

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 22-32
Agricultural journal. 2024; № 17 (1). P. 22-32

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья
УДК: 633.854.54
DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/003.1.17.2024

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЛЬНА В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Сергей Александрович Зайцев, Денис Дмитриевич Бабушкин,
Анастасия Алексеевна Рожкова, Оксана Сергеевна Башинская
ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт
сорго и кукурузы «Россорго»
zea_mays@mail.ru

Аннотация. Потенциал урожайности масличного льна, возможно, уступает другим масличным культурам в увлажненных районах, однако его возделывание, несомненно, оправдано на северных границах сельхозпроизводства и в регионах недостаточного увлажнения с ГТК 0,3–0,7. Объектом исследований служили 39 линий льна масличного различного эколого-географического происхождения, полученных путем отбора из коллекции ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова (ВИР). За вегетационный период ГТК составил: 2019 г. – 0,6, 2020 г. – 0,5, 2021 г. – 1,0, 2022 г. – 0,6, 2023 г. – 0,7. Выявлено наличие сильных различий между образцами по ряду признаков (полегание растений – 80,1 %, количество стеблей 1-го порядка – 21,5 %, количество коробочек – 22,1 %, количество семян с растения – 20,2 %, продуктивность одного растения – 23,4 %, клетчатки – 20,3 %), а также сильных корреляционных взаимосвязей между урожайностью семян и продуктивностью одного растения ($r = 0,89^{**}$), продолжительностью периодов от всходов до цветения и от всходов до созревания ($r = 0,86^{**}$), длиной стебля и высотой прикрепления нижней коробочки ($r = 0,86^{**}$), количеством на растении семян и коробочек ($r = 0,96^{**}$), количеством на растении коробочек и продуктивностью одного растения ($r = 0,80^{**}$), продуктивностью растения и количеством семян с растения ($r = 0,83^{**}$), содержанием в семенах жира и БЭВ ($r = -0,82^{**}$). С помощью двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что основное влияние на проявление межфазных периодов и морфологических параметров в исследуемой выборке льна оказали особенности условий выращивания и взаимодействие факторов «генотип среда». Наименее зависимым от условий выращивания является параметр крупности семян, в проявлении которого основной вклад внес фактор генотипа (57,2 %). Роль генотипа в проявлении остальных признаков варьировал от 9,7 % до 19,6 %.

Ключевые слова: лён, параметр, фактор, вариация, вклад, анализ, генотип, среда.

Для цитирования: Зайцев С. А., Бабушкин Д. Д., Рожкова А. А., Башинская О. С. Изменчивость хозяйственно ценных признаков льна в условиях правобережья Саратовской области // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С.22-32.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.1.17.2024

Agronomy, forestry and water industry

Original article

**VARIABILITY OF AGRONOMIC TRAITS OF FLAX IN THE CONDITIONS OF
THE RIGHT BANK OF THE SARATOV REGION**

Sergei A. Zaitsev, Denis D. Babushkin, Anastasiia A. Rozhkova, Oksana S. Bashinskaia

FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossor-go” zea_mays@mail.ru

Abstract. The yield potential of oil flax may be inferior to other oil crops in humid regions. However, its cultivation is undoubtedly justified on the northern borders of agricultural production and in regions of deficient humidity with hydrothermal index 0,3–0,7. The object of research was 39 oil flax lines of different ecological and geographical origin, which were obtained by selective breeding from the collection of the All-Russian Research Institute of Plant Industry. During the growing season, the hydrothermal index amounted to: 2019 – 0,6, 2020 – 0,5, 2021 – 1,0, 2022 – 0,6, 2023 – 0,7. It was discovered that there were strong differences between the samples in a number of characteristics (lodging – 80.1%, number of primary stems – 21,5%, number of bolls – 22,1%, number of seeds per plant – 20.2%, productivity of one plant – 23,4%, fiber – 20,3%), as well as strong correlations between seed yield and productivity of one plant ($r = 0.89^{**}$), the duration of the stages from germination to flowering and from germination to ripening ($r = 0,86^{**}$), length of the stem and height of the lower boll ($r = 0,86^{**}$), number of seeds and bolls on the plant ($r = 0,96^{**}$), number of bolls on the plant and productivity of one plant ($r = 0,80^{**}$), plant productivity and the number of seeds per plant ($r = 0,83^{**}$), fat and NFE content in seeds ($r = -0,82^{**}$). Using two-way ANOVA, it was established that the main influence on the manifestation of interstage periods and morphological parameters in the studied flax sample was by the characteristics of growing conditions and the interaction of genotype and environment factors. The least dependent on growing conditions parameter was the seed size, in the manifestation of which the genotype factor made the main contribution (57,2%). The role of the genotype in the manifestation of other traits varied from 9,7% to 19,6%.

Key words: flax, parameter, factor, variation, contribution, analysis, genotype, environment.

For citation: Zaitsev S. A., Babushkin D. D., Rozhkova A. A., Bashinskaia O. S. Variability of agronomic traits of flax in the conditions of the Right Bank of the Saratov Region //Agricultural journal. 2024. № 17 (1). P.22-32.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.1.17.2024

Введение. Основная масличная культура РФ – подсолнечник. Потребности государства определяют постоянное увеличения производства семян и масла, однако эта деятельность ограничивается необходимостью соблюдения севооборота и почвенно-климатическими условиями. Диверсификация производства, расширение видового и сортового разнообразия масличных культур необходима для устойчивого и стабильного развития сельхозтоваропроизводителей, повышения экономической эффективности отрасли [1]. При этом актуальной задачей считается внедрение альтернативных подсолнечнику масличных культур. Важнейшим направлением при

этом является интродукция *Linum usitatissimum* (лён посевной) и расширение его ареала возделывания. Освоение данной программы поможет стабилизировать работу маслозаводов и компенсировать дефицит растительных пищевых и технических жиров [2].

Лён служит одной из ценнейших масличных культур мирового растениеводства. Его семена широко применяются в пищевых и лекарственных целях во многих регионах земного шара и государствах [3]. Льняное масло относится к высыхающим с высоким качественным составом, составляя при этом до 45 % биохимического состава семян. Качественный состав льняного масла позволяет использовать его не только в пищевом направлении, но и делает его важным компонентом продукции в различных отраслях народного хозяйства: медицине, парфюмерии, промышленности. Кроме того, в семенах отмечается достаточно высокое количество протеина (до 20 %), а в отходах маслопроизводства (жмых, шрот) количество белка достигает 32–36 %, что позволяет использовать их в качестве ценного концентрированного питания животных [4].

Широкому и массовому распространению данной культуры способствует высокая адаптивная способность льна, способность растений адаптироваться к различным экологическим условиям среды и климатическим факторам – всё это приводит к тому, что лён возделывают от экватора до северных широт Европейской части РФ [5, 6]. Лён масличный обладает довольно высокой биологической пластичностью, устойчив к низким температурам воздуха и отзывчив на улучшение агрофона. Холодостойкость и короткий (80–90 дней) вегетационный период определяют возможности его возделывания в различных эколого-климатических зонах, что может стать важным источником маслосемян и переваримого белка, особенно в регионах недостаточного увлажнения [7].

Семиаридные особенности климата многих районов Саратовской области служат обоснованием исследований биологических особенностей засухоустойчивости масличного льна, который в рейтинге посевных площадей в РФ среди масличных культур занимает четвертую позицию [8]. Известно, что обыкновенный лен характеризуется хорошей адаптацией к локальным условиям климата. Даже при влиянии природных факторов, негативно сказывающихся на иных культурах, он способен сформировать высокую урожайность с хорошим качеством [9]. Ввиду сильно различающихся размеров, потенциал урожайности растений льна, несомненно, уступает подсолнечнику, поэтому его возделывание экономически эффективнее в регионах недостаточного увлажнения РФ [10]. В таких зонах (с ГТК менее 0,5–0,7), к которым относятся многие районы Саратовской области, с неблагоприятными климатическими условиями, затруднительным и неэффективным выращиванием иных масличных культур (соя, рапс, горчица) масличный лён становится важнейшей резервной культурой в плане устранения дефицита масложирового сырья. Вариативность хозяйственных параметров между отдельными наиболее распространенными сортами льна масличного до недавнего времени была незначительной. В настоящий момент все больший акцент в селекционной работе делается на создание новых уникальных достижений, отличающихся от ранее выведенных не только хозяйственно-биологическими признаками, но и параметрами стабильности, адаптивности и биоэнергетической эффективности [11, 12, 13].

Цель исследования – установить выраженность основных хозяйственных параметров у исходного материала льна масличного для дальнейшего включения в селекционную программу.

Материал и методы исследования. Объектом исследований служили три сорта и тридцать шесть линий льна масличного различного эколого-географического

происхождения (рисунок 1). Образцы получены путем отбора при изучении коллекции генетических ресурсов растений ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова (ВИР), отобраны ранее по итогам оценки значительно большей выборки как источники признаков, необходимых для селекционной работы. Полевые опыты заложены согласно методикам в 2019–2023 гг. [14, 15]. Постановка эксперимента, полевые учеты и наблюдения проводились в соответствии с методиками [16]. Посев ранневесенний (в условиях г. Саратова – 3–5 мая) осуществлялся сеялкой СКС 6-10. Густота стояния растений – 1,5–3,5 млн всходов семян на 1 га. Уборка проведена вручную в фазу созревания во второй декаде августа. ГТК за вегетационный период варьировал в пределах: 2019 г. – 0,6, 2020 г. – 0,5, 2021 г. – 1,0, 2022 г. – 0,6, 2023 г. – 0,7. Задачи исследования состояли в определении выраженности 18 хозяйственно ценных параметров, степени их вариации. В задачи также ставились установление степени взаимозависимости признаков и оценка доли вклада факторов среды и генотипа на фенотипическое проявление признаков.

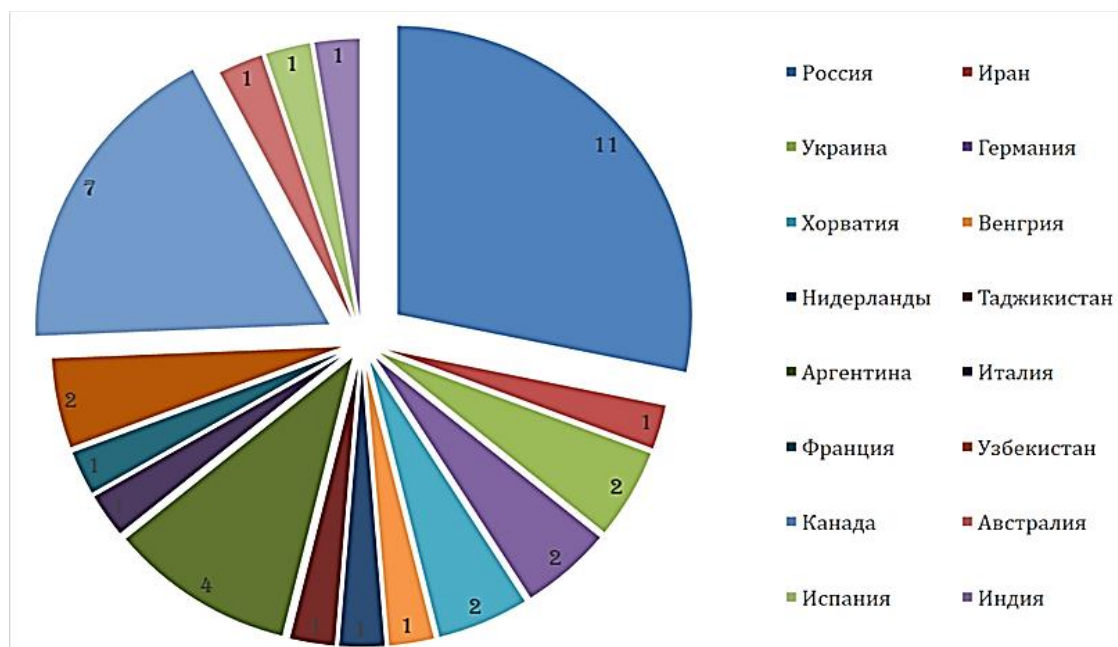


Рисунок 1. Распределение селекционного материала льна по регионам происхождения
Figure 1. Distribution of flax breeding material by region of origin

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследования селекционный материал был оценен по 18 признакам. Анализ элементов структуры урожая модельной популяции льна позволил выявить статистические показатели исследуемой выборки (табл. 1).

Низкий коэффициент вариации отмечен по восьми признакам ($V < 10\%$): продолжительность межфазных периодов «всходы-цветение» и «всходы-созревание», высота растения, количество семян в коробочке, содержание в семенах протеина, жира, золы, БЭВ. Сильно варьирующими ($V > 20\%$) характеризовались такие признаки, как полегание растений (80,1%), количество стеблей 1-го порядка (21,5%), количество коробочек (22,1%), количество семян с растения (20,2%), продуктивность одного растения (23,4%), клетчатки (20,3%). Изменчивость средней степени ($V = 10\text{--}20\%$) выявля-

на по 22 % изученных признаков: продолжительность цветения (13,7 %), высота прикрепления нижней коробочки (14,9 %), масса 1 000 семян (12,9 %), урожайность семян (18,6 %).

Таблица 1

Параметры льна масличного, 2019–2023 гг.

Table 1

Oil flax parameters, 2019–2023

Параметр	Показатель*				
	x	sx	min	max	V
Период «всходы-цветение», дни	44,1	0,38	40,6	50,6	5,4
Продолжительность цветения, дни	12,3	0,27	8,8	15,8	13,7
Период «всходы-созревание», дни	74,5	0,39	71,5	80,8	3,2
Высота растения, см	50,0	0,70	35,4	57,8	8,8
Высота прикрепления нижней коробочки, см	33,4	0,80	19,2	43,7	14,9
Полегание растений, %	9,5	1,21	0,3	29,7	80,1
Количество стеблей 1-го порядка, шт.	2,4	0,08	1,6	3,8	21,5
Количество коробочек, шт.	27,6	0,98	16,7	43,4	22,1
Количество семян в коробочке, шт.	7,8	0,05	7,2	8,7	4,2
Количество семян с растения, шт.	211,9	6,86	125,6	322,7	20,2
Масса 1 000 семян, г	5,4	0,11	4,3	7,9	12,9
Продуктивность растения, г	1,13	0,04	0,7	2,1	23,4
Урожайность семян, т/га	1,10	0,03	0,80	1,71	18,6
Содержание в семенах протеина, %	20,5	0,15	17,8	22,9	4,6
Жира, %	39,3	0,28	38,3	42,6	4,5
Клетчатки, %	7,1	0,23	5,6	12,5	20,3
Золы, %	4,0	0,02	3,9	4,4	3,1
БЭВ, %	29,2	0,30	25,9	31,5	6,5

*Примечание: x – среднее значение; sx – ошибка среднего значения; min – минимальное значение; max – максимальное значение; V – коэффициент вариации, %.

Математическая обработка данных эксперимента позволила рассчитать матрицу коэффициентов корреляции (240 коэффициентов). В состав данной матрицы вошли тринадцать признаков, характеризующих фенотипическое проявление и пять параметров биохимического состава семян (таблица 2). При этом четырнадцать коэффициентов корреляции обнаружены значимыми на пятипроцентном уровне, восемнадцать коэффициентов корреляции – на однопроцентном уровне. Оценка достоверности корреляций признаков опиралась на общепринятую градацию: 0,71–0,90 – высокая; 0,51–0,70 – средняя; 0,31–0,50 – слабая (при уровне значимости коэффициента корреляции $p = 0,01$).

Выявлена высокая положительная взаимосвязь между урожайностью семян и продуктивностью одного растения ($r = 0,89^{**}$), продолжительностью периодов от всходов до цветения и от всходов до созревания ($r = 0,86^{**}$), длиной стебля и высотой прикрепления нижней коробочки ($r = 0,86^{**}$), количеством на растении семян и коробочек ($r = 0,96^{**}$), количеством на растении коробочек и продуктивностью одного растения ($r = 0,80^{**}$), продуктивностью растения и количеством семян с растения ($r = 0,83^{**}$). Высокая отрицательная взаимосвязь отмечена между содержанием в семенах жира и БЭВ ($r = -0,82^{**}$). Средняя положительная степень коэффициентов корреляции замечена

между урожайностью семян и количеством с растения коробочек ($r = 0,59^{**}$) и семян ($r = 0,64^{**}$), урожайностью и массой 1 000 семян ($r=0,60^{**}$). Выборка характеризовалась отрицательным коэффициентом корреляции средней степени между содержанием в семенах протеина и клетчатки ($r = 0,64^{**}$).

Таблица 2

Матрица коэффициентов корреляции признаков у модельной популяции льна,
2019–2023 гг.

Table 2

Matrix of correlation coefficients of traits in a model flax population,
2019–2023

Признак***									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	–	7,8	74,0**	7,8	9,0	16,0**	0,3	7,8	0,0
2	-0,28	–	2,6	4,0	0,11*	0,5	3,2	3,6	7,3
3	0,86**	-0,16	–	3,6	4,8	14,0*	0,2	5,3	0,5
4	0,28	-0,2	0,19	–	74,0**	6,3	7,8	4,8	24,0**
5	0,30	-0,33*	0,22	0,86**	–	2,6	12,0*	13,0*	11,0*
6	0,40**	0,07	0,37*	0,25	0,16	–	2,3	1,7	2,6
7	0,05	0,18	0,04	-0,28	-0,35*	-0,15	–	19,0**	0,0
8	0,28	0,19	0,23	-0,22	-0,36*	0,13	0,44**	–	9,0*
9	0,00	-0,27	-0,03	0,49**	0,33*	-0,16	0,00	-0,30*	–
10	0,25	0,11	0,22	-0,14	-0,31*	0,09	0,49**	0,96**	-0,07
11	-0,12	0,17	0,07	-0,12	-0,10	-0,01	0,06	-0,05	-0,09
12	0,11	0,21	0,18	-0,17	-0,31*	0,07	0,45**	0,80**	-0,10
13	-0,04	0,21	0,07	-0,10	-0,21	-0,05	0,37*	0,59**	-0,01
14	0,02	0,10	0,06	0,06	0,15	-0,10	-0,06	0,03	0,25
15	0,05	-0,11	0,09	0,22	0,18	0,05	-0,16	-0,36*	0,12
16	0,04	-0,01	-0,02	0,08	0,02	0,32*	0,02	0,04	-0,06
17	0,06	0,21	0,10	0,0	-0,07	0,03	-0,01	0,34*	-0,27
18	-0,09	0,06	-0,10	-0,29	-0,25	-0,23	0,16	0,26	-0,17
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	6,3	1,4	1,2	0,2	0,0	0,3	0,2	0,4	0,8
2	1,2	2,9	4,4	4,4	1,0	1,2	0,0	4,4	3,6
3	4,8	0,5	3,2	0,5	3,6	0,8	0,0	1,0	1,0
4	2,0	1,4	2,9	1,0	3,6	4,8	0,6	0,0	8,4
5	10,0*	1,0	10,0*	4,4	2,3	3,2	0,0	0,5	6,3
6	0,8	0,0	0,5	0,3	1,0	0,3	10,0*	0,1	5,3
7	24,0**	0,4	20,0**	14,0*	3,6	2,6	0,0	0,0	2,6
8	92,0**	0,3	64,0**	35,0**	0,1	13,0*	0,2	12,0*	6,8
9	0,5	0,8	1,0	0,0	6,3	1,4	3,6	7,3	2,9
10	–	0,5	69,0**	41,0**	0,3	12,0*	0,5	6,7	0,5
11	-0,07	–	20,0**	36,0**	6,3	7,8	0,0	0,1	1,7
12	0,83**	0,45**	–	79,0**	0,6	2,0	0,0	4,4	1,7
13	0,64**	0,60**	0,89**	–	2,6	0,6	0,0	2,6	1,2
14	0,05	-0,25	-0,08	-0,16	–	2,3	41,0**	0,8	1,7
15	-0,35*	0,28	-0,14	-0,08	-0,15	–	0,1	9,0*	67,0**
16	0,07	-0,01	0,02	0,02	-0,64**	-0,03	–	1,4	17,0**
17	0,26	-0,03	0,21	0,16	0,09	-0,30*	-0,12	–	6,8
18	0,23	-0,13	0,13	0,11	0,13	-0,82**	-0,41**	0,26	–

Примечание: * значимо на пятипроцентном уровне, ** значимо на однопроцентном уровне.

***1 – период «всходы-цветение», дни; 2 – продолжительность цветения, дни; 3 – период «всходы-созревание», дни; 4 – высота растения, см; 5 – высота прикрепления нижней коробочки, см; 6 – полегание растений, %; 7 – количество стеблей 1-го порядка (кустистость), шт.; 8 – количество коробочек на растении, шт.; 9 – количество семян в коробочке, шт.; 10 – количество семян с растения, шт.; 11 – масса 1000 семян, г; 12 – продуктивность растения, г; 13 – урожайность семян, т/га; 14 – содержание в семенах протеина, %; 15 – содержание в семенах жира, %; 16 – содержание в семенах клетчатки, %; 17 – содержание в семенах золы, %; 18 – содержание в семенах БЭВ, %.

Стоит обратить внимание на слабую положительную взаимосвязь между полеганием растений и периодами от всходов до цветения ($r = 0,16^{**}$) и созревания ($r = 0,14^*$), количеством семян в коробочке и высотой растения ($r = 0,49^{**}$), количеством стеблей и: количеством на растении коробочек ($r = 0,44^{**}$), семян ($r = 0,49^{**}$), продуктивностью растения ($r = 0,45^{**}$), урожайности семян ($r = 0,37^*$). Между рядом признаков наблюдалась слабая отрицательная взаимосвязь: высота прикрепления нижней коробочки-продолжительность цветения ($r = -0,33^*$), высота прикрепления нижней коробочки-количество стеблей на растении ($r = -0,35^*$), высота прикрепления нижней коробочки-продуктивность одного растения ($r = -0,31^*$), содержание клетчатки-БЭВ ($r = -0,41^{**}$).

Для понимания степени тесноты взаимосвязи между признаками необходимо воспользоваться коэффициентом детерминации R (r^2). Данный параметр указывает, на какой процент изменчивости одного из изучаемых признаков способен оказать влияние другой признак. Результаты указывают на тесную зависимость между продолжительностью межфазных периодов ($r^2 = 74,0\%$), высотой прикрепления нижней коробочки и высотой всего растения ($r^2 = 74\%$), количеством с растения коробочек и семян ($r^2 = 92,0\%$), содержанием в семенах жира и БЭВ ($r^2 = 67,0\%$), продуктивностью одного растения и урожайностью семян с единицы площади ($r^2 = 79,0\%$).

Средняя степень коэффициента детерминации обнаружена между толщиной стебля и такими параметрами, как урожайность семян-количество семян с растения ($r = 41,0\%$), урожайность семян-масса 1 000 семян ($r = 0,36\%$), содержание в семенах протеина-клетчатки ($r = 41,0\%$).

Наследственный (генотип) и ненаследственный (среда) факторы – основные движители величины проявления любого признака. При этом изменчивость количественных признаков особенно подвержена влиянию окружающей среды. Это приводит к тому, что возникает необходимость использования методов биологической статистики при оценке вариантов по количественным признакам, обобщающим вероятностные характеристики рассматриваемого набора генотипов [17]. К числу таких методов относят и дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ двухфакторного опыта позволяет определить силу влияния регулируемых и нерегулируемых факторов на результативный признак. Сила влияния фактора определяется как доля факториальной вариации в общем варьировании. Вклад факторов в общую изменчивость в опыте варьирует в зависимости от признака (рисунок 2). Выявлено, что на продолжительность межфазных периодов и формирование высоты растения более 50 % составляет доля фактора условий выращивания. Проявление таких параметров, как высота прикрепления нижней коробочки, количество стеблей на растении, количество коробочек на растении, количество семян в коробочке, количество семян с растения, продуктивность одного растения, в большей степени складывалось от влияния двух факторов среды (В) и взаимодействия генотип-среда (АВ). Наибольшую долю влияния генотип (фактор А) оказал на массу 1 000 семян (57,2 %), а наибольшая доля влияния фактора взаимодействия генотип-среда выявлена по урожайности семян (69,6 %).

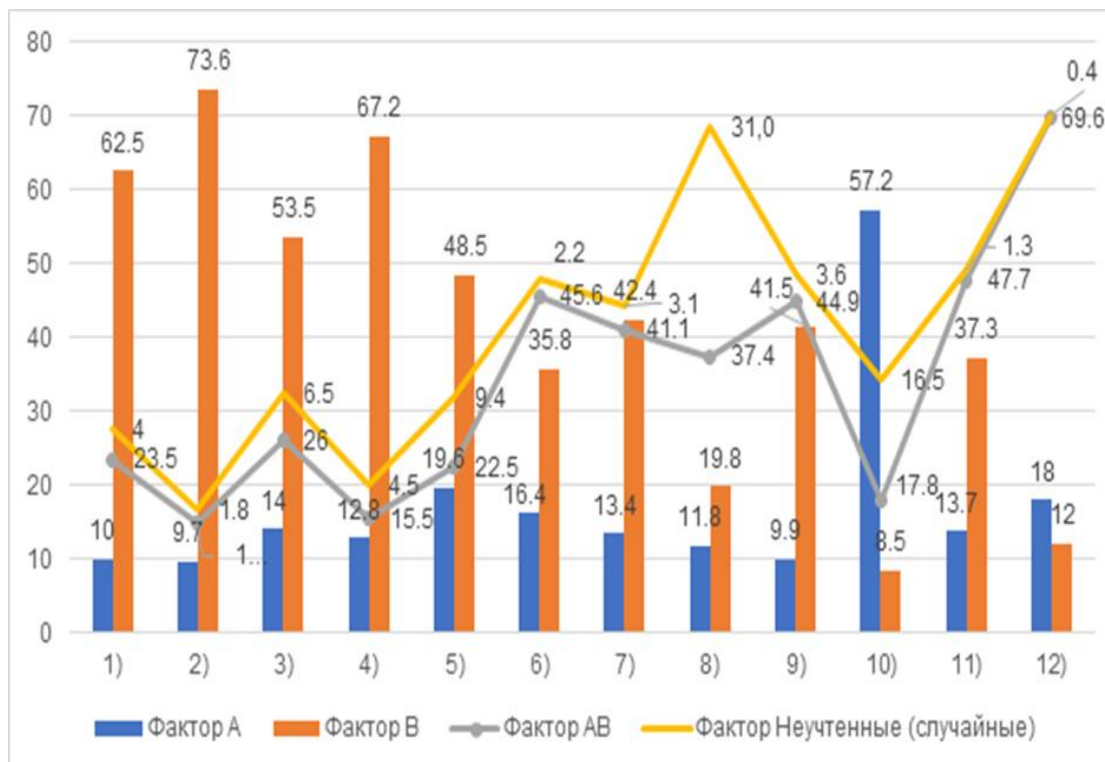


Рисунок 2. Вклад факторов в общую изменчивость количественных признаков льна масличного (%), 2019–2023 гг.*

Figure 2. Contribution of factors to the overall variability of quantitative traits of oil flax (%), 2019–2023

*Примечание: 1) период «всходы-цветение», дни; 2) продолжительность цветения, дни; 3) период «всходы-созревание», дни; 4) высота растения, см; 5) высота прикрепления нижней коробочки, см; 6) количество стеблей 1-го порядка (кустистость), шт.; 7) количество коробочек на растении, шт.; 8) количество семян в коробочке, шт.; 9) количество семян с растения, шт.; 10) масса 1 000 семян, г; 11) продуктивность растения, г; 12) урожайность семян, т/га

Закключение. Стоит отметить, что наличие сильных различий между образцами по ряду признаков: полегание растений – 80,1 %, количество стеблей 1-го порядка – 21,5 %), количество коробочек – 22,1 %), количество семян с растения – 20,2 %, продуктивность одного растения – 23,4 %, клетчатки – 20,3 % – указывает на возможность выявления из выборки генотипов с наилучшим их проявлением для включения в селекционную программу. С помощью двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что основное влияние на проявление межфазных периодов и морфологических параметров в исследуемой выборке льна оказали особенности условий выращивания и взаимодействие факторов генотип среда. Наименее зависимым от условий выращивания является параметр крупности семян, в проявлении которого основной вклад внес фактор генотипа (57,2 %). Роль генотипа в проявлении остальных признаков варьировал от 9,7 % до 19,6 %.

Список источников

1. Колотов А.П. Лён масличный на Среднем Урале (монография). Екатеринбург, 2020. 227 с.
2. Кузнецова Г.Н., Лошкомайников И.А., Кривошлыков К.М. Экономическая эффек-

- тивность возделывания масличных культур в Омской области // Масличные культуры. Вып. 3 (187). 2021. С. 53–57. doi.org/10.25230/2412-608X-2021-3-187-53-57.
3. Flax Genetic Resources in Europe / L. Maggioni, M. Pavelek, L.J.M. van Soest, E. Lipman // Ad Hoc Meeting. Prague, Czech Republic, 2001. 85 p.
4. Лён масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки. / Ф.М. Галкин, В.И. Хатнянский, Н.М. Тишков, В.Т. Пивень, В.Д. Шафоростов Краснодар, 2008. 191 с.
5. Лукомец В.М., Зеленцов С.В., Кривошлыков К.М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. № 4 (164). С. 81–102.
6. Selection parameters (heritability, genetic advance, correlation and path coefficient) analysis in linseed (*Linum usitatissimum* L.) / R.K. Kasana, P.K. Singh, A. Tomar, S. Mohan, S. Kumar // The Pharma Innovation Journal. 2018. Vol. 7 (6). p. 16–19
7. Использование мировых генетических ресурсов льна коллекции ВИР В создании сортов Томской селекции / Г.А. Попова, Г.А. Мичкина, Н.Б. Рогальская, В.М. Трофимова, Н.Б. Брач // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015. Т. 176. № 1. С. 76–87. doi.org/10.30901/2227-8834-2015-1-76-87.
8. Колотов А.П. Экологическая и матричная разнокачественность семян масличного льна // Масличные культуры. Вып. 1. (185). 2021. С. 18–26. doi.org/10.25230/2412-608X-2021-1-185-18-26.
9. Rudik O. L. Influence of agrotechnical methods on yield formation and quality of seeds of oil-bearing flax. *Agrology*. 2019. Vol. 2, Iss. 1. p. 3–9. doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14011
10. Колотов А.П., Синякова О.В. Лён масличный – перспективная культура для Свердловской области // Агропромышленная политика России. 2014. № 3. С. 36–38.
11. Волков Д.П., Зайцев С.А., Носко О.С. Оценка генофонда льна масличного для селекции в Нижневолжском регионе // В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата. сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Саратов, 2021. С. 82–90.
12. Селекция масличного льна на устойчивость ко льноутомлению для короткоротационных севооборотов засушливых регионов юга России / С.В. Зеленцов, Л.Г. Рябенко, Е.В. Мошненко, В.С. Зеленцов // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 6. С. 9–11.
13. Jhala A.J., Hall L.M., Hall J.C. Potential Hybridization of Flax with Weedy and Wild Relatives: An Avenue for Movement of Engineered Genes? // *Crop Sci*. 2008. Vol. 48. p. 825–840.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / М.: Альянс, 2014. 351 с.
15. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. 538 с.
16. Международный классификатор СЭВ вида *Linum usitatissimum* L. Л.: ВИР, 1989. 37 с.
17. Смиряев А.В., Гохман М.В. Биометрические методы в селекции растений. М.: Агропромиздат, 1985. 214 с.

References

1. Kolotov A.P. Oil flax in the Middle Urals (monograph). Yekaterinburg, 2020. 227 p.
2. Kuznetsova G.N., Loshkomoinikov I.A., Krivoslyukov K.M. Economical effectiveness of oil crops cultivation in the Omsk region // *Oil Crops*. Issue 3 (187). 2021. P. 53–57. doi.org/10.25230/2412-608X-2021-3-187-53-57
3. Flax Genetic Resources in Europe / L. Maggioni, M. Pavelek, L.J.M. van Soest, E. Lipman // *Ad Hoc Meeting*. Prague, Czech Republic, 2001. 85 p.
4. Oil flax: selection, seed production, cultivation and harvesting technology / F.M. Galkin, V.I. Khatnianskii, N.M. Tishkov, V.T. Piven, V.D. Shaforostov Krasnodar, 2008. 191 p.
5. Lukomets V.M., Zelentsov S.V., Krivoslyukov K.M. Prospects and reserves for the expansion of production of oil crops in the Russian Federation // *Oil crops. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil Crops*. 2015. No. 4 (164). P. 81-102.
6. Selection parameters (heritability, genetic advance, correlation and path coefficient) analysis in linseed (*Linum usitatissimum* L.) / R.K. Kasana, P.K. Singh, A. Tomar, S. Mohan, S. Kumar // *The Pharma Innovation Journal*. 2018. Vol. 7 (6). P. 16–19
7. Use of world genetic resources of flax of the All-Russian Research Institute of Plant Industry collection in the development of varieties of Tomsk selective breeding / G.A. Popova, G.A. Michkina, N.B. Rogalskaya, V.M. Trofimova, N.B. Brach // *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2015. Vol. 176. No. 1. P. 76-87. doi.org/10.30901/2227-8834-2015-1-76-87.
8. Kolotov A.P. Ecological and matrinal diversity of oil flax seeds // *Oil crops*. Issue 1. (185). 2021. P. 18-26. doi.org/10.25230/2412-608X-2021-1-185-18-26
9. Rudik O. L. Influence of agrotechnical methods on yield formation and quality of seeds of oil-bearing flax. *Agrology*. 2019. Vol. 2, Iss. 1. P. 3–9. doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14011
10. Kolotov A.P., Siniakova O.V. Oil flax is a promising culture for the Sverdlovsk region // *Agro-industrial policy of Russia*. 2014. No. 3. P. 36–38.
11. Volkov D.P., Zaitsev S.A., Nosko O.S. Evaluation of the oil flax gene pool for selective breeding in the Nizhnevolzhsky region // *In the collection: Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex in the conditions of aridization of the climate. The collection of materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 35th anniversary of the FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”*. Saratov, 2021. P. 82–90.
12. Selective breeding of oil flax for resistance to flax-culture fatigue for short crop rotations in arid regions of the south of Russia / S.V. Zelentsov, L.G. Riabenko, E.V. Moshnenko, V.S. Zelentsov // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016. Vol. 30. No. 6. P. 9–11.
13. Jhala A.J., Hall L.M., Hall J.C. Potential Hybridization of Flax with Weedy and Wild Relatives: An Avenue for Movement of Engineered Genes? // *Crop Sci*. 2008. Vol. 48. P. 825–840.
14. Dospekhov B.A. Methodology of field experiments with the basics of statistical processing of research results / M.: Alians, 2014. 351 p.
15. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Semerenko S.A. Methodology of agrotechnical research in experiments with the main field crops. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2022. 538 p.
16. The international COMECON list of descriptors for the genus of *Linum usitatissimum* L. L.: All-Russian Research Institute of Plant Industry, 1989. 37 p.
17. Smiriaev A.V., Gokhman M.V. Biometric methods in plant selection. M.: Agropromizdat, 1985. 214 p.

Информация об авторах

Сергей Александрович Зайцев, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», тел.: +79173142272, e-mail: zea_mays@mai.ru, ORCID. 0000-0002-6829-1970

Денис Дмитриевич Бабушкин, младший научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», аспирант ФГБОУ ВО Вавиловский университет, тел.: +79085404788, e-mail: denchik241088@gmail.com, ORCID. 0000-0003-3520-9376

Анастасия Алексеевна Рожкова, лаборант-исследователь отдела кукурузы и зернобобовых культур ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», тел.: +79085547593, e-mail: sadovova952@gmail.com

Оксана Сергеевна Башинская, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», тел.: +79276275366, e-mail: oksana_bashinska@mail.ru, ORCID. 0000-0002-9553-9994

Information about the authors

S. A. Zaitsev, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of Corn and Leguminous Crops Department in FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”, +79173142272, e-mail: zea_mays@mai.ru, ORCID. 0000-0002-6829-1970

D. D. Babushkin, Junior Researcher of Corn and Leguminous Crops Department in FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”, postgraduate student of Saratov State Vavilov Agrarian University, e-mail: denchik241088@gmail.com, +79085404788, ORCID. 0000-0003-3520-9376

A. A. Rozhkova, Laboratory Researcher of Corn and Leguminous Crops Department in FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”, +79085547593, sadovova952@gmail.com

O. S. Bashinskaia, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of Corn and Leguminous Crops Department in FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”, +79276275366, e-mail: oksana_bashinska@mail.ru, ORCID. 0000-0002-6829-1970

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.02.2024; одобрена после рецензирования 20.02.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted .10.02.2024; approved after reviewing 20.02.2024; accepted for publication 17.03.2024.