

УДК 633.854:504(571.13)

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПО ПАРАМЕТРАМ ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2024 А.В. Казарина, Е.А. Атакова

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства
имени П. Н. Константинова, г. Кинель, Россия

Статья поступила в редакцию 10.12.2024

Цель проведения исследований – оценка уровня адаптивного потенциала перспективных линий льна масличного по статистическим параметрам, рассчитанным по признаку «урожайность семян» в условиях юга лесостепи Среднего Поволжья. Исследования проводились в 2019 – 2022 гг. на базе Поволжского научно-исследовательского института имени П.Н. Константинова – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра РАН (Поволжский НИИСС – филиал СамНЦ РАН). Опытные посевы располагались на юге лесостепной зоны Среднего Поволжья. В конкурсном сортоиспытании проходили оценку 7 перспективных линий льна масличного. За стандарт принят сорт местной селекции Кинельский 2000, включенный в Государственной реестр селекционных достижений. Наибольшую урожайность семян обеспечили линии Кин х Wal/2011 к/с, Л-4764, Л-4910 и Л-7309/14-9, средняя урожайность которых варьировалась в пределах 1,71...1,94 т/га и статистически значимо превышала стандарт на 11,8...26,8%. По показателям экологической пластичности и стабильности выделена линия интенсивного типа Л-7309/14-9 ($b_i=1,36$, $\sigma_d^2=0,001$) стабильно реализующая высокий потенциал урожайности в условиях региона, в среднем за годы изучения превышение над стандартом составило 26,8%. К наиболее стрессоустойчивым отнесена линия Л-619223. Максимальную компенсаторную способность обеспечили Кин х Wal/2011 к/с, Л-4764 и Л-7309/14-9. Лучшими по показателю гомеостатичности в сочетании со стабильностью урожайности семян можно считать линии Кин х Лиин/2010 ж/с (Ном=5,96, V=27,16%) и Л-619223 (Ном=6,90, V=26,24%). Выделены генотипы с высокой селекционной ценностью - Л-619223, Л-4764, Л-4910. При комплексной оценке выделены линии, наиболее приспособленные к условиям Средневожского региона, сочетающие высокую урожайность с адаптивностью, экологической пластичностью и стабильностью: Л-4764, Л-619223 и Л-7309/14-9.

Ключевые слова: лен масличный, селекция, коллекция, урожайность.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-4-3-8

EDN: WZXAXP

ВВЕДЕНИЕ

Лён масличный является традиционной технической культурой разностороннего использования, продукция которого используется в технических, пищевых и кормовых целях. В последние годы отмечается интерес к его возделыванию и переработке, т.к. наблюдается увеличение спроса на льнопродукцию [1, 2].

Семена льна масличного содержат до 50% масла, которое имеет уникальный состав жирных кислот (олеиновая – 17-24%, стеариновая – 3-4%, линолевая – 13-16%, α -линоленовая – 48-52%, пальмитиновая – 5-7%) [3, 4].

Казарина Александра Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории интродукции, селекции кормовых и масличных культур. E-mail: kazarinaav@bk.ru

Атакова Елена Александровна, младший научный сотрудник лаборатории интродукции, селекции кормовых и масличных культур. E-mail: kazarinaav@bk.ru

Лен масличный при многоцелевом использовании обеспечивает высокую рентабельность производства и считается хорошей предшествующей культурой для зерновых [1].

Высокий генетический потенциал сортов льна масличного зачастую остается не реализованным в силу воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, влияние которых определяет до 60 – 80% вариабельности урожайности. Решением вопроса увеличения продуктивности, стабильности урожая льна масличного является создание новых высокопродуктивных сортов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона [5, 6]. В регионах с контрастными климатическими условиями, к которым относится и Среднее Поволжье, особенно актуально проводить оценку фенотипической пластичности и адаптивности селекционного материала льна масличного на всех этапах селекционного процесса в экологических условиях региона.

Цель проведения исследований – оценка уровня адаптивного потенциала перспективных линий льна масличного по статистическим параметрам, рассчитанным по признаку «урожайность семян» в условиях юга лесостепи Среднего Поволжья.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2019 – 2022 гг. на базе Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН. Опытные посеы располагались на юге лесостепной зоны Среднего Поволжья. Почва опытного участка представлена черноземом типичным среднегумусным среднемощным среднетяжелым. Содержание гумуса в пахотном слое 0-15 см колебалось в пределах 5,8 – 6,9 %. Обеспеченность подвижными формами фосфора 133,6 – 156,5 мг/кг, обменного калия 154,0 – 180,0 мг/кг, рН солевой вытяжки почвы – 4,5 ед.

В конкурсном сортоиспытании проходили оценку 7 перспективных линий льна масличного. За стандарт принят сорт местной селекции Кинельский 2000, включенный в Государственный реестр селекционных достижений. Полевые эксперименты закладывались согласно методикам полевого опыта Б.А. Доспехова и Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Агротехника в опытах общепринята для Средневолжского региона. Предшественник – яровая пшеница. Посев проводился в оптимальные сроки (первая декада мая) селекционной сеялкой «Клен», площадь деланки 25 м², повторность четырехкратная, расположение деланок внутри повторности рендомизированное. Учет урожая проводился методом сплошной уборки деланок селекционным комбайном

Самро 130. Индексы условий среды рассчитывали по уравнениям S.A. Eberhart, W.A. Russel. Оценку изучаемых сортов по экологической пластичности (b_i) и стабильности (σ^2_d) проводили по методике предложенной S.A. Eberhart, W.A. Russel в изложении В.А. Зыкина. Селекционную ценность (Sc) и гомеостатичность (Hom) изучаемых сортов рассчитывали по методике В.В. Хангильдина. Математическая обработка полученных данных выполнена методом дисперсионного анализа.

Гидротермические условия в годы проведения исследований (2019 – 2022 гг.) отличались друг от друга и охватывали обширный спектр стрессовых факторов среды, типичных для лесостепи Среднего Поволжья. Сложившиеся метеорологические условия позволили в полной мере оценить реакцию изучаемых сортов льна масличного на различные условия тепло- и влагообеспеченности на всех этапах развития растений.

В целом за 2019-2022 гг. гидротермический коэффициент увлажнения по Г.Т. Селянинову (ГТК) характеризовал условия вегетационного периода льна масличного как сильно и средне засушливые, ГТК периода май – август равнялся 0,41 – 0,56, исключение составил 2022 год, когда ГТК вегетационного периода превысил средне-многолетнюю норму и был на уровне 0,91 (рис. 1).

В мае за годы исследований ГТК находился в пределах от 0,32 (2021 г.) до 2,16 (2022 г.), наиболее оптимальные условия складывались в 2019 г., составив 0,76. В июне, в период активного роста и развития растений льна масличного складывались достаточно благоприятные условия по увлажнению, гидротермический коэффициент был близок или превышал многолетние значения, за исключением 2019 г. (ГТК=0,17).

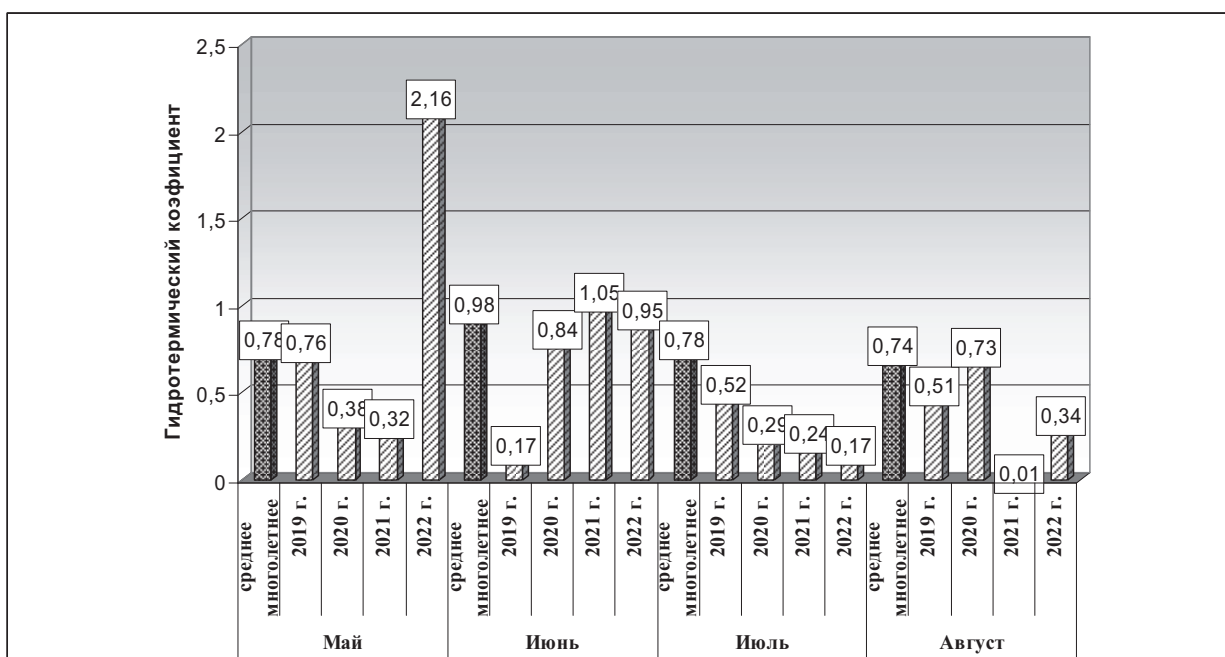


Рис. 1. Гидротермические условия вегетационного периода, 2019 – 2022 гг.

В июле складывались достаточно жесткие условия, ГТК был на уровне 0,17- 0,52 и не достигал среднемноголетних значений (0,78). В августе (в период созревания растений льна) ГТК в годы исследований был равен 0,01 (2021 г.) – 0,73 (2020 г.), наиболее стрессовые условия складывались в 2021 г., когда наблюдалось практически полное отсутствие осадков.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Индекс условий среды (Ij), который характеризует совокупность агроэкологических факторов влияющих на генотип, в 2020 и 2021 гг. был положительным и составил 0,55 и 0,31 соответственно, что указывает на благоприятные условия для формирования урожайности семян льна масличного. 2019 и 2022 гг. характеризовались отрицательными значениями индекса среды, Ij составил -0,34 и -0,53 соответственно, в данные годы семенная продуктивность льна была наименьшая.

В среднем за четыре года изучения в условиях юга лесостепи Среднего Поволжья урожайность семян льна масличного находилась в пределах 1,61 - 1,94 т/га, урожайность стандарта Кинельский 2000 составила 1,55 т/га. За годы изучения наибольший урожай семян сформировали линии Кин х Wal/2011 к/с, Л-4764, Л-4910 и Л-7309/14-9, урожайность которых находилась в пределах 1,79...1,94 т/га, превысив стандартный сорт на 14,8...25,2% (таблица 1).

С использованием двухфакторного дисперсионного анализа были выявлены статистически значимые на 5%-ном уровне различия по урожайности семян между генотипами (фактор В), внешними условиями (год) (фактор А) и взаимодействием изучаемых факторов (фактор АВ). Установлена значимость влияния средовых факторов на фенотипическую изменчивость

урожайных свойств с долей 70,9%, роль сорта составила 12,0%, взаимодействие факторов «генотип х среда» находилось на уровне 16,6%.

Востребованность сортов сельскохозяйственных культур в производстве засвидетельствует не только от высокого потенциала продуктивности, но и в значительной мере от экологической пластичности и адаптивности, то есть способности сорта в контрастных условиях внешней среды достигать определенного уровня урожайности. Большое значение для селекционеров имеет оценка сортов по параметрам адаптивности при их районировании.

Традиционно для оценки экологической пластичности используется методика S.A. Eberhart and W.A. Russel в изложении В.А. Зыкина, которая дает возможность оценить не только пластичность генотипа изучаемых культур (bi), но и их способность формировать высокий урожай в различных условиях, то есть стабильность (σ^2_d).

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

Большинство изучаемых линий относились к высокопластичным, стабильным по урожайности генотипам ($bi=0,98 - 1,08, \sigma^2_d=0,001 - 0,015$), характеризующихся адекватной реакцией на изменения условий среды, к данной группе относился и стандартный сорт Кинельский 2000 ($bi=0,92, \sigma^2_d=0,001$).

Наиболее хозяйственно-ценными являются сорта, которые хорошо отзываются на улучшения условий выращивания и формируют стабильно высокий урожай семян по годам. Линия 7309/14-9 с высоким показателем коэффициента регрессии ($bi=1,39$) и стабильности ($\sigma^2_d = 0,001$) относится интенсивному, высокоурожайному типу, стабильно реали-

Таблица 1. Урожайность, стабильность и пластичность перспективных линий льна масличного в конкурсном сортоиспытании, 2019 – 2022 гг.

Сорт/линия (фактор В)*	Урожайность семян, т/га (фактор А)*			σ^2_d **	bi**	Hom*	V, %*	Sc*
	min	max	среднее					
Кинельский 2000 st	1,10	2,00	1,55	0,001	0,92	5,68	28,76	0,83
Кин х Лин/2010 ж/с	1,16	2,16	1,66	0,007	0,85	5,96	27,16	0,87
Кин х Wal/2011 к/с	1,23	2,42	1,83	0,076	1,00	4,64	31,57	0,87
Л-4989	1,10	2,18	1,64	0,003	1,03	4,77	32,12	0,83
Л-4764	1,30	2,38	1,84	0,015	0,98	5,51	29,12	0,95
Л-4910	1,13	2,44	1,79	0,100	1,08	5,22	34,46	0,95
Л-7309/14-9	1,18	2,70	1,94	0,001	1,39	3,48	36,60	0,85
Л-619223	1,16	2,06	1,61	0,004	0,84	6,90	26,24	0,92

* HCP_{05} (фактор А – среда) = 0,02; HCP_{05} (фактор В – генотип) = 0,03; HCP_{05} (факторы АВ) = 0,06

** σ^2_d – среднеквадратичное отклонение от линии регрессии (стабильность); bi – коэффициент линейной регрессии (пластичность); Hom – гомеостатичность, V – коэффициент вариации; Sc – селекционная ценность генотипа

зующим свой потенциал продуктивности в условиях региона. Данный сорт обеспечивал наибольшую среднюю урожайность семян за годы изучения (1,94 т/га) и превосходил стандарт на 26,8%.

Линии Л-4910 и Кин х Wal/2011 к/с, у которых значение коэффициента линейной регрессии было близко к 1, а значения дисперсии стабильности были самыми высокими из совокупности изучаемых сортов ($\sigma^2_d=0,076 - 0,100$), отнесены к высокопластичным сортам с низкой фенотипической стабильностью признака «урожайность семян». Однако в неблагоприятных климатических условиях 2019 ($I_j=-0,34$) и 2022 ($I_j=-0,53$) гг. данные линии имели большую устойчивость к стрессовым факторам и формировали достаточно высокую урожайность (в 2019 г. 1,36...1,40; в 2022 г. 1,13...1,30 т/га соответственно), статистически значимо превышая стандарт на 13,3 – 16,7% в 2019 г. и на 2,7 – 11,8% в 2022 г.

При оценке параметров адаптивности перспективных сортов необходимо учитывать одновременно величину и стабильность урожайности в условиях проявления ее лимитирующих факторов, то есть способность к сохранению высоко уровня гомеостаза. Гомеостатичность изучаемых линий (Ном) в годы исследований находилась в пределах 3,48 – 6,90, у стандартного сорта Кинельский 2000 этот показатель был на уровне 5,68. Величина коэффициента вариации (V) хорошо согласуется с критерием гомеостатичности и показывает их способность поддерживать низкую вариабельность урожайности семян под воздействием лимитирующих факторов

среды. Сочетание высокой гомеостатичности с низким коэффициентом вариации характеризует стабильность продуктивности сорта в контрастных условиях выращивания. В наших опытах по сочетанию данных показателей лучшими по сравнению со стандартом Кинельский 2000 (Ном=5,68, V=28,76%) можно считать линии Кин х Лиин/2010 ж/с (Ном=5,96, V=27,16%) и Л-619223 (Ном=6,90, V=26,24%).

Для выделения перспективных линий, сочетающих урожайность со стабильностью использовали комплексный показатель селекционной ценности (Sc). В годы исследований селекционная ценность генотипов составила 0,83 – 0,95. У стандарта данный показатель находился на уровне 0,83. В совокупности изучаемых генотипов наибольшими показателями селекционной ценности обладали линии Л-619223 (0,92), Л-4764 (0,95) и Л-4910 (0,95), которые представляют интерес как источники хозяйственно-ценных признаков для селекции высокопродуктивных сортов льна масличного.

На основе рассчитанных коэффициентов регрессии установлены теоретические показатели урожайности семян льна масличного, полученные линии регрессии показывают варьирование реакции изучаемых сортов и линий в различных климатических условиях (рис. 2).

Урожайность линий Л-4910, Л-4764, Кин х Wal/2011 к/с и Л-7309/14-9 в среднем за годы изучения была выше средней, линии регрессии их урожайности на графике пересекают ординату выше точки средней по опыту. Величина наклона линии регрессии дает более полную информацию о поведении сортов от-

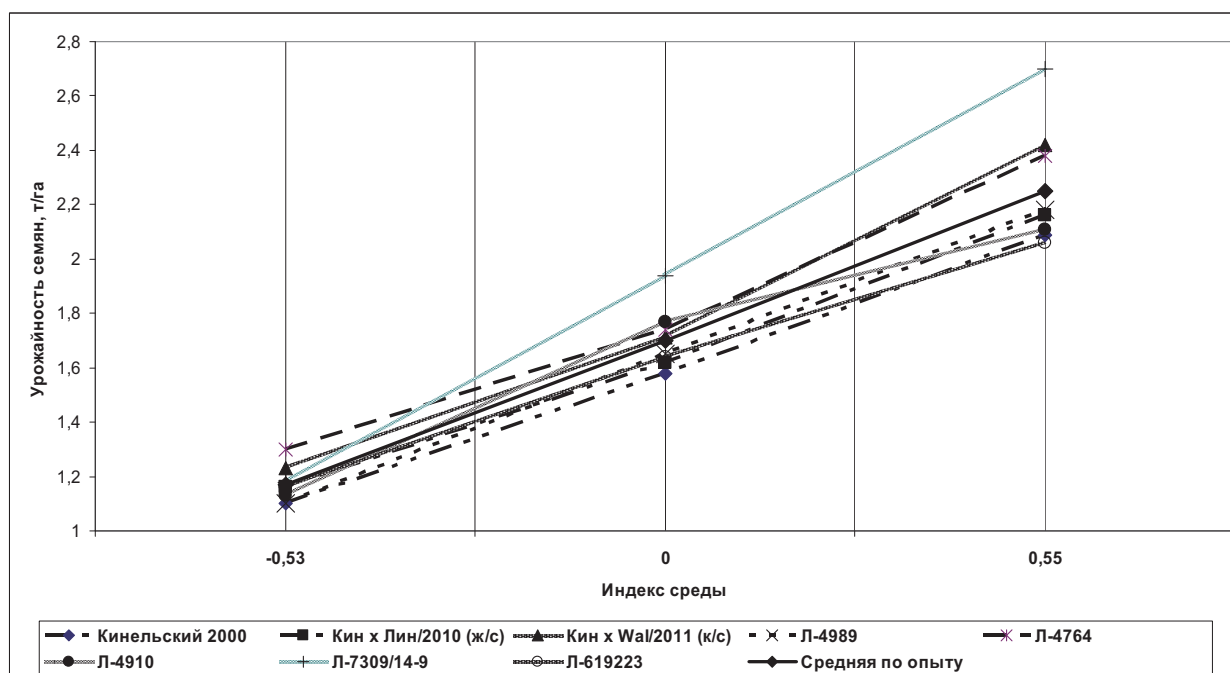


Рис. 2. Линии регрессии урожайности семян перспективных сортов льна масличного, 2019 – 2022 гг.

носителем друг друга и в сравнении со средней реакцией сортов на изменения условий среды.

Линии регрессии сортов Л-619223, Л-4989, Кин х Лиин/2010 ж/с, а так же стандартного сорта Кинельский 2000 проходят параллельно средней по опыту, из чего следует, что данные генотипы изменяют урожайность в связи с варьированием условий выращивания так же, как и в среднем весь набор изучаемых сортов.

Следует отметить линию, обладающую высокой отзывчивостью на улучшения условий выращивания - Л-7309/14-9, линия регрессии которой имеет наибольшую величину наклона и располагаются значительно выше по сравнению со среднепогодной в благоприятных условиях, а в стрессовых условиях данная линия снижает продуктивность до уровня средней по опыту.

Лучшими характеристиками в изучаемом наборе сортов обладали линии Кин х Wal/2011 к/с и Л-4764, у которых отмечена самая высокая урожайность в неблагоприятных условиях среды (в 2019 г. превышение над стандартным сортом на 11,8...18,2%) и высокая отзывчивость на улучшение условий выращивания (в благоприятном 2020 г. превосходили стандарт на 19,0...21,0%).

ВЫВОДЫ

В результате проведенных в 2019 – 2022 гг. исследований установлено, что доминирующее влияние на фенотипическую изменчивость признака урожайность семян льна масличного оказывают факторы среды (доля влияния 70,95%). Наибольшую урожайность семян при возделывании в условиях юга лесостепи Среднего Поволжья обеспечили линии Кин х Wal/2011 к/с, Л-4764, Л-4910 и Л-7309/14-9, средняя урожайность которых составила 1,71...1,94 т/га, с превышением над стандартным сортом Кинельский 2000 11,8 - 26,8%.

В результате исследований была выделена высокопластичная ($bi=1,39$) линия Л-7309/14-9, стабильно ($\sigma^2_d = 0,001$) реализующая высокий потенциал продуктивности в условиях региона, средняя урожайность за годы исследований – 1,94 т/га, превышение над стандартом 26,8%. Также следует отметить пластичные, стабильные и среднестабильные линии Л-4764 ($bi=0,98$, $\sigma^2_d=0,015$), Кин х Wal/2011 к/с ($bi=1,00$, $\sigma^2_d=0,076$), обеспечивающие максимальные прибавки урожайности семян (13,3 - 16,7%) относительно стандарта в неблагоприятных условиях и формирующих продуктивность в благоприятных условиях в пределах 2,38 – 2,42 т/га, с превышением над стандартом 19,0 - 21,0%.

Наибольшие показатели гомеостатичности в сочетании со стабильностью проявления признака «урожайность семян» обеспечили линии Кин х Лиин/2010 ж/с ($Hom=5,96$, $V=27,16\%$) и Л-619223 ($Hom=6,90$, $V=26,24\%$), сорт Кинельский 2000 уступал этим линиям по данным показателям ($Hom=5,68$, $V=28,76\%$).

Значительный интерес для селекционной практики в качестве источников хозяйственно-ценных признаков представляют линии с наибольшими значениями показателя селекционная ценность ($Sc=0,83 - 0,95$): Л-619223, Л-4764 и Л-4910.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елисеев, С.Л. Влияние срока посева на урожайность льна масличного в Среднем Предуралье / С.Л. Елисеев, Е.А. Ренёв, М.Ф. Бинияз // Пермский аграрный вестник. – 2022. – № 2(38). – С. 65-70. – DOI.: 10.47737/2307-2873-2022-38-65
2. Гореева, В.Н. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность льна масличного ВНИИМК 620 при разных способах посева и нормах / В.Н. Гореева, И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова, К.В. Корепанова // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 1. – С. 40-43.
3. Navdeep K., Satish P. Correlation and Path Coefficient Analysis for Seed Yield and Fibre Traits in Linseed (*Linum usitatissimum* L.) // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2020. – Vol. 9. – No. 02. – Pp. 66–75.
4. Лукомец, В.М. Методы селекции сои и льна / В.М. Лукомец, С.В. Зеленцов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 2. – С. 19 – 23. – DOI:10.30850/vrsn/2019/2/19-23.9.
5. Dabalo D.Y., Singh C.S., Weyessa B. Genetic Variability and Association of Characters in Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Plant Grown in Central Ethiopia Region // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2020. – Vol. 27. – Pp. 2192-2206.
6. Popova, G.A. The impact of weather conditions in different years on the biochemical composition of linseed oil / G.A. Popova, N.B. Rogalskaya, N.V. Knyazeva, et al. // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. – 2021. – No. 182(3). – Pp. 91–100.

STUDY OF PROMISING LINES OF OIL FLAX BY THE PARAMETERS OF PLASTICITY AND STABILITY IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2024 A.V.Kazarina, E.A. Atakova

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
P.N. Konstantinov Volga Research Institute of Selection and Seed Production, Kinel, Russia

Federal State Budgetary Institution of Science of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (Volga Research Institute – a branch of the SamSC RAS). The experimental crops were located in the south of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. 7 promising lines of oilseed flax were evaluated in the competitive variety testing. The Kinelsky 2000 variety of local breeding, included in the State Register of Breeding Achievements, was adopted as the standard. The highest seed yield was provided by the lines Kin x Wal/2011 k/s, L-4764, L-4910 and L-7309/14-9, the average yield of which varied between 1.71...1.94 t/ha and statistically significantly exceeded the standard by 11.8...26.8%. According to the indicators of environmental plasticity and stability, an intensive type line L-7309/14-9 ($bi=1.36$, $\sigma_d^2=0.001$) was identified, consistently realizing a high yield potential in the conditions of the region, on average, over the years of study, the excess over the standard was 26.8%. The L-619223 line is classified as the most stress-resistant. The maximum compensatory capacity was provided by Kin x Wal/2011 k/s, L-4764 and L-7309/14-9. The Kin x Liin/2010 w/s lines ($Hom=5.96$, $V=27.16\%$) and L-619223 ($Hom=6.90$, $V=26.24\%$) can be considered the best in terms of homeostaticity in combination with stable seed yield. Genotypes with high breeding value were identified - L-619223, L-4764, L-4910. In a comprehensive assessment, the lines most adapted to the conditions of the Middle Volga region, combining high yields with adaptability, environmental plasticity and stability, were identified: L-4764, L-619223 and L-7309/14-9.

Keywords: oilseed flax, breeding, collection, yield.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-4-3-8

EDN: WZXAXP

REFERENCES

1. *Eliseev, S.L.* Vliyanie sroka poseva na urozhajnost' l'na maslichnogo v Srednem Predural'e / S.L. Eliseev, E.A. Renyov, M.F. Biniyaz // Permskij agrarnyj vestnik. – 2022. – № 2(38). – S. 65-70. – DOI.: 10.47737/2307-2873-2022-38-65
2. *Goreeva, V.N.* Produktivnost' i fotosinteticheskaya deyatel'nost' l'na maslichnogo VNIIMK 620 pri raznyh sposobah poseva i normah / V.N. Goreeva, I.Sh. Fatyhov, E.V. Korepanova, K.V. Korepanova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – T. 30. – № 1. – S. 40-43.
3. *Navdeep K., Satish P.* Correlation and Path Coefficient Analysis for Seed Yield and Fibre Traits in Linseed (*Linum usitatissimum* L.) // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2020. – Vol. 9. – No. 02. – Pp. 66–75.
4. *Lukomec, V.M.* Metody selekcii soi i l'na / V.M. Lukomec, S.V. Zelencov // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2019. – № 2. – S. 19 – 23. – DOI:10.30850/vrsn/2019/2/19-23.9.
5. *Dabalo D.Y., Singh C.S., Weyessa B.* Genetic Variability and Association of Characters in Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Plant Grown in Central Ethiopia Region // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2020. – Vol. 27. – Pp. 2192-2206.
6. *Popova, G.A.* The impact of weather conditions in different years on the biochemical composition of linseed oil / G.A. Popova, N.B. Rogalskaya, N.V. Knyazeva, et al. // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. – 2021. – No. 182(3). – Pp. 91–100.

Alexandra Kazarina, PhD in Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Introduction, Selection of Forage and Oil Crops. E-mail: kazarinaav@bk.ru
Atakova Elena Alexandrovna, Junior Researcher, Laboratory of Introduction, Selection of Forage and Oil Crops. E-mail: kazarinaav@bk.ru