



Оценка экологической пластичности и стабильности льна масличного в лесостепи Среднего Поволжья

✉ Казарина А.В., Атакова Е.А.

Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Самара, Россия

✉ e-mail: Kazarinaav@bk.ru

В статье представлены результаты сравнительной оценки экологической пластичности и стабильности сортов и селекционных линий льна масличного по признаку «урожайность». Исследования проводили в условиях юга лесостепи Среднего Поволжья в 2019–2023 гг. Объектами изучения являлись восемь перспективных селекционных линий льна масличного. За стандарт был принят районированный сорт Кинельский 2000. В исследование также был включен сорт ВНИИМК 620 как наиболее распространенный на производственных площадях региона. Наиболее благоприятными для формирования высокой урожайности семян при положительном значении индекса среды были два года из пяти – 2020 и 2021. В среднем за весь период изучения урожайность семян варьировала в пределах 1,39–1,77 т/га. Максимальные показатели урожайности обеспечили линии Кин × Wal/2011 к/с, Л-4764, Л-4910, Л-7309/14-9 со статистически значимым превышением относительно стандарта на 11,9–23,8%. Наиболее стабильной урожайностью по годам отличались линии Кин × Лин/2011 к/с, Кин × Wal/2011 к/с, Кин × Лин/2010 ж/с и Л-619223, коэффициент вариации которых был наименьшим среди изучаемых сортов и линий (24,46–30,92%). При анализе показателя экологической пластичности выделены линии, наиболее отзывчивые на улучшение условий выращивания: Л-4910 и Л-7309/14-9, коэффициент регрессии которых превышал единицу. Высокой средней урожайностью, экологической пластичностью, а также стабильностью по годам характеризовались линии Л-4764, Л-619223, Л-7309/14-9. Высокопластичные линии Л-4910, Кин × Wal/2011 к/с, отличавшиеся значительной отзывчивостью на изменения условий среды, перспективны для включения в селекционные программы по созданию высокопродуктивных сортов льна масличного интенсивного типа.

Ключевые слова: лен масличный, селекция, пластичность, перспективные линии, урожайность, стабильность

Assessment of ecological plasticity and stability of oil flax in the forest-steppe of the Middle Volga region

✉ Kazarina A.V., Atakova E.A.

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

Samara, Russia

✉ e-mail: Kazarinaav@bk.ru

The article presents the results of a comparative assessment of the ecological plasticity and stability of oilseed flax varieties and breeding lines based on the criterion of "yield". The study was carried out in the conditions of the south of the forest-steppe of the Middle Volga region in 2019–2023. The objects of the research were 8 promising breeding lines of oil flax. The released variety Kinelsky 2000 was adopted as the standard. The study also included the VNIIMK 620 variety as the most common in the region's production areas. Two out of five years – 2020 and 2021 – were the most favorable for the formation of high yields of oil flax seeds with a positive value of the environment index. On average,

over the years of the study, the flax seed yield varied within the range of 1.39–1.77 t/ha. The highest yield indicators were provided by the lines Kin × Wal/2011 k/s, L-4764, L-4910, L-7309/14-9 with a statistically significant excess over the standard variety of 11.9–23.8%. The most stable yield over the years were demonstrated by the lines Kin × Lin/2011 k/s, Kin × Wal/2011 k/s, Kin × Lin/2010 w/s and L-619223, the variation coefficient of which was the lowest among the studied varieties and lines (24.46–30.92%). When analyzing the ecological plasticity index, the lines most responsive to improved growing conditions were identified: L-4910 and L-7309/14-9, the regression coefficient of which exceeded one. Highly plastic lines L-4910, Kin × Wal/2011 k/s, characterized by strong responsiveness to changes in environmental conditions, are promising for inclusion in breeding programs for the creation of highly productive varieties of intensive oil flax.

Keywords: oil flax, selection, plasticity, promising lines, yield, stability

Для цитирования: Казарина А.В., Атакова Е.А. Оценка экологической пластичности и стабильности льна масличного в лесостепи Среднего Поволжья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55. № 6. С. 34–43. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-6-3>

For citation: Kazarina A.V., Atakova E.A. Assessment of ecological plasticity and stability of oil flax in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2025, vol. 55, no. 6, pp. 34–43. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-6-3>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Лен масличный (*Linum usitatissimum* L.), являясь одной из высокотехнологичных и наиболее востребованных сельскохозяйственных культур, представляет собой уникальное по широте использования растение, потенциал которого может быть реализован во многих отраслях промышленности. Семена современных сортов льна масличного содержат 45–50% высыхающего масла и более 30% белка. Лаки и краски на основе льняной олифы считаются эталоном долговечности и надежности [1–3]. В настоящее время возрастает интерес к использованию льняного масла в различных сферах народного хозяйства. Благодаря своим исключительным свойствам льняное масло находит применение в полиграфической, текстильной, электротехнической, лакокрасочной, пищевой, медицинской, парфюмерной и многих других отраслях промышленности [4, 5].

Данная сельскохозяйственная культура продолжает быть востребованной на рынке, растет спрос на маслосемена, сохраняется

объем экспорта. Постоянное увеличение производства растительного масла в России и повышенный спрос на отраслевых мировых рынках стимулируют развитие отечественной селекции и семеноводства льна масличного [6–8].

Вопрос обеспечения высокорентабельного производства льна масличного, повышения урожайности и качества маслосемян требует создания новых высокопродуктивных сортов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям¹ [9, 10]. В контрастных климатических условиях лесостепи Среднего Поволжья приоритетным направлением селекции является создание высокопродуктивных экологически пластичных сортов, обладающих хорошей устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды.

Цель исследований – изучение перспективных селекционных линий льна масличного в условиях юга лесостепи Среднего Поволжья по параметрам экологической пластичности и стабильности.

¹Рожмина Т.А., Жученко А.А., Кишлян Н.В., Киселева Т.С. Поиск новых источников селекционно-значимых признаков масличного льна в коллекции ВНИИЛ // Масличные культуры. 2014. № 2 (159-160). С. 75–81.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2019–2023 гг. на базе Поволжского научно-исследовательского института им. П.Н. Константинова – филиала Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук. Опытные посевы располагались на юге лесостепной зоны Среднего Поволжья. Почвы опытного участка представлены типичным среднегумусным черноземом с тяжелосуглинистым механическим составом. Содержание гумуса в пахотном горизонте 5,2%, подвижного калия и фосфора (по Кирсанову) – 292 и 156 мг на 1 кг почвы соответственно, легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) – от 11,6 до 13,2 мг на 100 г почвы [11].

В конкурсном сортоиспытании проходили оценку восемь перспективных линий льна масличного. За стандарт был принят сорт местной селекции Кинельский 2000, включенный в Государственной реестр селекционных достижений. В исследование также был включен сорт ВНИИМК 620 как наиболее распространенный на производственных площадях региона.

Полевые эксперименты закладывали согласно методике полевого опыта Б.А. Доспехова² и государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур³. Агротехника в опытах общепринятая для Средневолжского региона. Посев проводили в оптимальные сроки (I декада мая) селекционной сеял-

кой «Клен». Учетная площадь делянки 25 м², повторность четырехкратная, расположение делянок внутри повторности рендомизированное.

Оценку изучаемых сортов и линий по экологической пластичности и стабильности проводили по методике S.A. Eberhart и W.A. Russel в изложении В.А. Зыкина⁴. Дисперсионный анализ урожайности осуществляли по Б.А. Доспехову с использованием программы Statistica.

Гидротермические условия в годы проведения исследований отличались широким диапазоном варьирования и охватывали значительный спектр стрессовых факторов среды, типичных для лесостепи Среднего Поволжья. Сложившиеся метеорологические условия позволили в полной мере оценить реакцию изучаемых селекционных линий на различные условия тепло- и влагообеспеченности на всех этапах развития растений.

В целом за годы изучения гидротермический коэффициент (ГТК) характеризовал условия вегетационного периода льна масличного как сильно- и средnezасушливые. С мая по август величина ГТК достигла 0,40–0,56. Исключение составил 2022 г., когда ГТК вегетационного периода превысил среднегодовую норму и находился на уровне 0,91 (см. табл. 1).

В мае (период посева и начального развития растений) по годам исследований ГТК колебался от 0,14 в 2023 г. до 2,16 в 2022 г.

Табл. 1. Гидротермические условия вегетационного периода

Table 1. Hydrothermal conditions of the growing season

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Среднее за май – август
2019	0,76	0,17	0,52	0,51	0,49
2020	0,38	0,84	0,29	0,73	0,56
2021	0,32	1,05	0,24	0,01	0,41
2022	2,16	0,95	0,17	0,34	0,91
2023	0,14	0,58	0,64	0,25	0,40
Среднегодовое значение	0,78	0,98	0,78	0,74	0,82

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Колос, 1985. 352 с.

³Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 2019. Вып. 1: Общая часть. 384 с.

⁴Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Корнева С.П. Методика расчета параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений по дисциплине «Экологическая генетика». Омск, 2008. 36 с.

Наиболее оптимальные условия складывались в 2019 г., когда ГТК был близок к среднелетней норме (0,78) и составил 0,76. В июне, когда происходят активный рост и развитие растений льна масличного, сложились достаточно благоприятные условия по увлажнению, а гидротермический коэффициент был близок или превышал многолетние значения. Исключением стали 2019 и 2023 гг., когда ГТК составил 0,17 и 0,58 соответственно.

В июле (период формирования генеративных органов растений) складывались достаточно жесткие условия, ГТК был на уровне 0,17–0,64 и не достигал среднелетнего значения. В августе (в период созревания растений льна) величина ГТК варьировала от 0,01 в 2021 г. до 0,73 в 2020 г. Наиболее стрессовые условия складывались в 2021–2023 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показывает практика, наиболее востребованными в производстве являются сорта, формирующие высокую среднюю уро-

жайность семян и обладающие значительной устойчивостью к лимитирующим факторам среды, т.е. экологически пластичные. Большое значение для селекционеров имеет оценка сортов по пластичности и стабильности при их районировании⁵ [12, 13].

В среднем за пять лет изучения в условиях юга лесостепи Среднего Поволжья среднесортная урожайность семян льна масличного варьировала от незначительной (2019 г., $V = 4,93\%$) до средней (2021 г., $V = 14,36\%$) и составила 1,09–2,20 т/га (см. табл. 2). Наибольшая продуктивность линии льна масличного отмечена в 2020 г. (1,91–2,70 т/га), наименьшая – в 2023 г. (1,02–1,35 т/га).

В среднем за 2019–2023 гг. наибольший урожай семян сформировали линии Кин × Wal/2011 к/с, Л-4764, Л-4910, Л-7309/14-9, средняя урожайность которых находилась в пределах 1,60–1,77 т/га, превысив показатели стандарта на 11,9–23,8%.

Наименьшая изменчивость урожайности по годам зафиксирована у линий Кин × Лин/2011 к/с, Кин × Wal/2011 к/с, Кин × Лин/2010 ж/с, Л-619223, у которых коэффи-

Табл. 2. Урожайность перспективных линий льна масличного в конкурсном сортоиспытании

Table 2. Productivity of promising oil flax lines in a competitive variety trial

Сорт/линия	Урожайность семян, т/га						V, %
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя	
Кинельский 2000 (стандарт)	1,20	2,00	1,80	1,10	1,03	1,43	32,75
ВНИИМК 620	1,33	2,12	2,00	0,91	1,02	1,48	37,84
Кин × Лин/2011 к/с	1,31	1,91	1,55	1,12	1,08	1,39	24,46
Кин × Лин/2010 ж/с	1,38	2,16	1,79	1,16	1,04	1,51	30,46
Кин × Wal/2011 к/с	1,36	2,42	1,62	1,23	1,35	1,60	30,00
Л-4989	1,29	2,18	2,02	1,10	1,11	1,54	33,77
Л-4764	1,35	2,38	1,93	1,30	1,08	1,61	32,92
Л-4910	1,40	2,11	2,44	1,13	1,04	1,62	38,27
Л-7309/14-9	1,50	2,70	2,36	1,18	1,09	1,77	40,68
Л-619223	1,39	2,06	1,95	1,16	1,03	1,52	30,92
Среднее	1,35	2,20	1,95	1,14	1,09	1,55	–
НСР ₀₅	0,04	0,07	0,07	0,02	0,02	–	–
Коэффициент вариации (V), %	4,93	10,41	14,36	8,77	8,92	–	–
Индекс условий среды (Ij)	–0,19	0,66	0,42	–0,41	–0,46	–	–

⁵Галицкий Д.Н., Шаманин В.П. Экологическая пластичность сортов льна масличного в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Электронный научно-методический журнал Омского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (1). С. 1.

циент вариации урожайности был наименьшим из набора изучаемых сортов (24,46–30,92%).

Традиционно для оценки экологической пластичности используют методику S.A. Eberhart и W.A. Russel в изложении В.А. Зыкина, которая дает возможность оценить не только пластичность генотипа изучаемых культур, но и их способность формировать высокий урожай в различных условиях, т.е. стабильность.

Данный метод основан на расчете коэффициента линейной регрессии (b_i), дающего оценку генетическому отклику сорта на изменения условий выращивания, и среднеквадратичного отклонения от линии регрессии дисперсии (σ_d^2), которое характеризует стабильность генотипа в изменяющихся условиях среды [14, 15].

Для вычисления значений коэффициента линейной регрессии сортов льна масличного необходимо установить индекс условий среды (I_j) в годы исследований. Наиболее оптимальные условия для роста и развития рас-

тений складываются в годы с положительными значениями индекса условий среды, худшие – с отрицательными.

В результате расчета определено, что из пяти лет изучения только два года были благоприятными для формирования высокой урожайности семян льна (в 2020 г. $I_j = 0,66$, в 2021 г. $I_j = 0,42$), а три – неблагоприятными (в 2023 г. $I_j = -0,46$, в 2022 г. $I_j = -0,41$, в 2019 г. $I_j = -0,19$).

Анализ значений коэффициентов регрессии показал, что в среднем за годы исследований две линии показали слабую зависимость от изменений условий среды – это Кин $\times$ Лин/2011 к/с ($b_i = 0,66$) и Кин $\times$ Вал/2011 к/с ($b_i = 0,84$) (см. рис. 1).

Линии Л-4910 и Л-7309/14-9 при $b_i > 1$ обладали значительной отзывчивостью на изменения условий среды, что позволяет отнести их к сортам интенсивного типа, требовательным к уровню агротехники. Остальные сорта и линии характеризовались высокой пластичностью: у них значение коэффициента регрессии было близко или равно 1.

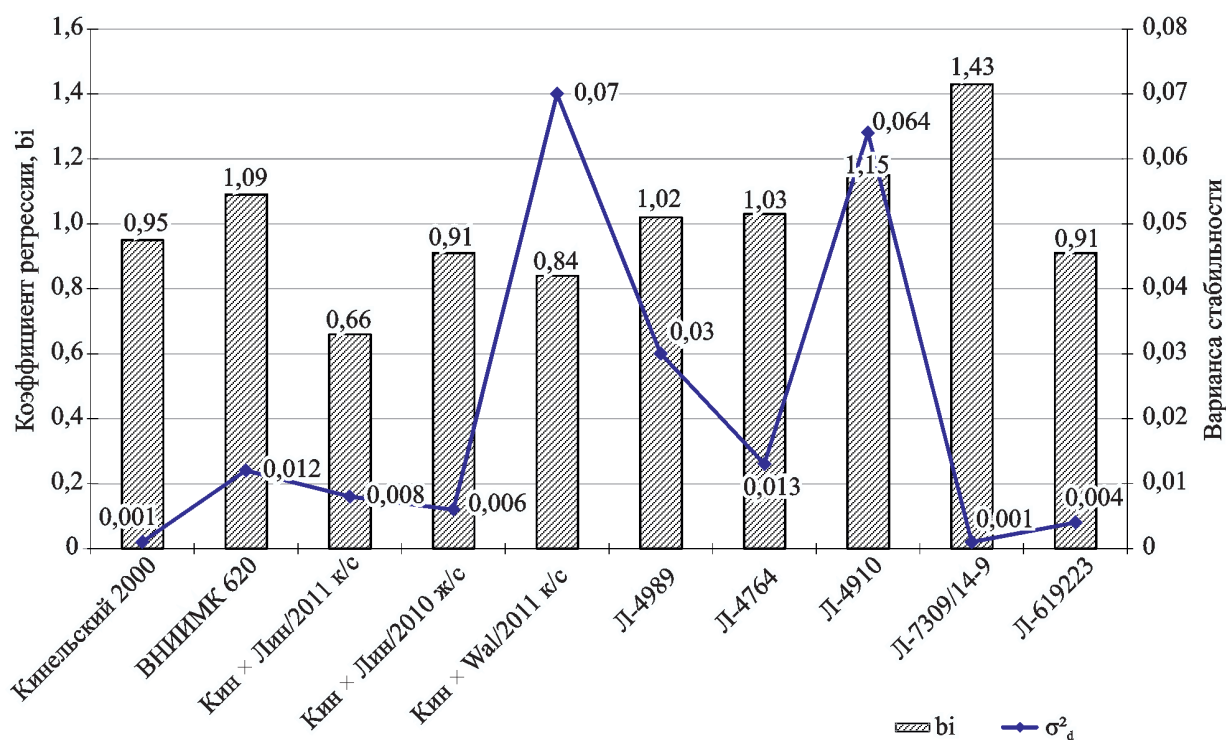


Рис. 1. Параметры экологической пластичности и стабильности сортов и линий льна масличного в конкурсном сортоиспытании (2019–2023 гг.)

Fig. 1. Parameters of ecological plasticity and stability of oil flax varieties in a competitive variety trial (2019–2023)

Варианса стабильности σ_d^2 показывает отклонение фактической урожайности от теоретической, расчет которой основан на средней урожайности и индексе условий среды. О большей стабильности сорта свидетельствует уменьшение варианты стабильности урожайности, что является фактором лучшей приспособленности генотипа к ухудшению условий выращивания. Зачастую рост пластичности сорта может способствовать снижению его стабильности [16–18].

Низкими значениями варианты стабильности, а следовательно, и высокой стабильностью урожайности отличались стандартный сорт Кинельский 2000 ($\sigma_d^2 = 0,001$) и линии Л-7309/14-9 ($\sigma_d^2 = 0,001$), Л-619223 ($\sigma_d^2 = 0,004$), Кин × Лин/2010 ж/с ($\sigma_d^2 = 0,006$), Кин × Лин/2011 к/с ($\sigma_d^2 = 0,008$). Самые высокие значения σ_d^2 (0,064–0,070) зафиксированы у линий Л-4910 и Кин × Wal/2011 к/с, что свидетельствует об их сильной отзывчивости на изменения условий среды.

Комплексная оценка экологической пластичности и стабильности изучаемых сортов и линий льна масличного позволила дифференцировать генотипы по интенсивности отклика на изменения факторов внешней среды.

Наиболее хозяйственно ценными являются генотипы, которые хорошо отзываются на улучшения условий выращивания и формируют стабильно высокий урожай семян. Линия Л-7309/14-9 с высоким показателем коэффициента регрессии ($b_i = 1,43$) и стабильности ($\sigma_d^2 = 0,001$) относится к интенсивному, высокоурожайному типу, стабильно реализующему свой потенциал урожайности в условиях региона.

Половина изучаемых линий относилась к высокопластичным, стабильным по урожайности генотипам ($b_i = 0,91–1,09$, $\sigma_d^2 = 0,001–0,013$), характеризующимся адекватной реакцией на изменения условий среды. К данной группе относится и стандартный сорт Кинельский 2000 ($b_i = 0,95$, $\sigma_d^2 = 0,001$).

Линия Л-4910, у которой $b_i > 1$, отличалась высокой отзывчивостью на улучшение условий среды, но обладала низкой стабильностью урожайности по годам ($\sigma_d^2 = 0,064$).

К экстенсивным сортам с нейтральной реакцией на изменения условий возделывания ($b_i < 1$) отнесены Кин × Лин/2010 к/с и Кин × Wal/2011 к/с, однако они значительно различались по показателю стабильности. Линия Кин × Лин/2010 к/с характеризовалась высокой стабильностью и в естественных условиях способна обеспечить максимум отдачи при минимуме затрат. Линия Кин × Wal/2011 к/с слабо реагировала на улучшение условий выращивания, но в неблагоприятных условиях среды имела большую устойчивость к стрессовым факторам и формировала достаточно высокую урожайность.

На основе рассчитанных коэффициентов регрессии установлена теоретическая урожайность семян исследуемых селекционных линий. Полученные линии регрессии показывают варьирование реакции изучаемых сортов и линий в различных климатических условиях (см. рис. 2).

Урожайность линий Л-4910, Л-4764, Кин × Wal/2011 к/с, Л-7309/14-9 в среднем за 2019–2023 гг. была выше средней, линии регрессии их урожайности на графике пересекают ординату выше точки, отражающей средний по опыту показатель. У линий Л-4989 и Кин × Лин/2010 ж/с средняя урожайность находилась на уровне средней по опыту. Линии регрессии остальных сортов располагаются ниже среднего значения. Величина наклона линии регрессии дает более полную информацию о поведении сортов относительно друг друга и в сравнении со средней реакцией на изменения условий среды (см. сноску 5) [14, 17].

Линии регрессии сортообразцов Л-619223, Л-4989, Кин × Лин/2010 ж/с проходят параллельно средней по опыту, из чего следует, что урожайность данных селекционных линий изменяется при варьировании условий выращивания так же, как и в среднем у всех изучаемых сортов.

Следует отметить линии, обладающие высокой отзывчивостью на улучшения условий выращивания – Л-4764 и Л-7309/14-9. Их линии регрессии имеют наибольшую величину наклона и располагаются значительно выше по сравнению с показателем среднепогод-

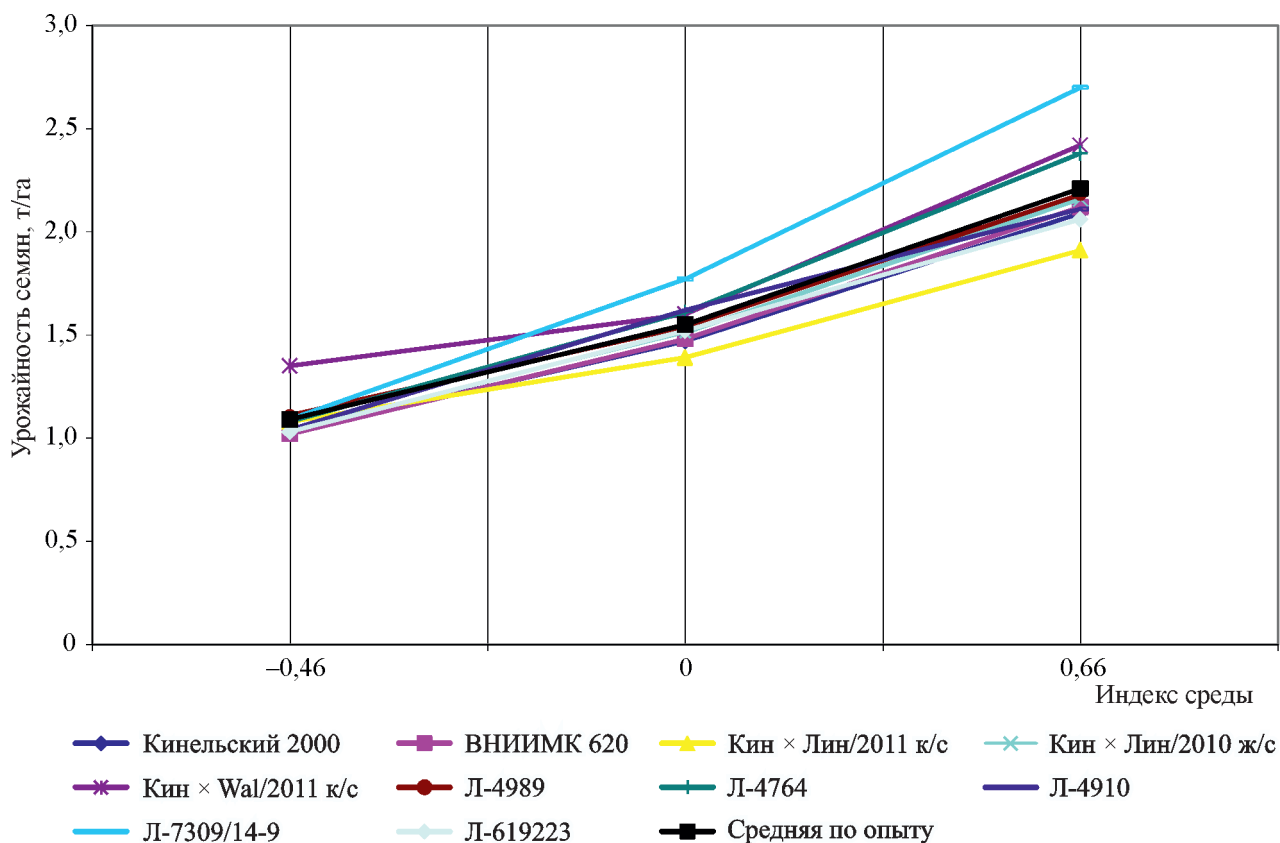


Рис. 2. Линии регрессии урожайности семян сортов и линий льна масличного (2019–2023 гг.)

Fig. 2. Regression lines of seed yield of oil flax varieties and lines (2019–2023)

ней урожайности в благоприятных условиях, а в стрессовых условиях данные линии снижают продуктивность до уровня средней по опыту.

Лучшими характеристиками в изучаемом наборе сортов обладала линия Кин × Wal/2011 к/с, у которой отмечены самая высокая урожайность в неблагоприятных условиях среды и высокая отзывчивость на улучшение условий выращивания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных в 2019–2023 гг. исследований установлено, что наибольшую урожайность семян при возделывании в условиях юга лесостепи Среднего Поволжья обеспечили линии Кин × Wal/2011 к/с, Л-4764, Л-4910, Л-7309/14-9, характеризующиеся статистически значимым превышением относительно стандарта (11,9–23,8%).

К интенсивному типу ($b_i > 1$) отнесены селекционные линии Л-4910 и Л-7309/14-9, обеспечивающие максимальные прибавки урожайности при улучшении условий выращивания. Наибольшей стабильностью урожайности по годам характеризовались линии Л-7309/14-9, Л-619223, Кин × Лин/2010 ж/с и Кин × Лин/2011 к/с ($\sigma_d^2 = 0,001–0,008$).

При комплексной оценке выделены линии, наиболее приспособленные к условиям Средневолжского региона, сочетающие высокую урожайность с экологической пластичностью и стабильностью: Л-4764, Л-619223 и Л-7309/14-9.

С точки зрения включения в селекционные программы большой интерес представляют линии Л-4910 и Кин × Wal/2011 к/с, обладающие высоким потенциалом продуктивности в благоприятных условиях выращивания и чувствительностью к изменениям средовых факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сорокина О.Ю. Эффективность минеральных и органоминеральных удобрений при возделывании льна масличного в условиях Центрального Нечерноземья // Плодородие. 2021. № 1. С. 7–9. DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.02.
2. Виноградов Д.В., Мажайский Ю.А., Новикова А.В., Лупова Е.И. Продуктивность сортов льна масличного в зависимости от сроков посева в Нечерноземной зоне России // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 1. С. 17–20. DOI: 10.31857/S250026272101004X.
3. Лучкина Т.Н., Картамышева Е.В., Збраилова Л.П., Лобунская И.А. Оценка пластичности льна масличного // Евразийский союз ученых. 2018. № 11 (56). С. 13–17. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.13-17.
4. Бражников В.Н., Бражникова О.Ф., Бражников Д.В. Влияние агроклиматических условий на продуктивность и жирнокислотный состав масла льна масличного // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 4 (20). С. 6–15. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-6-15.
5. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н. Сравнение методов оценки технологического качества льноволокнистой продукции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 1. С. 25–36. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-1-3.
6. Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Пыльнев В.В., Буклагин Д.С. Анализ состояния и перспективы развития селекции и семеноводства масличных культур: научный аналитический обзор: монография. М., 2019. 96 с.
7. Лучкина Т.Н., Горбаченко О.Ф., Збраилова Л.П., Бушнев А.С., Рябенко Л.Г., Овчарова Л.Р. Экологическое испытание сортов льна масличного в условиях Ростовской области // Масличные культуры. 2020. № 4 (184). С. 24–31. DOI: 10.25230/2412-608X-2020-4-184-24-31.
8. Попова Г.А., Рогальская Н.Б., Трофимова В.М. Мировые генетические ресурсы льна коллекции ВИР в создании сортов томской селекции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 4. С. 34–47. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-4-4.
9. Лукомец В.М., Зеленцов С.В. Методы селекции сои и льна // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 2. С. 19–23. DOI: 10.30850/vrsn/2019/2/19-23.
10. Товстановская Т.Г., Ягло М.Н. Ценность генфонда льна масличного по хозяйственным признакам и создание на его основе сортов в условиях южной степи Украины // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 55–59.
11. Косых Л.А., Казарина А.В. Влияние метеорологических условий на хозяйственно ценные признаки льна масличного в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2 (50). С. 98–104. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-98-104.
12. Thakur P., Prasad L.C., Prasad R., Omprakash Chandra K., Rashmi K. Stability analysis for yield and related traits over four environments in wheat (*Triticum aestivum* L.) // Plant Archives. 2019. Vol. 19. N 2. P. 3541–3545.
13. Волкова Л.В., Щенникова И.Н. Сравнительная оценка методов расчета адаптивных реакций зерновых культур // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 3. С. 140–146. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146.
14. Галиченко А.П., Фокина Е.М. Изучение адаптивной способности коллекционных образцов сои среднеспелой группы в условиях Амурской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2023. № 3. С. 43–51. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-43-51.
15. Юсова О.А., Николаев П.Н., Васюкевич В.С., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Уровень качества зерна омских сортов овса ярового в контрастных экологических условиях // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2020. № 2 (55). С. 84–96. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-55-2-84-96.
16. Пономарева С.В. Оценка урожайности, экологической пластичности и стабильности сортообразцов гороха в условиях Нижегородской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 12. С. 293–297. DOI: 10.17513/mjrfi.12563.
17. Казарина А.В., Атакова Е.А. Оценка экологической пластичности и стабильности селекционного материала сои в неорошаемых условиях Самарского Заволжья // Аграрный научный журнал. 2020. № 12. С. 14–17. DOI: 10.28983/asj.y2020i12pp14-17.
18. Пономарева С.В. Экологическая пластичность и стабильность по урожайности семян

и зеленой массы гороха полевого в условиях Волго-Вятского региона // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2 (30). С. 43–48. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11086.

REFERENCES

1. Sorokina O.Yu. Efficiency of mineral and organomineral fertilizers on oil flax cultivation under conditions of Central Non-Chernozem region. *Plodorodie = Plodorodie*, 2021, no. 1, pp. 7–9. (In Russian). DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.02.
2. Vinogradov D.V., Mazhaysky Yu.A., Novikova A.V., Lupova E.I. Productivity of flax varieties depending on the seeding time in the Non-Black Earth Zone of Russia. *Rossiyskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*, 2021, no. 1, pp. 17–20. (In Russian). DOI: 10.31857/S250026272101004X.
3. Luchkina T.N., Kartamysheva E.V., Zbrailova L.P., Lobunskaya I.A. Evaluation of oil flax plasticity. *Evraziyskiy soyuz uchenykh = Eurasian Union of Scientists*, 2018, no. 11 (56), pp. 13–17. (In Russian). DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.2.56.13-17.
4. Brazhnikov V.N., Brazhnikova O.F., Brazhnikov D.V. Influence of agroclimatic conditions on yield and fatty acid composition of oil flax. *Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki = Taurida Herald of the Agrarian Sciences*, 2019, no. 4 (20), pp. 6–15. (In Russian). DOI: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-6-15.
5. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A., Koz'yakova N.N. Comparison of methods for assessing the technological quality of flax fiber products. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 1, pp. 25–36. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2022-1-3.
6. Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Pyl'nev V.V., Buklagin D.S. *Analysis of the state and prospects for the development of breeding and seed production of oilseeds: scientific analytical review*. Moscow, 2019, 96 p. (In Russian).
7. Luchkina T.N., Gorbachenko O.F., Zbrailova L.P., Bushnev A.S., Ryabenko L.G., Ovcharova L.R. Environmental testing of oil flax varieties in the Rostov region. *Maslichnye kul'tury = Oil Crops*, 2020, no. 4 (184), pp. 24–31. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608X-2020-4-184-24-31.
8. Popova G.A., Rogal'skaya N.B., Trofimova V.M. World's genetic resources of the VIR flax collection in the creation of Tomsk selection varieties. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 4, pp. 34–47. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2023-4-4.
9. Lukomets V.M., Zelentsov S.V. Soybean and flax selection methods. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaistvennoy nauki = Vestnik of the Russian agricultural science*, 2019, no. 2, pp. 19–23. (In Russian). DOI: 10.30850/vrsn/2019/2/19-23.
10. Tovstanovskaya T.G., Yaglo M.N. The value of the oil flax gene pool according to economic characteristics and the creation of varieties based on it under the conditions of Ukraine Southern steppe. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaistvennoy akademii = Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*, 2019, no. 1, pp. 55–59. (In Russian).
11. Kosykh L.A., Kazaryna A.V. Influence of meteorological conditions on economically valuable features of oilseed flax in the forest-steppe zone of the Middle Volga region. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaistvennoy akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2020, no. 2 (50), pp. 98–104. (In Russian). DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-98-104.
12. Thakur R., Prasad L.C., Prasad R., Omprakash Chandra K., Rashmi K. Stability analysis for yield and related traits over four environments in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Archives*, 2019, vol. 19, no. 2, pp. 3541–3545.
13. Volkova L.V., Shchennikova I.N. Comparative evaluation of methods for calculating adaptive responses of cereals. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya = Theoretical and Applied Ecology*, 2020, no. 3, pp. 140–146. (In Russian). DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146.
14. Galichenko A.P., Fokina E.M. Studying the adaptive ability of soybean collection samples of the mid-season group in the conditions of the Amur region. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasSAU*, 2023, no. 3, pp. 43–51. (In Russian). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-43-51.
15. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Vasyukevich V.S., Anis'kov N.I., Safonova I.V. Spring grain quality of Omsk oat varieties in the extreme environmental conditions. *Vestnik NGAU = Bulletin of NSAU*, 2020, no. 2 (55), pp. 84–96. (In Russian). DOI: 10.31677/2072-6724-2020-55-2-84-96.
16. Ponomareva S.V. Assessment of productivity, ecological plasticity and stability of pea ge-

- notypes in the conditions of Nizhny Novgorod region. *Mezhdunarodniy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* = *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2018, no. 12, pp. 293–297. (In Russian). DOI: 10.17513/mjpf.12563.
17. Kazarina A.V., Atakova E.A. Assessment of ecological plasticity and stability of soybean breeding material under irrigated conditions of Samara Zavolzhye. *Agrarniy nauchnyy zhurnal* = *Agrarian Scientific Journal*, 2020, no. 12, pp. 14–17. (In Russian). DOI: 10.28983/asj.y2020i12pp14-17.
18. Ponomareva S.V. The ecological plasticity and stability yield of seeds and green mass of field peas in the conditions of Volga-Vyatskiy region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = *Legumes and Groat Crops*, 2019, no. 2 (30), pp. 43–48. (In Russian). DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11086.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Казарина А.В.**, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук; SPIN-код 3994-6890; **адрес для переписки:** Россия, 446442, Самарская область, пгт Усть-Кинельский, ул. Шоссейная, 76; e-mail: Kazarinaav@bk.ru

Атакова Е.А., младший научный сотрудник; SPIN-код 1531-9619

AUTHOR INFORMATION

✉ **Aleksandra V. Kazarina**, Lead Researcher, Candidate of Science in Agriculture; SPIN-code 3994-6890; **address:** 76, Shosseynaya St., Ust-Kinelskiy village, Samara region, 446442, Russia; e-mail: Kazarinaav@bk.ru

Elena A. Atakova, Junior Researcher; SPIN-code 1531-9619

Дата поступления статьи / Received by the editors 23.12.2024
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 27.02.2025
Дата публикации / Published 15.07.2025