

DOI: 10.25637/TVAN.2018.03.03.

УДК 633.854.54:631.526.32:001.53

Бражников В. Н., Бражникова О. Ф., Бражников Д. В.

## РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ПЕНЗЕНСКОМ НИИСХ

ФГБНУ «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

**Реферат.** Лён обыкновенный – одно из ценных сельскохозяйственных растений. По биологической ценности льняное масло занимает первое место среди других пищевых растительных масел. Различное соотношение жирных кислот позволяет использовать масло для технических и пищевых целей. Цель исследований – создать высокопродуктивные сорта льна масличного с определенным жирнокислотным составом масла для развития новых направлений использования в пищевой и технической промышленности. Работа выполнена в 2013–2015 гг. Объект исследования – собственный селекционный материал. При проведении исследований использовали «Методику государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», стандартные методы газожидкостной хроматографии. Проанализированы результаты конкурсного сортоиспытания (2013–2015 гг.) льна масличного в Пензенском НИИСХ. Выделены более скороспелые образцы К-9/23-2, К-9/23-12. Восемь сортообразцов и сорт Исток (St. 2) превосходят по урожайности семян сорт ВНИИМК-622 (St. 1) на 0,17–0,29 т/га. По комплексу основных хозяйственно полезных признаков выделены образцы 208/4, К-9/23-29 и 281/52 с урожайностью 1,93; 1,92 и 1,91 т/га, масличностью – 44,49; 44,76 и 44,65 % и сбором масла – 754,9; 754,5 и 751,0 кг/га соответственно. Выявлены наиболее стабильные сортообразцы: по семенной продуктивности – 277/48 ( $V = 12,3$  %), К-9/23-29 ( $V = 14,2$  %) и 255/26 ( $V = 14,3$  %), по масличности – 261/32 ( $V = 0,59$  %), 281/52 ( $V = 0,60$  %) и 241/12 ( $V = 0,63$  %), по сбору масла – 277/48 ( $V = 10,2$  %), К-9/23-29 ( $V = 12,8$  %) и ОФ-18 ( $V = 13,0$  %). Созданы образцы с традиционным жирнокислотным составом масла (ЖКС) К-9/23-2 и К-9/23-12 (линоленовой кислоты 60,89; 61,43 %, линолевой кислоты – 16,19; 16,65 %), селекционные номера с нетрадиционным ЖКС масла 208/4, К-9/23-29, 281/52 и 255/26 (линолевой кислоты – 60,02–66,22 %, линоленовой кислоты – 8,75–15,20 %) и сортообразцы 241/12, 261/32 и 205/1 с промежуточным ЖКС (линолевой кислоты – 31,92–36,20 %, линоленовой кислоты – 15,20–45,14 %). В 2014 г. передан на Государственное сортоиспытание сорт льна масличного Викиг с содержанием линолевой кислоты 37,3 %, линоленовой кислоты – 39,2 %.

**Ключевые слова:** лён обыкновенный *Linum usitatissimum* L., сорт, селекция, продуктивность, масличность, сбор масла, стабильность, жирнокислотный состав масла.

### Введение

Лён обыкновенный (*Linum usitatissimum* L.) – одно из немногих растений, которое используют в различных сферах жизнедеятельности человека. По биологической ценности льняное масло занимает первое место среди других пищевых растительных масел [1, 2]. Однако высокое содержание  $\alpha$ -линоленовой кислоты в масле способствует быстрому окислению и снижает срок использования льнопродуктов. Содержание в масле жирных высокомолекулярных ненасыщенных кислот определяет его способность к быстрому высыханию и ценность как технического масла [3–6]. В настоящее время научные организации России, Австралии и Канады ведут селекционные работы по созданию сортов льна масличного с изменённым жирнокислотным составом масла [6]. Различное соотношение жирных кислот позволяет использовать масло для технических и

пищевых целей – производства продуктов с длительным сроком хранения (маргаринов, майонезов, пищевых биодобавок).

**Цель исследований** – создать высокопродуктивные сорта льна масличного с определенным жирнокислотным составом масла для развития новых направлений использования в пищевой и технической промышленности.

**Материалы и методы исследований**

Работа выполнена на опытном поле ФГБНУ «Пензенский НИИСХ» в период с 2013 по 2015 годы. Почвы опытного участка – чернозём выщелоченный мощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Почва характеризуется хорошими агрохимическими свойствами: содержание гумуса 4,63 %, легкогидролизуемых форм азота – среднее, подвижного фосфора – высокое, обменного калия – повышенное. Степень кислотности согласно рН водного – слабокислая, рН солевого – среднекислая. Объект исследования – собственный селекционный материал. При выполнении исследований использовали общепринятые методики [7–10].

Основной метод создания исходного материала – гибридизация с последующим отбором по комплексу хозяйственно ценных признаков. Идентификацию и определение содержания высокомолекулярных жирных кислот (ВЖК) триацилглицеролов масла выполняли методом газожидкостной хроматографии. Получение метиловых эфиров жирных кислот проводили по ГОСТ Р 51 486–99 [11]. Разделение метиловых эфиров осуществляли на хроматографе «Кристалл 5000.1». Содержание масла в семенах селекционных сортов и сортообразцов определяли по методу Лебеяднцаева–Раушковского [12]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [13].

Метеорологические условия в годы исследований были разнообразны и достаточно полно отражали особенности лесостепной зоны Среднего Поволжья (таблица 1).

**Таблица 1 – Гидротермические условия роста и развития льна по межфазным периодам**

Показатель	Год	Межфазный период						
		посев – всходы	всходы – ёлочка	ёлочка – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – созревание плодов	посев – созревание плодов	всходы – созревание плодов
Продолжительность, сутки	2013	8	6	33	8	53	108	100
	2014	11	9	23	9	54	106	95
	2015	5	8	22	8	54	97	92
Средняя температура воздуха, °С	2013	18,5	16,3	18,7	22,5	18,6	19,8	18,8
	2014	13,7	20,3	19,6	14,7	20,4	19,0	19,6
	2015	13,1	18,0	21,4	23,4	20,6	20,4	20,8
Сумма активных температур, °С	2013	148,1	98,0	617,6	179,7	986,4	2137,8	1881,7
	2014	151,1	183,1	449,9	132,2	1099,0	2015,3	1864,3
	2015	65,7	143,6	470,4	187,4	1110,0	1977,0	1911,0
Количество осадков, мм	2013	1,0	35,3	69,6	2,6	128,8	237,3	236,3
	2014	8,3	1,7	13,2	15,1	61,9	100,2	91,9
	2015	0,0	3,0	17,5	48,4	204,1	273,0	273,0
ГТК (по Селянинову)	2013	0,07	3,60	1,13	0,14	1,31	1,11	1,26
	2014	0,55	0,09	0,29	1,14	0,56	0,50	0,95
	2015	0,00	0,21	0,37	2,58	1,84	1,38	1,43

Выполнен анализ гидротермических показателей по межфазным периодам. Посев льна проведен в 2013 г. – 14 мая, 2014 г. – 4 мая, 2015 г. – 13 мая. В целом

вегетационный период льна протекал в различных условиях: 2013 г. – обеспеченного увлажнения (ГТК – 1,11), 2014 г. – сухих (ГТК – 0,50) и 2015 г. – избыточного увлажнения (ГТК – 1,38), его продолжительность составила 108, 106 и 97 дней. Сумма активных температур – 2137,8, 2015,3 и 1977 °С. За данный период выпало 237,3, 100,2 и 273,0 мм осадков соответственно. Все указанные условия значительно повлияли на рост, развитие и продуктивность льна.

### Результаты и их обсуждение

Фенологические наблюдения показали, что более ранним созреванием характеризовался стандарт ВНИИМК-622. Изучаемые образцы по продолжительности периода вегетации были на уровне второго стандарта (Исток). В условиях 2013–2015 гг. более скороспелыми были образцы К-9/23-2, К-9/23-12, хозяйственная спелость которых наступала на трое–пятеро суток раньше, чем у ВНИИМК-622. Наиболее устойчивы к полеганию сортообразцы 281/52, К-9/23-2, К-9/23-12 и сорт Исток (St. 2). Изучаемые образцы, включая стандарты, имели слабую степень поражения болезнями (менее 10 %), которая оценивалась в три балла. Образец 281/52 характеризуется средней степенью устойчивости к болезням. Урожайность семян изучаемых сортообразцов в среднем за годы изучения составила 1,64–1,93 т/га, при 1,66 и 1,95 т/га у ВНИИМК-622 и Истока соответственно (таблица 2). Достоверно превышали по данному показателю первый стандарт восемь сортообразцов, превышение – 0,19–0,27 т/га.

**Таблица 2 – Продуктивность льна масличного в конкурсном сортоиспытании (2013–2015 гг.)**

Сорт/ сортообразец	Урожайность, т/га	V, %	Масличность, %	V, %	Сбор масла, кг/га	V, %	Содержание сырого протеина, %	V, %	Сбор сырого протеина, кг/га	V, %	
ВНИИМК-622 (St. 1)	1,66	19,1	42,46	1,06	620,8	19,5	25,57	6,5	375,6	23,7	
Исток (St. 2)	1,95	16,9	44,31	0,87	759,2	16,2	24,72	9,8	425,9	23,5	
241/12	1,88	19,2	44,72	0,63	738,2	18,8	24,88	9,5	415,5	28,0	
281/52	1,91	22,0	44,65	0,60	751,0	21,5	24,63	10,9	419,7	31,1	
261/32	1,87	20,5	45,42	0,59	747,4	20,0	24,83	10,4	414,4	31,1	
205/1	1,85	23,1	43,28	2,28	703,0	21,5	24,79	12,6	408,3	32,2	
К-9/23-2	1,77	16,1	42,44	1,35	660,4	14,9	25,78	9,8	405,5	24,3	
К-9/23-12	1,78	21,4	42,34	1,22	661,6	20,3	25,74	10,4	404,9	25,9	
255/26	1,73	14,3	44,23	1,16	674,8	14,9	24,63	6,8	377,3	19,5	
208/4	1,93	16,7	44,49	1,09	754,9	16,2	24,76	7,1	423,5	23,5	
К-9/23-29	1,92	14,2	44,76	1,33	754,5	12,8	24,87	7,6	422,6	22,0	
277/48	1,83	12,3	46,36	2,14	744,5	10,2	23,93	7,9	387,3	19,5	
OF-87/225	1,75	21,1	43,98	4,60	673,2	17,0	26,06	10,7	407,3	31,5	
OF-18	1,88	15,3	43,83	2,26	721,8	13,0	26,45	7,2	439,3	22,2	
OF-11	1,64	18,8	43,20	2,55	624,4	17,9	24,61	15,7	362,9	32,7	
105/46	1,85	15,6	44,81	2,02	728,9	14,0	24,64	10,9	406,0	26,4	
НСР <sub>05</sub>	2013 г.	0,15	–	1,45	–	18,5	–	1,14	–	14,5	–
	2014 г.	0,14	–	1,02	–	12,7	–	1,62	–	20,1	–
	2015 г.	0,14	–	0,87	–	10,9	–	1,30	–	16,4	–
	средняя	0,14	–	1,11	–	14,0	–	1,35	–	17,0	–

Продуктивность пяти образцов определена на уровне ВНИИМК-622 (St. 1) и варьировала в интервале 1,64–1,78 т/га. Ни один селекционный номер не превысил по данному показателю Исток (St. 2). Семенная продуктивность восьми сортообразцов (208/4, К-9/23-29, 281/52, 241/12, OF-18, 261/32, 205/1 и 277/48), составившая 1,83–1,93 т/га, была на уровне Истока (St. 2). Большую продуктивность в данном питомнике имели сортообразцы 208/4 – 1,93 т/га, К-9/23-29 – 1,92 т/га и 281/52 – 1,91 т/га.

Коэффициент вариации семенной продуктивности изучаемых образцов (V, %) составил 12,3–23,1 %, при 19,1 и 16,9 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно. Наиболее стабильны селекционные номера 277/48 (V = 12,3 %), К-9/23-29 (V = 14,2 %) и 255/26 (V = 14,3 %). Следует выделить группу наиболее стабильных образцов (V = 12,3–16,7 %) с высокой урожайностью льносемян: 208/4, К-9/23-29, OF-18, 105/46 и 277/48. Высокопродуктивные сортообразцы 281/52, 241/12, 261/32 и 205/1 менее стабильны (V = 19,2–23,1 %). Таким образом, все изучаемые сортообразцы достаточно хорошо и удовлетворительно стабильны по продуктивности.

Масличность по номерам питомника составила 42,3–46,4 %, при 42,5 и 44,3 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно (см. таблицу 2). Определены высокомасличные сортообразцы 277/48 и 261/32, превосходившие по данному показателю стандарты. Масличность указанных образцов составила 46,4 и 45,4 % соответственно.

Коэффициент вариации данного признака составил 0,59–4,60 %, при 1,06 и 0,87 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно, что позволяет говорить о его стабильности. Более стабильны по масличности сортообразцы 261/32, 281/52 и 241/12, коэффициент вариации – 0,59; 0,60 и 0,63 % соответственно. Высокомасличные сортообразцы 277/48 и 261/32 относительно стабильны по данному признаку.

Содержание сырого протеина в данном питомнике составило 23,9–26,5 %, при 25,6 и 24,7 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно (см. таблицу 2). Содержание сырого протеина в семенах всех образцов определено на уровне первого стандарта. Максимальное содержание протеина отмечено у сортообразца OF-18 – 26,5 %, что достоверно превышало показатели сорта Исток (St. 2) на 1,7 %.

Коэффициент вариации данного признака составил 6,8–15,5 %, при 6,5 и 9,8 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно, что позволяет говорить о его стабильности и достаточно хорошей стабильности. Более стабильны по содержанию сырого протеина в семенах сортообразцы 255/26, 208/4, OF-18, К-9/23-29 и 277/48, коэффициент вариации – 6,8; 7,1; 7,2; 7,6 и 7,9 % соответственно.

Продуктивность масличной культуры определяется количеством масла соответствующего качества, получаемого с единицы площади. Почти все изучаемые образцы в среднем за годы изучения превысили по сбору масла первый стандарт ВНИИМК-622 на 39,6–134,1 кг/га, показатели номера OF-11 определены на уровне стандарта. Большие значения данного показателя отмечены у сортообразцов 208/4 – 754,9 кг/га, К-9/23-29 – 754,5 кг/га и 281/52 – 751,0 кг/га, что соответствует уровню сорта Исток (St. 2).

Коэффициент вариации данного признака составил 10,2–21,5 %, при 19,5 и 16,2 % у ВНИИМК-622 и Истока соответственно. Более стабильные показатели сбора масла определены у сортообразцов 277/48, К-9/23-29 и OF-18, коэффициент вариации – 10,2, 12,8 и 13,0 % соответственно, то есть они достаточно хорошо стабильны. Высокопродуктивные селекционные номера 208/4, 281/52 и 261/32 менее стабильны, коэффициент вариации составил 16,2; 21,5 и 20,0 % соответственно. Тем не менее, все изучаемые образцы достаточно хорошо стабильны и удовлетворительно стабильны по данному признаку.

Выделены высокорослые образцы 261/32, 208/4 и 281/52 – 59,6; 55,9 и 55,1 см соответственно и короткостебельные сортообразцы К-9/23-2 и К-9/23-12 с высотой растений 41,9 и 42,5 см.

Важное значение при возделывании льна на волокно и двустороннее использование имеет техническая длина стебля. Данный показатель находился в пределах 24,6–43,9 см в зависимости от сортообразца. Значения технической длины стебля у сортообразцов 261/32, 105/46 и 208/4 были выше, чем у Истока на 4,3; 2,1 и 1,8 см соответственно.

Образцы льна масличного существенно различались по диаметру стебля. Значения этого показателя по сортообразцам составили 1,67–1,90 мм, при 1,77 и 1,70 мм у ВНИИМК-622 и Истока соответственно. Большой диаметр стебля определен у образцов 261/32, OF-87/225 и OF-18, составивший 1,90 мм. Номера 105/46, OF-14 и 205/1 выделены как наиболее тонкостебельные.

Показатель «длина зонтичной кисти» в зависимости от образца находился в пределах от 12,9 до 20,7 см при 15,4 и 13,4 см у стандартов. Большие значения данного показателя определены у сортообразцов OF-18 – 20,7 см и 277/48 – 19,4 см.

Анализ структуры урожая показал, что показатели «количество ветвей первого порядка» и «количество коробочек» значительно варьировали по сортообразцам. По данным показателям выделены селекционные номера 281/52, 255/26, имеющие 5,6 ветвей и номера 208/4, 281/52, сформировавшие на одном растении 15,6 и 15,0 коробочек.

Все изучаемые селекционные образцы имели мелкие коробочки шаровидной и цилиндрической формы. Наиболее крупные коробочки отмечены у образцов 241/12, OF-11 и 261/32 диаметром 6,8 мм, и высотой 8,1 и 8,0 мм.

Образцы льна масличного существенно различались по количеству семян в коробочке. Селекционные номера 208/4, и OF-87/225 по количеству семян в коробочке были на уровне Истока (8,3 шт.). Большие значения показателя были у сортообразцов К-9/23-29 – 8,6 шт., 281/52, 261/32, 205/1 и 105/46 – 8,4 шт.

Важное значение при возделывании льна на семена имеют показатели «масса семян с растения» и «число семян с растения». Большие значения по первому показателю отмечены у сортообразцов 208/4 и 281/52 (0,68 г и 0,60 г). Данные образцы характеризуются также высоким «числом семян с растения» (134,6 и 124,0 шт.)

Значения показателя «масса 1000 семян» составили 5,35–6,39 г, при 6,86 и 5,55 г у ВНИИМК-622 и Истока соответственно. Большие значения определены у сортообразцов OF-11 – 6,39 г, 261/32 – 6,27 г и OF-18 – 6,24 г.

Наиболее стабильны как в отдельные годы исследований, так и в среднем показатели «количество стеблей» ( $V = 3,91\%$ ), «высота коробочки» ( $V = 8,4\%$ ), «высота растений» ( $V = 10,9\%$ ) и «диаметр коробочки» ( $V = 11,5\%$ ). Большая вариабельность определена по показателям «распространенность заболеваний» ( $V = 136,9\%$ ), «наличие опушения» ( $V = 58,3\%$ ), «количество семян с растения» ( $V = 41,5\%$ ), «масса семян с растения» ( $V = 39,5\%$ ) и «количество коробочек» ( $V = 37,5\%$ ). В условиях 2014 г. определены большие значения коэффициентов вариации ( $V = 11,2–211,7\%$ ). Без учета показателей «распространённость заболеваний» и «наличие опушения» большая стабильность признаков отмечена в 2013 г. ( $V = 4,1–42,2\%$ ). Выделены более стабильные по всем признакам сортообразцы 255/26, 208/4, К-9/23-29, 277/48 и OF-11 ( $V = 12,9–24,0\%$ ). Селекционные номера 105/46, 281/52, 205/1 и 241/12 (Викинг) менее стабильны ( $V = 36,3–62,0\%$ ). Без учета показателей «распространённость заболеваний» и «наличие опушения» большая стабильность признаков определена у сортообразцов 255/26 ( $V = 4,3–41,0\%$ ), К-9/23-2 ( $V = 5,3–40,1\%$ ),

К-9/23-12 ( $V = 6,0-45,4 \%$ ) и 261/32 ( $V = 3,6-36,9 \%$ ), менее стабильны Исток ( $V = 9,6-50,2 \%$ ) и OF-18 ( $V = 10,9-49,7 \%$ ).

Различная вариация отдельных показателей структуры урожая льна под влиянием тех или иных экологических параметров среды обитания свидетельствует о неодинаковой степени их связанности, как между собой, так и с семенной продуктивностью. Для выявления признаков, определяющих продукционный процесс, был проведен анализ их корреляции с продуктивностью растения. Масса семян с одного растения является одним из основных количественных признаков продуктивности. У основной части сортообразцов отмечена высокая положительная корреляция этого признака с количеством семян с растения ( $r = 0,73-0,94$ ), числом коробочек ( $r = 0,75-0,96$ ), средняя положительная корреляция с диаметром стебля ( $r = 0,45-0,69$ ) малая и средняя положительная корреляция с количеством ветвей первого порядка ( $r = 0,21-0,58$ ) и высотой растений ( $r = 0,27-0,71$ ).

Более высокая положительная корреляция продуктивности растений с показателем «количество семян в коробочке» выявлена у образцов К-9/23-2 – 0,94 ( $r = 0,89-0,98$ ), OF-87/225 – 0,91 ( $r = 0,85-0,96$ ) и OF-18 – 0,91 ( $r = 0,88-0,92$ ), с «количеством коробочек» у селекционных номеров К-9/23-2 – 0,96 ( $r = 0,94-0,97$ ), OF-87/225 – 0,94 ( $r = 0,93-0,97$ ) и 205/1 – 0,91 ( $r = 0,85-0,97$ ).

В среднем по всем селекционным образцам более высокая корреляционная зависимость «продуктивности растения» с «числом семян с растения» определена в 2014 и 2015 г. – 0,86 при ее значении 0,79 в 2013 г. Схожая зависимость прослеживается между показателями «масса семян с растения» и «количество коробочек» в 2014, 2015 гг. – 0,84, 0,85 при 0,78 в 2013 г.

Выявлена прямая положительная корреляция продуктивности с высотой растений у образцов К-9/23-2 – 0,74 ( $r = 0,73-0,75$ ) и К-9/23-12 – 0,71 ( $r = 0,68-0,76$ ), то есть потенциал продуктивности селекционных образцов возможно значительно повысить, ведя направленный отбор по данному признаку. Все указанные признаки можно определить как путем точных измерений (разбором структурного снопа) в лабораторных условиях, так и в полевых условиях (оценивая глазомерно и путем инструментальных измерений и расчётов). Таким образом, возможно более упрощенное направленное и вместе с тем эффективное ведение селекционного процесса.

В 2008 г. в Государственный реестр селекционных достижений внесен созданный учёными «Пензенского НИИСХ» сорт льна масличного Исток с содержанием линолевой кислоты 70,41 % и линоленовой – 5,71 %. В селекционном процессе, направленном на получение сортообразцов с различным жирнокислотным составом, в качестве одной из родительских форм использовали сорта, генетически близкие к сорту Исток. Низкое содержание линоленовой кислоты в масле данных сортообразцов является генетически закреплённым признаком и незначительно изменяется в зависимости от условий выращивания [6, 14, 15].

Анализ жирнокислотного состава (ЖКС) липидов, выделенных из семян сортообразцов льна последних этапов селекции, показал, что состав липидов образцов 208/4, К-9/23-29, 281/52 и 255/26 близок к селекционным номерам льнольного типа и сорту Исток (таблица 3).

В составе глицеридов жиров данных сортообразцов определено 60,02–66,22 % – линолевой кислоты и 8,75–15,20 % линоленовой кислоты. Особого внимания заслуживают созданные нами селекционные номера 241/12, 261/32 и 205/1, занимающие по жирнокислотному составу липидов семян промежуточное положение между сортами льна с традиционным ЖКС и образцами, имеющими изменённый ЖКС.

**Таблица 3 – Жирнокислотный состав липидов, выделенных из семян льна**

Сорт/сортобразец	Кислота				
	пальмитиновая С 16:0	стеариновая С 18:0	олеиновая С 18:1	линолевая С 18:2	линоленовая С 18:3
ВНИИМК-622 (St. 1)	4,09	3,49	15,87	16,41	59,37
Исток (St. 2)	5,13	4,10	13,62	70,41	5,71
241/12	4,50	3,50	14,67	37,33	39,15
281/52	4,82	4,08	13,65	61,27	15,20
261/32	4,54	3,53	14,03	31,92	45,14
205/1	4,24	3,90	14,11	36,25	40,68
К-9/23-2	3,90	3,07	14,71	16,65	60,89
К-9/23-12	3,86	2,38	15,38	16,19	61,43
255/26	4,85	4,18	14,91	60,02	15,09
208/4	4,96	4,28	14,71	66,22	8,75
К-9/23-29	4,84	4,24	14,65	65,32	10,00

Липиды данных сортобразцов содержали 31,92–36,20 % линолевой кислоты и 15,20–45,14 % – линоленовой кислоты. Сортобразец 261/32 (линолевая – 31,92 %, линоленовая – 45,14 %) отклоняется по данному признаку в сторону сортов с традиционным ЖКС. Селекционные номера К-9/23-2 и К-9/23-12 имели традиционный ЖКС (60,89; 61,43 % – линоленовой кислоты, 16,19; 16,65 % – линолевой кислоты).

### Выводы

В процессе селекции льна масличного в Пензенском НИИСХ создан и проанализирован новый селекционный материал. Выделены более скороспелые образцы К-9/23-2 и К-9/23-12.

Получены высокопродуктивные сортобразцы 208/4, К-9/23-29 и 281/52 с урожайностью 1,93; 1,92 и 1,91 т/га, масличностью – 44,5; 44,8 и 44,7 % и сбором масла – 754,9; 754,5 и 751,0 кг/га соответственно.

Определены высокомасличные селекционные номера 277/48 (46,4 %) и 261/32 (45,4 %), превосходившие по данному показателю стандарты.

Максимальное содержание протеина отмечено у сортобразца OF-18 – 26,5 %, что достоверно превышало показатели сорта Исток (St. 2) на 1,7 %.

Наиболее стабильны сортобразцы: по семенной продуктивности – 277/48 ( $V = 12,3$  %), К-9/23-29 ( $V = 14,2$  %) и 255/26 ( $V = 14,3$  %), по масличности – 261/32 ( $V = 0,59$  %), 281/52 ( $V = 0,60$  %) и 241/12 ( $V = 0,63$  %), по сбору масла – 277/48 ( $V = 10,2$  %), К-9/23-29 ( $V = 12,8$  %) и OF-18 ( $V = 13,0$  %) по содержанию сырого протеина в семенах – 255/26 ( $V = 6,8$  %), 208/4 ( $V = 7,1$  %), OF-18 ( $V = 7,2$  %), К-9/23-29 ( $V = 7,6$  %) и 277/48 ( $V = 7,9$  %). Выделены более стабильные по всем признакам образцы 255/26, 208/4, К-9/23-29, 277/48 и OF-11 ( $V = 12,9$ –24,0 %).

У основной части изученных сортобразцов определена высокая положительная корреляция массы семян с одного растения с количеством семян с растения ( $r = 0,73$ –0,94), числом коробочек ( $r = 0,75$ –0,96), средняя положительная корреляция с диаметром стебля ( $r = 0,45$ –0,69), малая и средняя положительная корреляция с количеством побегов первого порядка ( $r = 0,21$ –0,58) и высотой растений ( $r = 0,27$ –0,71). Таким образом, потенциал продуктивности селекционных образцов возможно значительно повысить, ведя направленный отбор по данным признакам.

Созданы высоколиноленовые сортообразцы К-9/23-2 и К-9/23-12 (линоленовой кислоты 60,89; 61,43 %, линолевой кислоты – 16,19; 16,65 %), низколиноленовые селекционные номера 208/4, К-9/23-29, 281/52 и 255/26 (линоленовой кислоты – 8,75–15,20 %, линолевой кислоты – 60,02–66,22 %). Сортообразцы 241/12, 261/32 и 205/1 имеют промежуточный ЖКС (линолевой кислоты – 31,92–36,20 %, линоленовой кислоты – 15,20–45,14 %). Разнообразный ЖКС масла изучаемых образцов позволит значительно расширить возможности его использования в производстве.

В 2014 г. передан на Государственное сортоиспытание сорт льна масличного Викинг (241/12) с содержанием линолевой кислоты 37,3 %, линоленовой кислоты – 39,2 %.

### Литература

1. Бражников В. Н., Бражникова О. Ф., Прахова Т. Я., Прахов В. А. Результаты селекции и жирно-кислотный состав масла льна масличного // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 6. С. 23–27.
2. Бражников В. Н., Бражникова О. Ф. Результаты селекции льна масличного // Материалы научно-практической конференции: «Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных культур». Рязань: ФГБОУ «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева», 2013. С. 50–53.
3. Соловьев А. Я. Льноводство. М.: Агропромиздат, 1989. 319 с.
4. Крепков А. П. Селекция льна-долгунца в Сибири. Томск: изд-во Томского государственного университета, 2000. 185 с.
5. Галкин Ф. М., Хатнянский В. И., Тишков Н. М., Пивень В. Т., Шафоростов В. Д. Лён масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки. Краснодар: РАСХН, ГНУ ВНИИМК, 2008. 191 с.
6. Скляр С. В. Жирно-кислотный профиль и оксидостойкость масла низколиноленовых сортообразцов льна масличного // Масличные культуры. 2012. № 2 (151–152). С. 91–95.
7. Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур. Л.: ВИР, 1976. 21 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Сельхозгиз, 1972. 304 с.
9. Методические указания по селекции льна-долгунца. М.: Россельхозакадемия, 2004. 43 с.
10. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов // Под ред. Скурихина И. М., Тутельяна В. А. М.: «Брадент-Медицина», 1998. С. 84–93.
11. ГОСТ Р 51483–99. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме. М.: ИПК Издательство стандартов. 2000. 7 с.
12. Раушковский С. С. Методы исследований при селекции масличных растений по содержанию масла. М.: Пищепромиздат, 1959. 46 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
14. Кроль Т. А. Сравнительное изучение роста продуктивности сортов льна масличного в центральном регионе РФ. Автореферат дисс. ... канд. с.-х. наук. М.: ФГОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», 2004. 20 с.
15. Вакула С. И., Король Л. В., Игнатовец О. С., Титок В. В., Хотылева Л. В. Эколого-генетические аспекты продуктивности и качества сортов льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) // Экологическая генетика. 2009. № (4). С. 14–22.

### References

1. Brazhnikov V. N., Brazhnikova O. F., Prakhova T. Ya., Prakhov V. A. Results of selection and fatty acid composition of flax oil // International agricultural journal. 2015. No. 6. P. 23–27.
2. Brazhnikov V. N., Brazhnikova O. F. Results of cultivation of flax// Materials of Scientific-Practical Conference: “Scientific and practical aspects of technologies of cultivation and processing of oilseeds”. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University, 2013. P. 50–53.
3. Solovyov A. I. Flax production. Moscow: Agropromizdat, 1989. 319 p.

4. Krepkov A. P. Breeding of flax in Siberia. Tomsk: publishing house of Tomsk State University. 2000. 185 p.
5. Galkin F. M., Khatnyanskiy V. I., Tishkov N. M., Piven V. T., Shaforostov V. D. Oilseed flax: breeding, seed production, cultivation and harvesting technology. Krasnodar: Russian Academy of Agricultural Sciences, State Scientific Institution All-Russia Research Institute of Oil Crops named after V.S. Pustovoit (VNIIMK), 2008. 191 p.
6. Sklyarov S. V. Fatty acid profile and oil oxidizing stability of low-linolenic oil flax// Oil Crops. Scientific and technical bulletin of All-Russia Research Institute of Oil Crops. 2012. No. 2 (151–152). P. 91–95.
7. Guidelines for the study of the world collection of oilseeds. Leningrad: The N. I. Vavilov All-Russian Institute of plant genetic resources, 1976. 21 p.
8. Methods of state variety testing of agricultural crops. Moscow: Selkhozizdat, 1972. 304 p.
9. Methodical instructions on flax selection. Moscow: Rosselkhozakademia, 2004. 43 p.
10. Guidance on food quality and safety analysis methods // Ed. by Skurikhin I. M., Tutelyan V. A. Moscow: "Bradens-Medicine", 1998. P. 84–93.
11. GOST R 51 483-99. Vegetable oils and animal fats. Determination by gaz chromatography of constituent contents of methyl esters of total fatty acid content. Moscow: Publishing and printing center Izdatelstvo standartov, 2000. 7 p.
12. Raushkovskiy S. S. Research methods in breeding oilseeds on the oil content. Moscow: Pishchepromizdat, 1959. 46 p.
13. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results) Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
14. Krol' T. A. Comparative study of productivity growth of flax varieties in the central region of the Russian Federation. The author's abstract ... Cand. Sc. (Agr.). Moscow: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazew Agrarian Academy, 2004. 20 p.
15. Vakula S. I., Korol' L. V., Ignatovets O. S., Titok V.V. Khotyleva L.V. Ecological and genetic aspects of productivity and quality in linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars // Ecological genetics. 2009. No. 7 (4). P. 14–22.

UDC 633.854.54:631.526.32:001.53

Brazhnikov V. N., Brazhnikova O. F., Brazhnikov D. V.,

### **RESULTS OF OIL FLAX BREEDING IN PENZA RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE**

*Summary. Flax is one of the valuable agricultural plants. The biological value of linseed oil ranks first among other edible vegetable oils. Different ratio of fatty acids allows using this oil both for technical and food purposes. The purpose of the research was to create highly productive varieties of oil flax with a certain fatty acid composition of the oil for the development of new areas of use in the food production and industry. The research work was carried out in the experimental field of the Penza Research Institute from 2013 to 2015. The object of the research – domestic selection material. The "Methodology of state variety testing of agricultural crops" was used in the research. Identification and determination of the content of high-molecular fatty acids were performed by standard methods of gas-liquid chromatography (GLC). The results of competitive variety testing (2013–2015) of oil flax at the Penza Research Institute were analyzed. Early maturing samples K-9/23-2, K-9/23-12 were identified. Both eight variety samples and the variety Istok (St. 2) exceeded variety VNIIMK-622 (St. 1) in seed yield by 0.17–0.29 t/ha. Samples 208/4, K-9/23-29 and 281/52 with a yield of 1.93, 1.92 and 1.91 t/ha, oil content – 44.49, 44.76 and 44.65 % and oil collection at a rate of 754.9, 754.5 and 751.0 kg/ha, respectively, were allocated for the complex of the main economically useful traits. The most stable variety samples were identified: by seed production – 277/48 (V = 12.3 %), 9/23-29 (V = 14.2 %) and 255/26 (V = 14.3 %); by oil content – 261/32 (V = 0.59 %), 281/52 (V = 0.60 %) and 241/12 (V = 0.63 %); by oil collection – 277/48 (V = 10.2 %), 9/23-29 (V = 12.8 %) and OF – 18 (V = 13.0 %). Samples with the traditional fatty acid composition of oil K-9/23-2 and K-9/23-12 (the amount of linolenic acid is 60.89; 61.43 %, linoleic acid – 16.19; 16.65 %, respectively) were created, as well as breeding numbers with non-traditional fatty acid composition of*

oil, namely 208/4, K-9/23-29, 281/52 and 255/26 (linoleic acid – 60.02–66.22 %, linolenic acid – 8.75–15.20 %) and variety samples 241/12, 261/32 and 205/1 with mediating fatty acid composition of oil (linoleic acid – 31.92–36.20 %, linolenic acid – 15.20–45.14 %). In 2014, the variety of oil flax Viking (241/12) with the content of linoleic acid (37.3 %) and linolenic acid (39.2 %) was transferred to the State Variety Testing.

**Keywords:** oil flax (*Linum usitatissimum* L.), variety, breeding, productivity, oil content, oil collection, stability, fatty acid composition of oil.

Бразников Владимир Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела масличных культур, ФГБНУ «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»; 442731, Россия, Пензенская область, п. Лунино, ул. Мичурина, 16; e-mail: brazhnikov.\_brazhnikov-5@mail.ru.

Бразникова Ольга Федоровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела масличных культур, ФГБНУ «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»; 442731, Россия, Пензенская область, п. Лунино, ул. Мичурина, 16; e-mail: brazhnikov.\_brazhnikov-5@mail.ru.

Бразников Дмитрий Владимирович, аспирант ФГБОУ ВО «Пензенский аграрный университет»; 442731, Россия, Пензенская область, Лунино, ул. Мичурина, 16; e-mail: brazhnikov.\_brazhnikov-5@mail.ru.

Brazhnikov Vladimir Nikolaevich, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher of the Department of oilseeds, FSBSI “Penza Research Institute of Agriculture”; 1B, Michurina str., vill. Lunino, Penza region, 442731, Russia; e-mail: brazhnikov.\_brazhnikov-5@mail.ru.

Brazhnikova Olga Fedorovna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher of the Department of oilseeds, FSBSI “Penza Research Institute of Agriculture”; 1B, Michurina str., vill. Lunino, Penza region, 442731, Russia; e-mail: brazhnikov.\_brazhnikov-5@mail.ru.

Brazhnikov Dmitry Vladimirovich, postgraduate student, FSBEI of Higher Education “Penza Agrarian University”; 1B, Michurina str., vil. Lunino, Penza region, 442731, Russia; e-mail: brazhnikov.\_brazhnikov-5@mail.ru.

*Дата поступления в редакцию – 11.04.2018.*

*Дата принятия к печати – 30.08.2018.*