВНИИМК начата в 2002 г. Были обнаружены спонтанные мутанты с содержанием олеиновой кислоты 68–70%, что выше на 4–5% в сравнении с традиционным уровнем. Применение традиционной Педигри-селекции с анализом жирнокислотного состава масла позволило получить линии с содержанием олеиновой кислоты в масле 76,8% [6]. На данный момент во ВНИИМК созданы линии рапса озимого с содержанием олеиновой кислоты до 82,9%.

Оценка хозяйственной ценности высокоолеиновых линий рапса озимого в питомнике конкурсного испытания показала, что по урожайности они уступают сорту-стандарту Лорис. Причиной сниженной урожайности высокоолеинового рапса озимого является меньшее число стручков на растении. По масличности семян высокоолеиновые линии превосходят стандартный сорт, поэтому показатель сбора масла у них на уровне сорта Лорис (табл. 4). Содержание олеиновой кислоты в масле изучаемых линий рапса озимого составляет 77,8–79,8%, что на 12,3–14,3% выше в сравнении с аналогичным показателем у рапса с традиционным жирнокислотным составом, а уровень линоленовой кислоты на 3% ниже.

Т а б л и ц а 4

Продуктивность и жирнокислотный состав масла высокоолеиновых линий рапса озимого ЦЭБ ВНИИМК (2013-2015 гг.)

Линия	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га	Содержание		
				глюкозинолатов, мкмоль/г	олеиновой кислоты, %	линоленовой кислоты, %
26/14	3,73	48,6	1,63	17,0	79,5	5,3
27/14	3,45	48,0	1,49	15,0	77,8	5,5
35/14	3,47	48,2	1,51	14,2	79,8	5,2
Лорис (ст.)	3,78	47,1	1,60	13,0	65,5	8,3

Основными факторами, влияющими на устойчивость масла к окислению, являются концентрация полиненасыщенных жирных кислот, содержание и состав токоферолов, а также исходное кислотное число полученного масла. В связи с этим были отобраны масла трёх образцов с различным содержанием олеиновой кислоты и определены вышеперечисленные показатели.

Различия по содержанию свободных жирных кислот, общему содержанию токоферолов и их составу незначительны. На величину индукционного периода окисления масла рапса озимого, в основном, влияет содержание олеиновой кислоты. Повышение ω -9 до 74–75% у линии 163/14 приводит к повышению оксистабильности в 2 раза, а увеличение содержания этой кислоты до 80% у линии 35/14 — в 2,5 раза (табл. 5).

В небольшом объёме во ВНИИМК ведётся селекция сурепицы озимой. Эта культура обладает большей зимостойкостью, чем рапс, и менее чувствительна к толщине снежного покрова, поэтому её можно высевать в регионах с более жёсткими погодными условиями зимы. Ещё одним преимуществом сурепицы озимой перед рапсом — это укороченный, более чем на 3 недели вегетационный период, что

Т а б л и ц а 5

**Показатели оксидостабильности масла рапса озимого
с различным содержанием олеиновой кислоты**

Показатель		Сорт, линия (содержание олеиновой кислоты,%)		
		Лорис (65,5)	163/14 (74,6)	35/14 (79,8)
Кислотное число, мг КОН/г масла		0,71	1,32	0,77
Общее содержание токоферолов, мг/100 г масла		68,5	77,4	78,8
Токоферолы, %	α	60	63	53
	γ	40	37	47
Индукционный период окисления, 120°C	в часах	3,90	8,13	9,81
	% к контролю	100	208	252

позволяет начинать уборку зелёной массы в начале апреля, а зерна — в середине июня. Пониженная лужистость семян сурепицы 000-го типа и желтая окраска семенной оболочки позволяют повысить выход масла при переработке на 10–15%, упростив технологию его получения, сократив расходы на очистку и осветление масла от пигментов. Шрот и жмых сурепицы имеют более высокую кормовую ценность за счёт низкого содержания в них клетчатки, лигнина, глюкозинолатов и других нежелательных веществ [5, 15].

За последние несколько лет во ВНИИМК созданы сортообразцы сурепицы озимой, достоверно превышающие сорт-стандарт Любава по урожайности на 0,2–0,6 т/га, по сбору масла на 0,2–0,3 т/га (табл. 6). Все образцы характеризуются высокой масличностью семян 50,0–51,8% и имеют стабильно желтый цвет с различными оттенками.

Т а б л и ц а 6

**Хозяйственная характеристика лучших образцов сурепицы озимой
(тип «000») ЦЭБ ВНИИМК (2013–2015 гг.)**

Сортообразец	Период вегетации, сутки	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га	Содержание	
					глюкозинолатов, мкмоль/г	олеиновой кислоты, %
1789	227	2,94	50,2	1,33	13,7	61,5
2523	225	2,82	50,4	1,28	12,8	61,5
2538	228	2,68	51,8	1,25	11,3	62,9
2521	227	2,55	50,0	1,15	12,3	62,3
Любава (ст.)	225	2,30	50,3	1,04	10,8	62,1

В масле, полученном из семян желтосемянной сурепицы озимой, содержится от 55 до 65% гамма-токоферлов. Эта форма токоферольного комплекса обладает более сильным антиоксидантным действием — снижает скорость окислительной порчи масла [12]. В оптимальных для культуры условиях урожайность семян наиболее продуктивных образцов может быть более 3,5 т/га, а масличность семян 52–53%.

По жирнокислотному составу масла и содержанию глюкозинолатов (11,3–13,7 мкмоль/г) в семенах, образцы сурепицы озимой полностью соответствуют стандартам качества, предъявляемым к сортам типа «000».

Селекционная работа с рапсом яровым во ВНИИМК ведётся в объёме идентичном озимой программе. В селекционном процессе задействовано от двух до трёх тысяч номеров.

Т а б л и ц а 7

**Продуктивность семян рапса ярового
в конкурсном испытании ВНИИМК (2011–2015 гг.) (n = 34)**

Признак	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее
Урожайность семян, т/га	1,87	2,34	1,56	2,81	2,80	2,28
Масличность семян, %	47,1	45,5	44,7	46,9	47,3	46,3
Сбор масла, т/га	0,81	1,00	0,63	1,19	1,19	0,96

Несмотря на то, что рапс яровой наилучшим образом адаптирован к умеренным широтам, погодные условия Краснодарского края позволяют получать урожаи на уровне 2,28 т/га (табл. 7). Сорта рапса ярового селекции ВНИИМК, внесённые в государственный реестр селекционных достижений, за последние два года испытаний демонстрируют урожайность семян от 2,5 до 2,9 т/га (табл. 8).

Новый сорт Руян, переданный на Государственное испытание, в условиях Краснодара в 2014 и 2015 гг. показал урожайность семян 3,0 т/га и превысил сорт-стандарт Таврион по этому показателю на 0,5 т/га, по сбору масла на 0,19 т/га. Сорт Руян отличается выровненностью растений, дружностью цветения и созревания, толерантностью к фузариозу.

При создании новых сортов необходимо решать проблему сочетания потенциальной урожайности с экологической приспособленностью, от которой зависит районирование и распространение сорта в производстве. Поэтому существующие, новые и перспективные сорта ярового рапса параллельно с конкурсным проходят экологическое сортоиспытание в основных рапсосеющих регионах (Липецкой и Омской областях).

Результаты экологического испытания показывают, что сорта, созданные в условиях Краснодарского края (45° с.ш.) адаптированы к более северным широтам, увеличенной длине дня и показывают урожайность семян на уровне стандарта для данного региона и выше (табл. 9).

На протяжении последних лет селекция яровых масличных капустных во ВНИИМК велась в направлении создания скороспелых и засухоустойчивых сортов, поскольку летние (июньские и июльские) засухи не давали реализовать потенциал не только позднеспелым биотипам, но и среднеспелым. На сегодняшний день погодные условия, складывающиеся в Краснодарском крае, позволяют выделять продуктивные линии, относящиеся к среднеспелой группе.

**Характеристика сортов рапса ярового в конкурсном сортоиспытании ВНИИМК
(2014–2015 гг.)**

Сорт	Вегетационный период, сутки	Высота растений, см	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га	Содержание глюкозинолатов, мкмоль/г
Викинг-ВНИИМК	83	111	2,9	47,3	1,23	15,0
Дуэт	83	114	2,7	47,3	1,15	14,6
Амулет *	83	116	2,9	47,5	1,24	13,5
Руян**	79	112	3,0	47,8	1,29	14,9
Таврион (ст.)	79	112	2,5	49,1	1,10	14,3

* Высокоолеиновый сорт.

** Проходит Госсортоиспытание.

Урожайность сортов рапса ярового в экологическом испытании 2015 г.

Сорт	Регион		
	Липецкая область	Омская область	Краснодарский край
Таврион	1,90	2,64	2,44
Викинг-ВНИИМК	1,97	2,36	3,00
Амулет	1,95	2,16	3,11
Руян	1,92	2,35	2,68
Ратник (стандарт)	1,73	—	—
Старт (стандарт)	—	2,40	—
НСР ₀₅	0,06	0,11	0,14

В результате конкурсного сортоиспытания лучших линий рапса ярового выделилась группа высокоурожайных среднеспелых образцов с более продолжительным (на 5–9 суток) периодом вегетации, превосходящих сорт-стандарт Таврион по урожайности на 0,4–1,0 т/га (табл. 10). Фитопатологическая оценка показала, что линии 28/15 и 5/15 очень слабо поражаются фузариозом и их можно назвать устойчивыми, а линию 33/15 можно отнести к разряду толерантных к поражению этим патогеном.

Работа по оптимизации жирнокислотного состава масла (снижение уровня линоленовой кислоты) рапса ярового во ВНИИМК ведётся уже на протяжении 20 лет [11]. А с 2006 г. была начата селекция на увеличение содержания олеиновой кислоты. Исходным материалом послужил низколиноленовый сорт рапса яро-

**Характеристика перспективных линий рапса ярового
в конкурсном сортоиспытании ВНИИМК (2014–2015 гг.)**

Линия	Вегетационный период, сутки	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га	Содержание глюкозинолатов, мкмоль/г	Распространенность (P) и развитие (R) фузариоза, %	
						P	R
28/15	88	3,5	46,9	1,5	17,0	11,3	8,4
33/15	81	3,3	47,6	1,4	16,5	45,0	37,2
6/15	82	2,9	46,4	1,2	17,3	20,0	16,9
13/15	84	3,0	46,5	1,3	16,7	17,5	15,6
5/15	84	2,9	46,5	1,2	14,2	13,8	10,9
Таврион (ст.)	79	2,5	49,1	1,1	14,3	41,3	38,4

вого Викинг-ВНИИМК. Для увеличения наследственной изменчивости применен индуцированный мутагенез с использованием нитрозоэтилмочевины (НЭМ) в концентрации 0,25%. Самоопыление растений сорта Викинг-ВНИИМК осуществляли в каждом поколении, начиная с M_1 . В M_2 были выделены растения без видимых морфологических изменений, в масле которых содержалось от 72 до 78% олеиновой кислоты.

Результатом десятилетней работы стало создание первого отечественного высокоолеинового сорта Амулет. Отличительной особенностью этого сорта от ранее созданных сортов 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 (табл. 11).

Таблица 11

Жирнокислотный состав масла сорта рапса ярового Амулет

Сорт	Содержание жирных кислот в масле, %			
	насыщенные	олеиновая	линолевая	линоленовая
Амулет	4,8	77,5	10,9	5,3
Викинг-ВНИИМК	5,7	68,7	18,5	3,9
Таврион (ст.)	5,2	67,3	18,1	6,5

В питомниках конкурсного и предварительного сортоиспытания проводится оценка HOLL линий рапса ярового, сочетающих высокое содержание ω -9 (78,5–83,6%) с низким ω -3 (1,5–3,6%).

Считается, что низкое содержание пигментов, полифенолов, лигнина и повышенный уровень токоферолов и каротиноидов в светлоокрашенной семенной оболочке являются одними из главных положительных характеристик желтосемянного рапса [5, 9, 15]. Жёлтая окраска семенной оболочки проявляется в случае, когда три локуса находятся в гомозиготном рецессивном состоянии. Амфидиплоидная природа рапса является одной из причин проблематичности получения генетически стабильных желтосемянных линий, причём все они ранее характеризовались генетически обусловленной понеженной потенциальной продуктивностью. В результате многолетней работы во ВНИИМК по созданию желтосемянной формы рапса ярового, получен селекционный материал с относительно константным проявлением признака желтой окраски семенной оболочки. В 2014–2015 гг. выделено 2 перспективных линии: 579/14 и 580/14 превысивших сорт-стандарт Таврион по урожайности семян на 0,2 т/га, масличности семян на 0,6% и, соответственно, сбору масла на 0,1 т/га (табл. 12). Доля желтых семян в данных линиях составляет 80–85%.

Т а б л и ц а 12

**Продуктивность желтосемянных линий рапса ярового
в питомнике предварительного испытания ВНИИМК (2014–2015 гг.)**

Линия	Урожайность семян		Масличность семян		Сбор масла		Содержание глюкозинолатов, мкмоль/г
	т/га	± к ст.	%	± к ст.	т/га	± к ст.	
579/14	2,71	0,21	49,4	0,6	1,20	0,10	15,1
580/14	2,68	0,18	49,4	0,6	1,19	0,09	15,1
Таврион (ст.)	2,50	—	48,8	—	1,10	—	14,9

Заключение

Таким образом, в результате селекционной работы в различных направлениях, во ВНИИМК создан новый высокопродуктивный сорт Сармат (4,3 т/га), а также перспективные линии рапса озимого, которые показали урожайность семян за два года на уровне 4,4–4,9 т/га.

Созданы высокоолеиновые, высокомасличные линии рапса озимого с содержанием олеиновой кислоты в масле 77,8–79,8%, что повышает оксистабильность масла из такого рапса в 2,5 раза.

Выделены сортообразцы сурепицы озимой с урожайностью 2,55–2,94 т/га и масличностью семян 50,0–51,8%. По жирнокислотному составу масла и содержанию глюкозинолатов (11,3–13,7 мкмоль/г) в семенах, образцы сурепицы озимой полностью соответствуют стандартам качества, предъявляемым к сортам типа «000».

В конкурсного сортоиспытания лучших линий рапса ярового выделилась группа высокоурожайных среднеспелых образцов с урожайностью семян 2,9–3,5 т/га, превосходящих сорт-стандарт Таврион по урожайности на 0,4–1,0 т/га.

Созданы высокоолеиновый сорт рапса ярового Амулет (77,5%), а также HOLL линии, сочетающих высокое содержание ω -9 (78,5–83,6%) с низким ω -3 (1,5–3,6%).

Получены желтосемянный селекционный материал рапса ярового, превышающий сизосемянный сорт-стандарт по продуктивности.

Приоритетными направлениями исследований в селекции рапса являются:

- высокая продуктивность за счёт создания гибридов на основе ЦМС;
- высокая масличность;
- улучшенный жирнокислотный состав масла и качество шрота;
- селекция на устойчивость к основным болезням;
- устойчивость к абиотическим факторам среды (зимостойкость и засухоустойчивость);
- технологичность.

Библиографический список

1. Горлов С.Л. Проблемы и перспективы рапсосоения на Кубани // Масличные культуры НТБ ВНИИМК. Краснодар. 2008. Вып. № 1 (138). С. 73–74.
2. Горлов С.Л., Бушнев А.С. и др. Оптимизация сроков сева озимого рапса в различных агроклиматических зонах РФ // Земледелие. 2009. №7. С. 34–35.
3. Горлов С.Л., Бочкарёва Э.Б., Горлова Л.А. Потенциал производства озимого рапса в Краснодарском крае // Земледелие. 2009. № 2. С. 11–12.
4. Горлов С.Л., Горлова Л.А., Бочкарёва Э.Б., Сердюк В.В. Селекция рапса и сурепицы во ВНИИМК // Нива Татарстана. 2016. № 1. С. 7–10.
5. Горлова Л.А. Перспективный селекционный материал ярового рапса для создания сортов «000»-го типа // сборник трудов Всероссийской научной конференции молодых учёных и студентов. Анапа. 2008. С. 62–64.
6. Горлова Л.А., Бочкарёва Э.Б., Сердюк В.В., Ефименко С.Г. Селекция рапса с повышенным содержанием олеиновой кислоты // Сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы агропромышленного комплекса юга России». 2015. Майкоп. Изд-во «Магарин О.Г.». С.137–140.
7. Ефименко С.Г., Ефименко С.К., Кучеренко Л.А., Назалева Я.А. Экспресс-оценка содержания основных жирных кислот в масле семян рапса с помощью ИК-спектроскопии // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур. 2015. Вып. 4 (164). С. 35–40.
8. Лукомец В.М., Бочкарёв Н.И., Баранов В.Ф. и др. Форпост масличной отрасли России // Летопись к 100-летию Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В.С. Пустовойта (1912–2012 гг.). Краснодар: ГНУ ВНИИМК РАСХН, 2012. С. 185–191.
9. Осик, Н.С., Поморова Ю.Ю. Жирорастворимые соединения в масле ярового рапса с жёлтой окраской семенной оболочки // Сборник научных докладов на Международной научно-практической конференции. Липецк. 2005. С. 108–113.
10. Пивень В.Т., Сердюк О.А. Фитосанитарный мониторинг болезней рапса // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2011. Вып. 2 (148–149). С. 162–166.
11. Сердюк В.В., Бочкарёва Э.Б., Горлов С.Л. Результаты исследований по оптимизации жирно-кислотного состава масла рапса ярового во ВНИИМК // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур. Выпуск № 1 (136) Краснодар 2007. С. 76–78.
12. Шербаков В.Г., Осик Н.С., Поморова Ю.Ю. Токоферолы в желтосемянной озимой сурепице // Известия Высших учебных заведений. Пищевая технология. Выпуск №1. Краснодар изд-во КубГТУ. 2007. С. 18–19.
13. Clarke M., Leaper D., Melloul S. High oleic / low linolenic winter oilseed rape varieties the first five years of UK cultivation // Proc.13-th Inter. Rapeseed Cong. Czech Republic, 2011. P. 1342–1345.

14. Guguin N., Lehman K. et al. Breeding and development of HOLL winter oilseed rape hybrids // Proc. 13-th Inter. Rapeseed Cong. Czech Republic, 2011. P. 566–568.

15. Ran Xiuhi, Li Jiana, Liang Yang Studies on the relationship between seed color and lignin content or seedcoat ratio in yellow-seeded rapeseed (*Brassica napus* L.) // Proc. 12-th Inter. Rapeseed Cong.-China.

16. Spasibionec S., Mikolajczyk K. et al. Breeding of oilseed rape for new seed oil quality // Proc. 13-th Inter. Rapeseed Cong. Czech Republic, 2011. P. 569–572.

MAIN TRENDS AND RESULTS OF RAPESEED AND TURNIP RAPE BREEDING IN VNIIMK

L.A. GORLOVA, YE. B. BOCHKARYOVA, V.V. SERDYUK, S.G. EFIMENKO

(VNIIMK named after V.S. Pustovoit)

Breeding work with winter and spring rapeseed types in VNIIMK is currently aimed at the development of high productive linear varieties with high oil content. The purposeful breeding of rapeseed to modify fatty-acid composition of oil and develop varieties with a stable trait of yellow colored seed cover is being carried out. The presence of antinutrients containing sulfur (glucosinolates) is also constantly controlled. All breeding seeds of rapeseed and turnip rape are examined for phytopathologies and the resistance to lodging. Using the main methods of developing source material for seed breeding— individual selections from intraspecific and interspecific hybrid populations combined with inbreeding the experts have developed lines of winter and spring rapeseed with seed yield of 4.9 t/ha and 3.5 t/ha, respectively. Lines of winter rapeseed with increased content of oleic acid — up to 77.8–79.8% — have been selected from intraspecific hybrids. Lines of spring rapeseed with high content of oleic acid in oil (77.4–78.7%) and lines combining high level of acid ω -9 (78.7%) and low level of ω -3 (3.3%) have been developed using a method of chemical mutagenesis. The first highly oleic variety of spring rapeseed Amulet (77.5%) was incorporated into the State Variety Register in 2016. Samples of winter turnip rape with yellow seeds and a yield of more than 3.0 t/ha, oil content of 50–53%, and glucosinolate content in seeds of 11.9–14.3 mknole/g have been developed as well. As a result of long-year research and development work, VNIIMK specialists developed highly oily (49.4%) yellow seed spring rapeseed lines exceeding the yield indicators of the standard variety Tavrion by 0.18–0.21 t/ha.

Key words: rapeseed, turnip rape, variety, line, yield, oil content, highly oleic variety, yellow seeds.

References

1. Gorlov S.L. Problemy i perspektivy raposeyaniya na Kubani [Problems and prospects of rapeseed growing in the Kuban] // Maslichnyye kul'tury NTB VNIIMK. Krasnodar. 2008. No. 1 (138). P. 73–74.

2. Gorlov S.L., Bushnev A.S. i dr. Optimizatsiya srokov seva ozimogo rapsa v razlichnykh agroklimaticheskikh zonakh RF [Optimizing the timing of winter rapeseed sowing in various agroclimatic zones of the Russian Federation] // Zemledeliye. 2009. No. 7. P. 34–35.

3. Gorlov S.L., Bochkarova Ye.B., Gorlova L.A. Potentsial proizvodstva ozimogo rapsa v Krasnodarskom kraye [Prospects of winter rapeseed growing in the Krasnodar region] // Zemledeliye. 2009. No. 2. P. 11–12.

4. Gorlov S.L., Gorlova L.A., Bochkareva Ye.B., Serdyuk V.V. Seleksiya rapsa i surepitsy vo VNIIMK [Selection of rapeseed and winter cress in VNIIMK] // Niva Tatarstana. 2016. No. 1. P. 7–10.

5. Gorlova L.A. Perspektivnyy selektsionnyy material yarovogo rapsa dlya sozdaniya sortov "000"-go tipa [Promising selection material of spring rapeseed for the development of "000" type varieties] // Sbornik trudov Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii molodykh uchonykh i studentov. Anapa. 2008. P. 62–64.

6. Gorlova L.A., Bochkareva E.B., Serdyuk V.V., Yefimenko S.G. Seleksiya rapsa s povyshennym soderzhaniyem oleinoy kisloty [Selection of rapeseed with an increased content of oleic acid] // Sbornik dokladov po materialam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nyye problemy agropromyshlennogo kompleksa yuga Rossii». 2015. Maykop. Izd-vo "Magarin O.G.". P. 137–140.

7. Yefimenko S.G., Yefimenko S.K., Kucherenko L.A., Nagalevskaya Ya.A. Ekspress-otsenka soderzhaniya osnovnykh zhirnykh kislot v masle semyan rapsa s pomoshch'yu IK-spektrometrii [Rapid assessment of the content of basic fatty acids in rapeseed oil using IR spectrometry] // Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tehnicheskii byulleten' Vserossiyskogo NII maslichnykh kul'tur. 2015. No. 4 (164). P. 35–40.

8. Lukomets V.M., Bochkarov N.I., Baranov V.F. i dr. Forpost maslichnoy otrasli Rossii [An outpost of the oil-producing branch in Russia] // Letopis' k 100-letiyu Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur imeni V.S. Pustovoyta (1912–2012). Krasnodar: GNU VNIIMK RASKHN, 2012. P.185–191.

9. Osik N.S., Pomorova Yu.Yu. Zhirorastvorimyye soyedineniya v masle yarovogo rapsa s zholtoy okraskey semennoy obolochki [Fat-soluble compounds in oil from spring rapeseed with yellow seed coating] // Sbornik nauchnykh dokladov na Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Lipetsk. 2005. P. 108–113.

10. Piven' V.T., Serdyuk O.A. Fitosanitarnyy monitoring bolezney rapsa [Phytopathological monitoring of rapeseed diseases] // Maslichnyye kul'tury: Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. 2011. No. 2 (148–149). P. 162–166.

11. Serdyuk V.V., Bochkareva Ye.B., Gorlov S.L. Rezul'taty issledovaniy po optimizatsii zhirno-kislotnogo sostava masla rapsa yarovogo vo VNIIMK [The results of optimization study of the fatty acid composition of spring rapeseed oil in VNIIMK]. // Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tehnicheskii byulleten' Vserossiyskogo NII maslichnykh kul'tur. Issue No.1 (136) Krasnodar 2007. P. 76–78.

12. Sherbakov V.G., Osik N.S., Pomorova Yu.Yu. Tokoferoly v zheltosemyannoy ozimoy surepitse [Tocopherols in the yellow-seed winter cress] // Izvestiya Vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya. Issue No.1. Krasnodar izd-vo KubGTU. 2007. P. 18–19.

13. Clarke M., Leaper D., Melloul S. High oleic / low linolenic winter oilseed rape varieties — the first five years of UK cultivation // Proc.13-th Inter. Rapeseed Cong. Czech Republic, 2011. P. 1342–1345.

14. Guguin N., Lehman K. et al. Breeding and development of HOLL winter oilseed rape hybrids // Proc.13-th Inter. Rapeseed Cong. Czech Republic, 2011. P. 566–568.

15. Ran Xiuhi, Li Jiana, Liang Yang Studies on the relationship between seed color and lignin content or seedcoat ratio in yellow-seeded rapeseed (*Brassica napus* L.) // Proc. 12-th Inter. Rapeseed Cong.-China.

16. Spasibionec S., Mikolajczyk K. et al. Breeding of oilseed rape for new seed oil quality // Proc.13-th Inter. Rapeseed Cong. CzechRepublic, 2011. P. 569–572.

Горлова Людмила Анатольевна — к. б. н., зав. лабораторией селекции рапса ФГБНУ Всероссийский НИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (г. Краснодар, ул. Филатова, д. 17; тел.: (861) 275-79-10; e-mail: lagorlova26@yandex.ru).

Бочкарёва Эмма Борисовна — д. с.-х. н., гл. науч. сотр. лаборатории селекции рапса ФГБНУ Всероссийский НИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (г. Краснодар, ул. Филатова, д. 17; тел.: (861) 274-64-87).

Сердюк Вадим Владимирович — ст. науч. сотр. лаборатории селекции рапса ФГБНУ Всероссийский НИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (г. Краснодар, ул. Филатова, д. 17; тел.: (861) 274-64-87).

Ефименко Сергей Григорьевич — к. б. н., зав. лабораторией биохимии ФГБНУ Всероссийский НИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (г. Краснодар, ул. Филатова, д. 17; тел.: (861) 274-53-94; e-mail: efimenko-km@yandex.ru).

Ljudmila A. Gorlova — PhD (Bio), Head, the Rapeseed Breeding Laboratory, Federal State Budgetary Scientific Institution — All-Russian Research Institute of Oil Crops named after V.S. Pustovoit, (17, Filatova str., Krasnodar; phone (861) 275-79-10; e-mail: lagorlova26@yandex.ru).

Emma B. Bochkaryova — DSc (Ag), Senior Researcher, the Rapeseed Breeding Laboratory, Federal State Budgetary Scientific Institution — All-Russian Research Institute of Oil Crops named after V.S. Pustovoit (17, Filatova str., Krasnodar; phone: +7 (861) 274-64-87).

Vadim V. Serdyuk — Senior Researcher, the Rapeseed Breeding Laboratory, Federal State Budgetary Scientific Institution — All-Russian Research Institute of Oil Crops named after V.S. Pustovoit (17, Filatova str., Krasnodar; phone: +7 (861) 274-64-87).

Sergey G. Efimenko — PhD (Bio), Head, the Biochemistry Laboratory, Federal State Budgetary Scientific Institution — All-Russian Research Institute of Oil Crops named after V.S. Pustovoit (17, Filatova str., Krasnodar; phone: (861) 274-53-94; e-mail: efimenko-km@yandex.ru).