

Научная статья

УДК 633.854.54:631.527.8

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-4-200-52-62

Оценка исходного материала для селекции масличного льна в условиях центрального района Нечерноземной зоны РФ

Александр Дмитриевич Симагин
Анастасия Сергеевна Симагина
Елена Александровна Вертикова
Сайёра Абдуалиевна Захарова
Екатерина Константиновна Барнашова

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
127434 Москва, Тимирязевская ул., 49
alexander.d.simagin@yandex.ru

Аннотация. В 2022–2023 гг. на полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева проводили исследования по оценке группы сортов масличного льна на адаптивность к климатическим условиям центрального района Нечерноземной зоны РФ. У изучаемых сортов определяли урожайность, элементы структуры урожая, сохранность растений к уборке, а также содержание масла, белка и клетчатки в семенах. Кроме того, изучаемые сортообразцы масличного льна были оценены на возможность двойного использования по показателям количества и качества волокна. По итогам исследования были вычислены коэффициенты вариации по некоторым признакам. Самую высокую урожайность показал сорт ЛМ-98 в 2023 г. (19,78 ц/га). По содержанию масла сорта варьировали слабо (коэффициент вариации CV% составил 0,79). Сорт Радуга отличался слабой вариацией по сбору масла (CV% = 3,73), так как его урожайность по годам была наиболее стабильна (14,37 ц/га в 2022 г., и 14,48 в 2023 г.). По сохранности растений к уборке низкий уровень вариации отмечен у сортов Радуга, Ручеек и ЛМ-98, в то время как варьирование у сорта РФН по годам составило CV% = 25,10, что было связано с его поражением грибными болезнями в 2022 г. По технической длине стеблей все сорта варьировали средне, так как 2023 г. оказался довольно засушливым, и растениям льна в фазе быстрого роста не хватало влаги. Для селекции высокопродуктивных сортов масличного льна в условиях центрального района Нечерноземной зоны в качестве исходного материала рекомендуется использовать наиболее урожайный сорт ЛМ-98.

Ключевые слова: масличный лен, сбор масла, коэффициент вариации, урожайность, Нечерноземье

Для цитирования: Симагин А.Д., Симагина А.С., Вертикова Е.А., Захарова С.А., Барнашова Е.К. Оценка исходного материала для селекции масличного льна в условиях центрального района Нечерноземной зоны РФ // Масличные культуры. 2024. Вып. 4 (200). С. 52–62.

The assessment of parent material for oil flax breeding in the central region of the Non-Chernozem zone of Russia

Simagin A.D., post-graduate student
Simagina A.S., post-graduate student
Vertikova E.A., doctor of agriculture, prof.
Zakharova S.A., master degree's student
Barnashova E.K., PhD in agriculture, ass. prof.

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya str., Moscow 127434 Russia
alexander.d.simagin@yandex.ru

Abstract. In 2022 and 2023, at the field experimental station of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, we evaluated some varieties of oil flax for the adaptability to climatic conditions of the central region of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. During the study, the yield, elements of the crop structure, the safety of plants to harvest, as well as the content of oil, protein, and fiber in seeds were evaluated. In addition, the possibility of dual usage of the samples was evaluated too. According to the results of the study, the coefficients of variation for some signs were calculated. The highest yield was shown by the variety LM-98 in 2023 (19.78 kg/ha). In terms of oil content, the varieties varied slightly (the coefficient of variation was 0.79). The variety Raduga varied slightly by oil yield (CV% = 3.73), since its yield was the most stable over the years (14.37 quintal/ha in 2022 and 14.48 quintal/ha in 2023). In terms of plants safety to harvest, the varieties Raduga, Rucheeck, and LM-98 varied slightly, while the variation of the variety RFN was 25.10 over the years, which may be due to its affection by fungal diseases in 2022. In terms of technical length, all varieties varied on average, since 2023 turned out to be quite arid and flax lacked moisture during the rapid growth phase. We recommended to use the variety LM-98 as the parent material for the breeding of highly productive varieties of oil flax in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone.

Key words: oil flax, oil yield, coefficient of variation, yield, Non-Chernozem region

Введение. Лён наиболее полезный (*Linum usitatissimum* L.), или как его еще называют в литературных источниках лён

обыкновенный, относится к роду Лен (*Linum* L.) семейства Льновые (*Linaceae* L.). Из 22 входящих в это семейство родов наиболее изучены только три *Cathartolimum*, *Hugonia* и *Linum*. Однако из всего биоразнообразия практическое применение нашел только один род *Linum*, который объединяет в себе около 265 видов. Сам вид подразделяется на четыре группы разновидностей: стелющийся, кудряш, межеумок и долгунец. В современном сельском хозяйстве широкое использование приобрели межеумочная форма, или масличный лен (*Linum usitatissimum* var. *intermedia* L.), и лен-долгунец (*Linum usitatissimum* var. *elongata* L.) [1].

В России масличный лен стали выращивать в промышленных масштабах ближе к XIX в., до этого льняное масло получали из семян льна-долгунца. Однако эта форма формирует мелкие семена (масса 1000 семян не превышает 5 г) с пониженной масличностью. В то время как семена льна-кудряша и льна-межеумка отличались повышенной крупностью (масса 1000 семян 6–8 г) и более высокой (на 5–7%) по сравнению со льном-долгунцом масличностью. Поэтому выращивание льна-кудряша и льна-межеумка с целью получения масла стало экономически более выгодным [1].

Масло льна относится к высыхающим маслам. Этим объясняется широкий спектр его применения. Масло используют в пищевой, лакокрасочной, мыловаренной, полиграфической и других отраслях промышленности. По химическому составу оно во многом не уступает, а где-то даже превосходит важнейшие растительные масла. В льняном масле в высокой концентрации содержатся незаменимые для жизнедеятельности человека непредельные жирные кислоты (альфа-линоленовая, линолевая и олеиновая). В составе масла льна в основном преобладает линоленовая кислота (процентное содержание может превышать 50 %). В то же время известны сорта масличного льна с пониженным содержанием альфа-линоленовой кислоты и сорта с эквивалентным (1 :

1) соотношением линоленовой и линолевой жирных кислот [2; 3].

Масличный лен является высокомаржинальной культурой. При его урожайности на уровне 22 ц/га чистый доход может составлять до 21 тыс. руб./га. При этом рентабельность производства по определенным технологиям может достигать 114 %. Все это делает масличный лен перспективным для отечественных сельхозтоваропроизводителей и предопределяет расширение посевных площадей, в том числе и за счёт продвижения данной культуры на север [4].

В настоящее время выращивание масличного льна – это экономически выгодное производство. В среднем урожайность масличного льна колеблется от 15 до 25 ц/га. Однако нарушения в технологии возделывания могут привести к потерям 10–20 % урожая. Средняя стоимость 1 ц льносемян на рынке – около 1300 рублей при средних затратах в 713,9 рублей. При этом наиболее весомые статьи расходов составляют удобрения (16,4 % от производства) и топливно-смазочные продукты (12 % от производства) [2; 5].

Лен обладает рядом преимуществ по отношению к остальным техническим культурам в севообороте:

1. Высокая холодостойкость растений (семена прорастают при 3–5 °С, всходы могут выдерживать заморозки до минус 5 °С, а сорт Снегурок в состоянии покоя переживает понижение температур до минус 24 °С) [6; 7].

2. Ранние сроки посева, относительно короткий вегетационный период и, следовательно, ранние сроки уборки (посев возможен при температуре почвы 7–8 °С).

3. Большое количество разрешенных гербицидов (лен – культура, которая имеет низкую конкурентную способность, поэтому желательно применять гербициды, а в некоторых случаях это просто необходимо делать).

4. Хороший предшественник для таких важных культур, как пшеница, кукуруза и подсолнечник.

В России основы научной селекции льна заложены в Петровской сельскохозяйственной академии, ныне ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Руководил селекционной работой по льну Д.Л. Рудзинский. Именно он начал проводить индивидуальный отбор из расщепляющейся популяции.

Одним из первых сортов льна-долгунца в нашей стране стал сорт 806/3. В Госреестр сортов он входил больше 50 лет и отличался высоким качеством пряжи. Однако был склонен к полеганию и обладал низкой устойчивостью к основным грибным болезням.

Один из наиболее распространённых в советское время сорт льна-долгунца Л-1120 был включен в Госреестр с 1951 г. Он в годы сильного распространения ржавчины обладал наибольшей устойчивостью к болезни. Средняя высота стебля у сорта Л-1120 была ниже, чем у сорта 806/3. Такой невысокий стебель способствовал повышению механизации льноводства.

Основные работы по селекции масличного льна начинались в 30-е годы XX в. и продолжаются в настоящее время в ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК) и в ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (ФГБНУ ФНЦ ЛК).

В настоящее время в селекции масличного льна применяют различные приемы создания и изучения исходного материала. Гибридизация является традиционным и одним из самых распространенных методов. В отдельных случаях селекция масличного льна ведется к некоторым нестандартным признакам для этой культуры. Так в 2020 г. были зарегистрированы два наиболее нестандартных сорта: Снегурок и Ы 117. Снегурок стал первым сортом зимующего льна, включенным в Госреестр РФ [7; 10]. Сорта серии Ы (Ы 117, Ы 220) отличаются устойчивостью ко льноутомле-

нию, что может способствовать интенсификации масличного льноводства [8; 9; 10]. Появляются сорта льна, обладающие пониженной реакцией на длину светового дня (сорта РФН и ВНИИМК 620 ФН). Эти сорта были выведены индивидуальным отбором при позднем посеве сортов ВНИИМК 620 и Ручеек. Повышение фотонейтральности льна масличного может позволить выращивать его в различных регионах РФ, так как масличный лен считается культурой длинного дня [11]. Первым сортом масличного льна с высокой устойчивостью к засухе (4,6 баллов) стал сорт ФЛИЗ 3У, подтвердивший это свойство в острозасушливых условиях Республики Калмыкия [12].

Материалы и методы. Исследования выполняли на кафедре генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в 2022–2023 гг. Полевые эксперименты проводили на Полевой опытной станции в северной части г. Москвы в типичных для центрального региона России условиях Нечерноземной зоны. Географически опытная станция локализована в центральной части Среднерусской возвышенности, на южном склоне Клинско-Дмитровской гряды.

Подекадное распределение температур воздуха и суммы осадков за вегетационный период май – август (по наблюдениям метеорологической обсерватории им. В.А. Михельсона РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева) за годы исследований (2022–2023 гг.) в сравнении со среднеголетними данными за период 1961–1990 гг. представлены в таблице 1.

Вегетационный период 2022 г. характеризовался метеорологическими значениями, близкими к среднеголетним. Температура в мае была ниже среднеголетних на 2–3 °С, а температура в июне – выше в среднем на 2 °С. Температура I-й декады июля превышала среднеголетние значения на 3,7 °С, а во II-ю и III-ю декады была близка к среднеголетним значениям. В I-й декаде августа температура была выше среднеголетней на 3 °С, а во II-й декаде – на 5 °С. В III-й декаде

августа разница со среднемноголетними показателями достигала 6 °С). Однако температурный режим II-й и III-й декад августа не оказали существенного влияния,

так как уборку изучаемого материала провели раньше (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная оценка динамики температур и количества осадков за 2022–2023 гг. и средних многолетних показателей

по данным метеообсерватории им. В.А. Михельсона РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Месяц	Декада	Среднемноголетние значения (1961–1990 гг.)		2022 г.		2023 г.	
		Температура, °С	Осадки, мм	Температура, °С	Осадки, мм	Температура, °С	Осадки, мм
Май	I	11,9	54	9,7	106,1	7,6	33,3
	II	13,1		11,3		15,0	
	III	14,3		10,8		15,5	
Июнь	I	15,9	78	17,8	48,9	14,6	78,2
	II	16,5		17,9		18,3	
	III	17,8		20,6		17,7	
Июль	I	18,0	91	21,7	90,7	20,7	151,2
	II	18,6		19,2		16,6	
	III	18,3		19,3		18,3	
Август	I	18,3	80	21,5	2,6	23,0	39,7
	II	16,6		21,8		20,8	
	III	15,3		21,5		16,0	

В мае 2022 г. выпала двойная норма осадков в сравнении со среднемноголетними значениями. Июнь был засушливым, что могло сказаться на средней высоте растений, так как именно в июне у льна отмечена фаза быстрого роста. В июле показатель не сильно отличался от среднемноголетних, а вот август выдался слишком засушливым.

Температурный режим за период вегетации в 2022 г. был близок к оптимальному для культуры, что оказало благоприятное воздействие на развитие растений.

Вегетационный период 2023 г. характеризовался температурой, близкой к среднемноголетним значениям. Выпадение осадков было неравномерным.

В I-ю и II-ю декады мая количество осадков было низким, что могло оказать влияние на энергию прорастания и равномерность всходов. Наибольшую потребность во влаге лён имеет во время интенсивного роста стебля и цветения. Данные свидетельствуют о достаточном выпадении осадков в период прохождения этих фаз.

Температура за период вегетации по показателям близка к оптимальным для масличного льна. Однако следует отметить, что во II-ю и III-ю декады мая выпало небольшое количество осадков, а температура воздуха была выше нормы на 2 °С, что привело к запаздыванию появления всходов на 5–7 суток.

В качестве материала исследования взяли четыре сорта льна: ЛМ-98 селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК и Радуга, Ручеек, РФН селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

Площадь делянок каждого сортообразца 1 м². Посев ручной, с нормами высева из расчета 700 семян на 1 м² (7 млн шт/га), междурядья 15 см. Опыт закладывали в 3-кратной повторности.

Перед посевом на экспериментальный участок вносили азофоску (16 : 16 : 16) с нормой внесения 1 ц/га. Сроки посева в 2022 г. – 13 мая; в 2023 г. – 13–16 мая.

Уборка экспериментальных делянок в 2022 г. была начата 13 августа при достижении фазы полной спелости всех изучаемых

мых сортообразцов, в 2023 г., из-за небольшого затягивания вегетационного периода, – 21 августа.

Оценку структуры урожая проводили после просушивания отобранных на делянках снопов льна. Для этого на делянках каждого сорта отбирали по 20 растений, у которых измеряли техническую длину и высоту стеблей; а также диаметр стебля у корневой шейки и у соцветия. Подсчитывали количество коробочек и семян, определяли массу семян с растения. Дополнительно в сноповых образцах определяли мыклость, сбежистость. Мыклость – это косвенный показатель количества волокна в стеблях льна. Сбежистость – показатель разности в количестве лубяных пучков в стебле.

Для оценки биохимических показателей семян льна использовали инфракрасный спектрометр Инфраскан 3150, который позволяет установить содержание

масла, белков и клетчатки в семенах без их механического разрушения, что является очень важным для ведения селекционного процесса этой культуры.

Результаты и обсуждение. Сорт ЛМ-98 был выбран с целью сравнения селекционных достижений двух институтов, Сорт Радуга по результатам продемонстрировал высокую стабильность по двум годам по нескольким показателям. Сорт Ручеёк имел короткий вегетационный период, а сорт РФН был включен в исследование, так как он был выведен из сорта Ручеек методом индивидуального отбора на дифференцирующем длинном дне при позднем посеве, по признаку пониженной фотопериодической чувствительности на фоне наиболее продолжительных летних фотопериодов [11]. В таблице 2 представлены основные результаты изучения структуры урожая в 2022 г.

Таблица 2

Основные показатели структуры урожая и содержание масла в семенах сортов масличного льна в погодных условиях 2022 г.

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, 2022 г.

Сорт	Урожайность, ц/га	Техническая длина, см	Среднее количество семян в коробочке, шт.	Среднее количество коробочек, шт.	Количество растений к уборке, шт/м ²	Содержание масла в семенах, %	Сбор масла с 1 га, кг
Радуга	14,37	57,70	8,1	12,62	385	42,50	610,73
Ручеёк	13,43	59,16	8,5	11,22	382	42,55	571,45
ЛМ-98	13,40	62,93	7,8	13,33	473	41,37	554,36
РФН	10,33	55,89	8,2	13,13	285	43,39	448,22
НСР ₀₅	3,61	15,14	0,39	9,44	36,27	-	-

Наибольшей урожайностью характеризовался сорт Радуга (14,37 ц/га). Урожайность сортов Ручеек и ЛМ-98 находилась практически на одном уровне – 13,43 и 13,40 ц/га соответственно. Самой низкой урожайностью отличался сорт РФН (10,33 ц/га), что, возможно, было обусловлено сильным поражением альтернариозом этого сорта.

Техническая длина растений испытываемых сортов в среднем составляла 59,18 см. У сорта ЛМ-98 этот показатель достигал

62,93 см. Самая низкая техническая длина растений выявлена у сорта РФН – в среднем 55,89 см.

По признаку количество семян в коробочке выделился сорт Ручеек, имевший максимальный показатель (8,5 шт/коробочка).

Сорт ЛМ-98 превосходил все остальные по количеству коробочек на растении (13,33 шт/раст.). Величина этого показателя у сорта РФН составила 13,13 шт/раст. Наименьшее количество коробочек среди

представленных сортов отмечено у сорта Ручеек (в среднем 11,22 шт/раст.).

При оценке сохранности растений к уборке установлено, что наибольшим количеством сохранившихся растений отличался сорт ЛМ-98 (473 раст/делянки), вторым оказался сорт Радуга (385 раст.). Наименьшее количество сохранившихся к уборке растений (285 раст.) выявлено у сорта РФН.

Содержание масла в семенах у сорта РФН было достоверно выше – 43,39 %. Масличность семян сортов Радуга и Ручеек была практически одинаковой –

42,50 и 42,55 % соответственно. Сорт ЛМ-98 отличался пониженным содержанием масла по сравнению с остальными сортами – 41,37 %.

В погодных условиях 2023 г. максимальная урожайность отмечена у сорта ЛМ-98 – 19,78 ц/га, что представляет достаточно высокий уровень для климатических условий центрального района Нечернозёмной зоны. Урожайность сорта Ручеек составила 17,65 ц/га. Минимальный показатель признака в 2023 г. выявлен у сорта Радуга – 14,48 ц/га (табл. 3).

Таблица 3

Основные показатели структуры урожая и содержание масла в семенах сортов масличного льна в погодных условиях 2023 г.

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, 2023 г.

Сорт	Урожайность, ц/га	Техническая длина, см	Среднее количество семян в коробочке, шт.	Среднее количество коробочек, шт.	Количество растений к уборке, шт/м ²	Содержание масла в семенах, %	Сбор масла с 1 га, кг
Радуга	14,48	42,49	7,56	13,95	407	44,46	643,78
Ручеек	17,65	43,33	7,19	10,25	365	43,95	775,72
ЛМ-98	19,78	48,17	7,43	13,22	497	43,55	861,42
РФН	15,28	44,21	7,36	10,87	408	41,00	626,48
НСР ₀₅	3,61	15,66	0,18	5,66	69,97	-	-

В 2023 г. не выявлено сильного поражения грибными болезнями изучаемых сортов в отличие от 2022 г.

Техническая длина сорта ЛМ-98 в 2023 г. в среднем составляла 48,17 см. Самый низкий показатель (42,29 см) отмечен у сорта Радуга. В 2023 г. фаза быстрого роста у растений льна была меньше по протяженности, чем в 2022 г. Именно более быстрое прохождение данной фазы могло повлиять на снижение высоты растений льна – в среднем на 13,12 см. Сорт Ручеек оказался наиболее чувствительным к ускоренному прохождению фазы быстрого роста (техническая длина этого сорта в 2022 г. составляла 59,16 см, а в 2023 г. – 43,33 см, что оказалось ниже на 15,83 см).

По среднему количеству семян в коробочке у представленных сортов существенных различий не выявлено.

Наивысшую сохранность растений к уборке показал сорт ЛМ-98 – на делянке в среднем сохранилось 497 раст/1 м². Минимальная сохранность в погодных условиях 2023 г. выявлена у сорта Ручеек – 365 шт/м².

Наибольшее значение признака содержание масла в семенах в 2023 г. отмечено у сорта Радуга – 44,46 %, наименьшее – у сорта РФН – 41,00 %.

По сбору масла все изучаемые сорта показали заметное превышение по сравнению с 2022 г.

В ходе проведения исследования проводилась оценка по следующим показателям: содержание белка, клетчатки в семенах.

Протеин и клетчатка – это побочная продукция, которую дает масличный лен. Но в последнее время набирает популярность использование семян льна в качестве корма для животных.

Поэтому с целью изучения перспективности данного направления был проведен анализ содержания белка и клетчатки в семенах испытываемых сортов льна. Результаты биохимического анализа по этим показателям представлены в таблице 4.

Содержание белка у сортов масличного льна по годам варьировало незначительно.

По содержанию клетчатки наиболее стабильные результаты показали сорта РФН и ЛМ-98, у сортов Радуга и Ручеек наблюдалось незначительное (до 2 %) снижение клетчатки в 2022 г.

Таблица 4

Содержание белка и клетчатки в семенах изучаемых сортов масличного льна

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, 2022–2023 гг.

Сорт	Год	Белок, %	Клетчатка, %
Радуга	2022	23,66	13,97
	2023	23,42	15,80
Ручеек	2022	23,38	14,70
	2023	23,42	16,65
ЛМ-98	2022	23,58	11,98
	2023	23,11	11,74
РФН	2022	23,67	15,40
	2023	23,53	15,74

Помимо оценки сортов масличного льна на содержание белка также была проведена их сравнительная оценка на содержание и качество волокна в стеблях. Стебли растений культуры обычно не используют для получения волокна, но в последнее время у льноперерабатывающих предприятий возник интерес к двойному использованию масличных сортов льна.

Для косвенной оценки качества и содержания волокна применяются два показателя: мыклость и сбежистость (сбег стебля).

Мыклость – это отношение технической длины стебля к диаметру. Этот показатель указывает на выход волокна. Из образцов с мыкlostью выше 700 ед. полу-

чают высокий выход волокна, а у образцов, мыкlostь которых ниже 400 ед., количество волокна сниженное, и, как правило, ухудшенного качества.

Сбежистость – это разность между двумя диаметрами (диаметр у основания стебля и у соцветия). Показатель сбежистости позволяет косвенно определить количество длинного волокна в стеблях. Чем он ниже, тем теоретический выход длинного волокна выше. В таблице 5 представлены двухлетние результаты косвенной оценки содержания и качества волокна у изучаемых сортов масличного льна.

Таблица 5

Результаты косвенных оценок качества и количества волокна у изучаемых сортов масличного льна

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, 2022–2023 гг.

Год	Показатель	Сорт			
		Радуга	Ручеек	ЛМ-98	РФН
2022	Мыкlostь	227,45	234,00	322,76	208,08
	Сбежистость	0,01	0,10	0,10	0,12
2023	Мыкlostь	184,25	302,86	253,07	235,64
	Сбежистость	0,08	0,40	0,91	0,48

Как показывают результаты оценки, ни у одного из изучаемых сортообразцов показатель мыкlostи не достиг даже 400 ед., что указывает на то, что представленные сорта непригодны для получения высококачественного волокна, как минимум при поздних (II-я декада мая) сроках посева. По показателю сбежистости стеблей максимальные (худшие) значения на уровне 0,91 ед. выявлены у сорта ЛМ-98 урожая 2023 г. Наилучшие (минимальные) в эксперименте значения сбежистости стеблей показал сорт Радуга – 0,01 ед. в 2022 г. и 0,08 ед. в 2023 г. (табл. 5).

На основе данных, полученных за два года исследований, были вычислены коэффициенты вариации по признакам урожайности, содержанию и сбору масла, сохранности растений к уборке, технической длине стеблей и их мыкlostи (табл. 6).

Таблица 6

Коэффициенты вариации по некоторым хозяйственно ценным признакам изучаемых сортов масличного льна

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА, 2022–2023 гг.

Год	Сорт				Среднее по сортам	Стандартное отклонение	CV%
	Радуга	Ручеек	ЛМ-98	РФН			
Урожайность, ц/га							
2022	14,37	13,60	13,43	10,33	12,9	2,34	22,62
2023	14,48	17,65	19,78	15,28	16,8	2,10	15,63
Среднее по годам	14,43	15,63	16,61	12,81	14,9	1,85	15,56
Стандартное отклонение	0,08	2,86	4,49	3,50	1,68	–	–
CV%	0,55	18,30	27,04	27,33	14,13	–	–
Содержание масла, %							
2022	42,50	42,55	41,37	43,39	42,5	1,03	3,03
2023	44,46	43,95	43,55	41,00	43,2	1,34	3,87
Среднее по годам	43,48	43,25	42,46	42,20	42,8	0,61	1,78
Стандартное отклонение	1,38	0,99	1,54	1,69	0,27	–	–
CV%	3,17	2,29	3,63	4,01	0,79	–	–
Сбор масла, кг/га							
2022	610,73	571,45	554,36	448,22	546,2	108,42	24,81
2023	643,78	775,72	861,42	626,48	726,9	97,33	16,74
Среднее по годам	627,26	673,59	707,89	537,35	636,5	1,85	0,36
Стандартное отклонение	23,37	144,44	217,12	126,05	102,20	–	–
CV%	3,73	21,44	30,67	23,46	20,07	–	–
Сохранность растений к уборке, шт/м ²							
2022	385,00	382,00	473,00	285,00	305,00	68,68	22,52
2023	407,00	365,00	497,00	408,00	335,40	66,23	19,75
Среднее по годам	396,00	373,50	485,00	346,50	320,20	48,19	15,05
Стандартное отклонение	15,56	12,02	16,97	86,97	33,00	–	–
CV%	3,93	3,22	3,50	25,10	10,31	–	–
Техническая длина стебля, см							
2022	57,70	59,16	62,93	55,89	47,14	2,65	5,62
2023	42,49	43,33	48,17	44,21	35,64	4,01	11,25
Среднее по годам	50,10	51,25	55,55	50,05	41,39	2,67	6,45
Стандартное отклонение	10,76	11,19	10,44	8,26	6,56	–	–
CV%	21,48	21,84	18,79	16,50	15,85	–	–
Мыклость, ед.							
2022	227,45	234	322,76	208,08	198,46	48,56	24,47
2023	184,25	302,86	253,07	235,64	195,16	48,59	24,90
Среднее по годам	205,85	268,43	287,92	221,86	196,81	33,42	16,98
Стандартное отклонение	30,54	48,69	49,28	19,48	16,81	–	–
CV%	14,84	18,14	17,12	8,78	8,54	–	–

Наибольшее варьирование по годам сорта показали по признакам урожайности, сбора масла, сохранности к уборке и технической длине стебля.

Коэффициент вариации по урожайности у сортов ЛМ-98 и РФН был свыше 20 %, что свидетельствует о заметном варьиро-

вании его по годам исследований. Предположительно, у сорта РФН это дополнительно было связано с сильным поражением альтернариозом, что снизило урожайность этого сорта в 2022 г. Коэффициент вариации у сорта Ручеек составлял 18,3 %, что указывало на среднюю вариацию по этому признаку по годам. У сорта

Радуга отмечен наименьший коэффициентом ($CV\% = 0,55$), что говорит о его стабильной урожайности за два года.

Процентное содержание масла в годы исследования варьировало слабо, что говорит о высокой стабильности этого показателя в разных погодных условиях Московской области.

По сбору масла высокую вариацию признака выявили у сортов ЛМ-98, РФН, и Ручеек – их коэффициенты находились на уровне 30,7, 23,5, 21,4 % соответственно. Значительное варьирование данного признака у этих сортов связано с различной урожайностью по годам, так как по содержанию масла в семенах все сорта показали низкую вариацию. Низкая вариация по годам по сбору масла выявлена у сорта Радуга. По содержанию масла в семенах все сорта льна показали слабое варьирование по годам, тогда как по сбору масла в 2022 г. наблюдается сильное варьирование ($CV\% = 24,81$) между сортами, в 2023 г. между различными сортами по этому признаку было отмечено среднее варьирование ($CV\% = 16,74$).

По сохранности растений к уборке сорт РФН показал высокий коэффициент вариации ($CV\% = 25,1$). У сортов Радуга, Ручеек, ЛМ-98 выявлено незначительное варьирование величины этого признака по годам. Варьирование по сортам в годы исследования по этому показателю было средним, коэффициенты вариации 22,52 и 19,75 % соответственно.

Коэффициент вариации по годам по признаку технической длины стебля у сортов Радуга и Ручеек был высоким ($CV\% = 21,48$ и $21,84$ соответственно), у сортов РФН и ЛМ-98 – средним ($CV\% = 16,50$ и $18,49$ соответственно). На изменчивость этого признака повлияло то, что в 2023 г. сорта из-за более позднего срока посева ускоренно прошли фазу быстрого роста и не смогли достичь высоты растений, как в предыдущем году.

Коэффициенты вариации по признаку мыклости у всех изучаемых сортов варьировали на среднем уровне из-за того, что этот показатель сильно коррелирует с

технической длиной. Сорта Радуга, Ручеек и ЛМ-98 имели коэффициент вариации 14,84, 18,14 и 17,12 % соответственно. Низкую вариацию показал сорт РФН ($CV\% = 8,8$).

В целом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что сорт Радуга, показавший достаточно стабильную урожайность, масличность и сбор масла в контрастные по погодным условиям годы, по-видимому, обладает повышенной адаптивной способностью к климатическим условиям центрального района Нечерноземной Зоны РФ. Урожайность и сбор масла у сорта РФН отличались высоким варьированием по годам исследований, однако главной проблемой данного сорта стала высокая пораженность альтернариозом в 2022 г. Это привело к заметному изреживанию посевов к уборке и снижению продуктивности. У сорта Ручеек также выявлено высокое варьирование по урожайности и сбору масла. Однако по двум годам вариация по сохранности растений к уборке была низкой. Сорт ЛМ-98 показал высокую изменчивость по показателям урожайности семян и сбору масла по годам исследований.

Заключение. Таким образом, основываясь на результатах исследования, можно сделать следующие выводы:

1. Средняя урожайность по четырем изучаемым сортам масличного льна составила 14,9 ц/га. Наивысшая отмечена у сорта ЛМ-98 в 2023 г. – 19,8 ц/га, что является высоким значением для данного региона. Сорт Радуга отличался наиболее стабильным показателем урожайности за годы исследования (14,37–14,48 ц/га).

2. По содержанию масла в семенах вариабельность сортов по годам незначительна, но при этом масличность в среднем составила 42,8 %

3. Максимальный сбор масла обеспечил сорт ЛМ-98 – в среднем за два года 861,4 кг/га, в 2023 г. – 707,89 кг/га.

4. Полученные данные по технической длине, мыклости и сбежистости стеблей у изучаемых в условиях Центрального района Нечерноземной зоны

РФ четырёх сортов масличного льна свидетельствуют о том, что при майских (13–16 мая) сроках посева они не могут быть использованы для получения сырья двойного назначения (семена и волокно).

5. Для селекции высокопродуктивных сортов масличного льна в условиях центрального района Нечерноземной зоны в качестве исходного материала рекомендуется использовать сорт ЛМ-98.

6. Рекомендовать сорт масличного льна Радуга на допуск к возделыванию в Центральном регионе (3).

Список литературы

1. Зеленцов С.В., Зеленцов В.С., Мошненко Е.В., Рябенко Л.Г. Современные представления о филогенезе и таксономии рода *Linum* L. и льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.) // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2016. – № 1 (165). – С. 106–121.

2. Зеленцов С.В. Лен масличный и перспективы его выращивания // Аграрный сектор. – 2022. – № 4 (50). – С. 70–74.

3. Куберская А.П., Подгурская В.В. Омега-3 жирные кислоты: перспективные растительные источники и воздействие на организм // Научный вестник Омского государственного медицинского университета. – 2023. – Т. 3. – № 1 (9). – С. 95–107.

4. Новикова А.В., Виноградов Д.В. Перспективы возделывания масличных культур в условиях Нечерноземной зоны РФ // От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение производства и переработки продукции растениеводства. Ресурсосберегающие технологии, технические средства и цифровая платформа АПК: сб. мат-лов междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 18–19 февраля 2020 г. – Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2020. – С. 63–65.

5. Колдаева В.С., Кишикаткин С.А., Аленин П.Г., Воронова И.А. Роль масличного льна в экономике АПК // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: сб. мат-лов Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 24–25 марта 2022 г. Том I. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2022. – С. 99–101.

6. Симагин А.Д., Ханбабаева О.Е., Попченко М.И. Перспективы селекции масличного льна в России // Аграрная наука XXI века: проблемы и перспективы развития: мат-лы

междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию кафедры селекции и семеноводства и 135-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, профессора, заслуженного деятеля науки РСФСР Н.А. Успенского, Воронеж, 07–08 декабря 2022 г. – Воронеж: Воронежский ГАУ им. Императора Петра I, 2022. – С. 78–85.

7. Рябенко Л.Г., Зеленцов С.В., Овчарова Л.П. [и др.]. Зимующий сорт масличного льна Снегурок // Масличные культуры. – 2020. – № 4 (184). – С. 99–102.

8. Зеленцов С.В., Рябенко Л.Г., Мошненко Е.В., Зеленцов В.С. Селекция масличного льна на устойчивость ко льноутомлению для короткороотационных севооборотов засушливых регионов юга России // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 6. – С. 9–11.

9. Зеленцов В.С., Рябенко Л.Г., Мошненко Е.В., Олейник В.И. Создание устойчивого ко льноутомлению исходного материала для селекции автотолерантных сортов масличного льна // Конкурентная способность отечественных гибридов, сортов и технологии возделывания масличных культур: сб. мат-лов 8-й междунар. конф. молод. учёных и спец-ов, Краснодар, 19–20 февраля 2015 г. – Краснодар: ВНИИМК, 2015. – С. 58–62.

10. Зеленцов В.С., Рябенко Л.Г., Зеленцов С.В. [и др.]. Сорт масличного льна Б1 117 // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – № 4 (176). – С. 181–184.

11. Рябенко Л.Г., Зеленцов В.С., Овчарова Л.П. [и др.]. Сорт масличного льна РФН // Масличные культуры. – 2019. – № 1 (177). – С. 143–145.

12. Рябенко Л.Г., Зеленцов В.С., Овчарова Л.П. [и др.]. Сорт масличного льна ФЛИЗ 3У // Масличные культуры. – 2022. – № 4 (192). – С. 107–109.

References

1. Zelentsov S.V., Zelentsov V.S., Moshnenko E.V., Ryabenko L.G. Sovremennye predstavleniya o filogeneze i taksonomii roda *Linum* L. i l'na obyknovennogo (*Linum usitatissimum* L.) // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2016. – № 1 (165). – S. 106–121.

2. Zelentsov S.V. Len maslichnyy i perspektivy ego vyrashchivaniya // Agrarnyy sektor. – 2022. – № 4 (50). – S. 70–74.

3. Kuberskaya A.P., Podgurskaya V.V. Omega-3 zhirnye kisloty: perspektivnye rastitel'nye istochniki i vozdeystvie na organizm // Nauchnyy

vestnik Omskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta. – 2023. – Т. 3. – № 1 (9). – S. 95–107.

4. Novikova A.V., Vinogradov D.V. Perspektivy vozdel'yvaniya maslichnykh kul'tur v usloviyakh Nechernozemnoy zony RF // Ot inertsii k razvitiyu: nauchno-innovatsionnoe obespechenie proizvodstva i pererabotki produktsii rastenievodstva. Resursoberegayushchie tekhnologii, tekhnicheskie sredstva i tsifrovaya platforma APK: sb. mat-lov mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Ekaterinburg, 18–19 fevralya 2020 g. – Ekaterinburg: Ural'skiy GAU, 2020. – S. 63–65.

5. Koldaeva V.S., Kshnikatkin S.A., Alenin P.G., Voronova I.A. Rol' maslichnogo l'na v ekonomike APK // Innovatsionnye idei molodykh issledovateley dlya agropromyshlennogo kompleksa: sb. mat-lov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Penza, 24–25 marta 2022 g. Tom I. – Penza: Penzenskiy GAU, 2022. – S. 99–101.

6. Simagin A.D., Khanbabaeva O.E., Popchenko M.I. Perspektivy selektsii maslichnogo l'na v Rossii // Agrarnaya nauka XXI veka: problemy i perspektivy razvitiya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 90-letiyu kafedry selektsii i semenovodstva i 135-letiyu so dnya rozhdeniya d-ra s.-kh. nauk, professora, zaslužennogo deyatelya nauki RSFSR N.A. Uspenskogo, Voronezh, 07–08 dekabrya 2022 g. – Voronezh: Voronezhskiy GAU im. Imperatora Petra I, 2022. – S. 78–85.

7. Ryabenko L.G., Zelentsov S.V., Ovcharova L.R. [i dr.]. Zimuyushchiy sort maslichnogo l'na Snegurok // Maslichnye kul'tury. – 2020. – № 4 (184). – S. 99–102.

8. Zelentsov S.V., Ryabenko L.G., Moshenko E.V., Zelentsov V.S. Seleksiya maslichnogo l'na na ustoychivost' ko l'noutomleniyu dlya korotkorotatsionnykh sevooborotov zasushliviyykh regionov yuga Rossii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – Т. 30. – № 6. – S. 9–11.

9. Zelentsov V.S., Ryabenko L.G., Moshenko E.V., Oleynik V.I. Sozdanie ustoychivogo ko l'noutomleniyu iskhodnogo materiala dlya selektsii avtotolerantnykh sortov maslichnogo l'na // Konkurentnaya sposobnost' otechestvennykh gibridov, sortov i tekhnologii vozdel'yvaniya maslichnykh kul'tur: sb. mat-lov 8-y mezhdunar. konf. molod. uchenykh i spets-ov, Krasnodar, 19–20 fevralya 2015 g. – Krasnodar: VNIIMK, 2015. – S. 58–62.

10. Zelentsov V.S., Ryabenko L.G., Zelentsov S.V. [i dr.]. Sort maslichnogo l'na Y 117 // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2018. – № 4 (176). – S. 181–184.

11. Ryabenko L.G., Zelentsov V.S., Ovcharova L.R. [i dr.]. Sort maslichnogo l'na RFN // Maslichnye kul'tury. – 2019. – № 1 (177). – S. 143–145.

12. Ryabenko L.G., Zelentsov V.S., Ovcharova L.R. [i dr.]. Sort maslichnogo l'na FLIZ ZU // Maslichnye kul'tury. – 2022. – № 4 (192). – S. 107–109.

Сведения об авторах

А.Д. Симагин, аспирант
А.С. Симагина, аспирант
Е.А. Вергикова, д-р с.-х. наук, профессор
С.А. Захарова, магистрант
Е.К. Барнашова, канд. с.-х. наук, доцент

Получено/Received
30.09.2024

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed
10.10.2024

Получено после доработки/Manuscript revised
28.10.2024

Принято/Accepted
31.10.2024

Manuscript on-line
25.12.2024