

**ПАРАМЕТРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ
ЗЕРНОВОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ****О.А. ЛЕБКОВА**, научный сотрудник

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

E-mail: olga.lebkova@yandex.ru

Изучались параметры экологической пластичности и стабильности по урожайности семян у 12 сортов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi.) зернового типа разных периодов селекции в условиях Орловской области. Урожайность семян сортов фасоли зависела от условий года вегетации. Из анализа индекса среды каждого года исследований следует, что условия вегетации 2012 г., 2013 г., 2019 г., не были благоприятными для культуры, индекс среды (I_i) принимал отрицательное значение. Благоприятные погодноклиматические условия сложились в 2020 году, $I_i = 0,30$. Максимальная прибавка урожая семян отмечалась у изученных сортов в 2020 году. Наибольший урожай семян получен у сортов: Стрела -3,70 т/га, на 1,15 т/га больше минимального урожая семян полученного в 2019 году, у сорта Маркиза урожайность составила 3,25 т/га, на 0,85 т/га в больше минимального значения 2019 года (сорта селекции 2016-2020 гг.). Также в 2020 году большая урожайность была отмечена у сорта Кустовая без волокна 8 -3,00 т/га, что больше на 1 т/га, чем в 2013 году (селекция 1940-1950 гг.) и у сорта Горналь – максимальная урожайность за годы исследования – 3,05 т/га (селекция 1980-2000 гг.). По результатам анализа коэффициентов регрессии сортов (b_i), было установлено, что сорта Стрела и Маркиза ($b_i = 1,76$, и $b_i = 1,53$ соответственно) относятся к сортам интенсивного типа; сорта: Сакса без волокна 615 сорт - $b_i = 0,24$, Рубин - $b_i = 0,25$, Шоколадница - $b_i = 0,05$, Нерусса, $b_i = 0,15$ имели реакцию близкую к нейтральной на изменение условий выращивания (сорта экстенсивного типа). Установлены значения коэффициента экологической стабильности σ_a^2 . Среди изученных сортов фасоли обыкновенной, максимальные значения коэффициента σ_a^2 отмечались у сортов Стрела и Маркиза: $\sigma_a^2 = 0,068$, $\sigma_a^2 = 0,052$, что говорит о более низкой, в сравнении с другими, экологической стабильности; у сорта Шоколадница выявлена высокая степень экологической стабильности. ($\sigma_a^2 = 0,0001$). В результате дисперсионного анализа было выявлено, что урожайность семян в годы исследования зависела от сложившихся погодных условий на 29,8%; влияние генотипа на степень проявления признака составляло 23,8%. Взаимодействие факторов генотип \times среда оказывало влияние на урожайность на 4,8%. Таким образом, проведенный анализ показал, что сорта Маркиза и Стрела, имеющие высокий коэффициент экологической пластичности, характерный для сортов интенсивного типа, могут быть рекомендованы в качестве исходного материала для создания сортов с высокой отзывчивостью генотипа на благоприятные изменения условий выращивания. Сорта Сакса без волокна 615, Рубин и Шоколадница характеризовались низкими значениями коэффициента экологической пластичности $b_i < 0,30$, сорта со слабой или нейтральной реакцией на изменения условий выращивания (сорта экстенсивного типа), что позволяет рекомендовать их в качестве источников для создания сортов предназначенных для выращивания в среде менее благоприятной для фасоли обыкновенной.

Ключевые слова: фасоль обыкновенная, урожайность, экологическая пластичность, экологическая стабильность, индекс среды.

Для цитирования: Лебкова О.А. Параметры экологической пластичности фасоли обыкновенной зернового типа в условиях Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 3(43):33-40. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-3-33-40

ECOLOGICAL PLASTICITY PARAMETERS OF THE COMMON BEAN GRAIN TYPE IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION

O.A. Lebkova

E-mail: olga.lebkova@yandex.ru

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The parameters of ecological plasticity and stability in terms of seed yield were studied in 12 varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi.) of grain type of different breeding periods under the conditions of the Orel region. The seed yield of bean varieties depended on the conditions of the growing season. From the analysis of the environment index for each year of research, it follows that the growing conditions of 2012, 2013 and 2019 were not favorable for the crop, the environment index (I_i) took a negative value. Favorable weather and climate conditions have developed in 2020, $I_i = 0,30$. The maximum increase in seed yield in the studied varieties was observed in 2020. The largest seed yield in 2020 was obtained from varieties: Strela - 3.70 t/ha, 1.15 t/ha more than the minimum seed yield obtained in 2019; and Marquise in 2020, the yield was 3.25 t/ha, 0.85 t/ha more than the minimum value for the years of research obtained in 2019 (varieties of the breeding 2016-2020). Also in 2020, a high yield was noted in the Kustovaya variety without fiber 85 - 3.00 t/ha, more by 1 t/ha than in 2013 (breeding 1940-1950), and for the Gornal variety - maximum yield over the years of the study - 3.05 t/ha (breeding 1980-2000). According to the results of the analysis of the regression coefficients of varieties (b_i), it was found that the varieties Strela and Markiza ($b_i = 1.76$ and $b_i = 1.53$, respectively) belong to varieties of intensive type; varieties: Saksa without fiber 615 variety - $b_i = 0,24$, Rubin $b_i = 0,25$, Shokoladnitsa $b_i = 0,05$, Nerussa, $b_i = 0,15$ had a reaction close to neutral to changing growing conditions (extensive varieties). The values of the coefficient of ecological stability σ^2_d were established. Among the studied varieties of common bean, the maximum values of the coefficient σ^2_d were observed in varieties Strela and Marquise: $\sigma^2_d = 0,068$, $\sigma^2_d = 0,052$, which indicates a lower, in comparison with others, environmental stability; the variety Shokoladnitsa has a high degree of ecological stability ($\sigma^2_d = 0,0001$). As a result of the analysis of variance, it was revealed that the seed yield in the years of the study depended on the prevailing weather conditions by 29.8%; the influence of the genotype on the degree of manifestation of the trait was 23.8%. The interaction of factors genotype \times environment influenced the yield by 4.8%. Thus, the analysis showed that the varieties Marquise and Strela, which have a high coefficient of ecological plasticity, characteristic of varieties of the intensive type, can be recommended as a source material for creating varieties with a high genotype responsiveness to favorable changes in growing conditions. Varieties Saksa without fiber 615, Rubin and Shokoladnitsa were characterized by low values of the coefficient of ecological plasticity $b_i < 0.30$, varieties with a weak or neutral response to changes in growing conditions (extensive varieties), which allows us to recommend them as sources for creating varieties intended for cultivation in an environment less favorable for common beans.*

Keywords: common bean, productivity, ecological plasticity, ecological stability, environment index.

Введение

На современном этапе, благодаря достижениям селекции (*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi.), ареал возделывания фасоли обыкновенной расширил свои границы из традиционных Центрального и Южного регионов нашей страны на северо-восток: в Западную Сибирь, Южную лесостепь и Дальний Восток – зоны рискованного земледелия [1, 2].

В суровых агроклиматических условиях северо-восточного ареала возделывания, а также непредсказуемых, часто резко контрастирующих по годам погодных условиях традиционных зон возделывания фасоли обыкновенной, необходимы сорта, способные обеспечить стабильно высокую урожайность семян, даже в самые неблагоприятные годы.

Поэтому, одной из первостепенных задач, стоящих перед селекционерами, является не только оценка и создание новых генотипов исходного материала по основным параметрам признаков семенной продуктивности и технологичности, устойчивости к стрессорам, но и определение адаптивного потенциала сорта по коэффициентам экологической пластичности и стабильности. По значению параметров экологической стабильности и пластичности, можно судить о степени приспособляемости генотипа к неоднородным условиям выращивания [3], что может облегчить работу селекционеров по подбору исходного материала для создания новых сортов, а также рекомендовать для производства сорта с более подходящими для определенной зоны возделывания свойствами.

Материал и методы исследований.

Исследования проводились в 2012...2013, 2019...2020 годах в коллекционном питомнике на опытном участке селекционного севооборота ФНЦ ЗБК.

Объектами исследования являлись 12 сортов фасоли обыкновенной разных периодов селекции зернового типа: Кустовая без волокна Грибовской овощной селекционной опытной станция, р. 1943, Сакса без волокна 615 Воронежской овощной опытной станции, р.1943 (улучшена на Верхне-Хавской овощной опытной станции), Днепровская бомба ВНИИ кукурузы, р.1956, а также сорта селекции ФНЦ ЗБК – Горналь р. 1988, Нерусса р. 1991, Рубин р. 2001, Шоколадница р. 2004, Стрела р. 2016, Маркиза р. 2019, Гелиада р. 2009 (принята стандартом для Орловской области), Услада и 02-173.

Посев широкорядный (ширина между рядов – 45 см) рендомизированный, селекционный сеялкой СКС-6-10 в 2-х кратной повторности. Норма высева 350 тысяч всхожих семян на гектар, площадь делянки 6 м². Уборка делянок однофазная, комбайном «Samro – 130».

Почва, размещения вариантов изучения – среднекислая, рН солевой вытяжки 4,8-5,0, темно-серая лесная, черноземы с содержанием гумуса в пахотном горизонте 4,6-5,0 %; с повышенным содержанием подвижного фосфора (P₂O₅) – 10,5–12,4 мг/100 г почвы; со средним содержанием обменного калия (K₂O) по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011)– 9,6-10,4 мг/100 г почвы.

Опыты закладывались по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Москва, 1989).

Экологическую пластичность и стабильность генотипов определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966) по урожайности семян фасоли обыкновенной, b_i – коэффициент регрессии определялся по формуле:

$$b_i = \frac{\sum X_{ij} + I_j}{\sum I_j^2};$$

где: b_i – коэффициент регрессии,

$\sum X_{ij} + I_j$ – сумма произведения урожайности определенного сорта за определенный год, на соответствующую величину индекса среды .

$\sum I_j^2$ – сумма квадратов индекса условий среды [4, 5].

Сорта с коэффициентом $b_i > 1$ - относятся к сортам интенсивного типа, то есть характеризуются отзывчивостью на улучшение условий выращивания; если $b_i = 1$, говорит о том, что урожайность сорта полностью соответствует изменениям условий произрастания; если $b_i < 1$ - сорт экстенсивного типа (мало отзывчив на изменение условий возделывания) [4, 5].

Индекс среды определяли по формуле:

$$I_j = \frac{\sum X_{ij}}{v} - \frac{\sum \sum X_{ij}}{v * n},$$

где: $\sum X_{ij}$ – сумма урожайности всех сортов в год исследования;

$\sum \sum X_{ij}$ – сумма урожайности всех сортов за все годы исследования;

v – количество сортов;

n – число лет.

$$\sigma^2_d = \sum \sigma^2_{ij} / (n-2);$$

где $\sum \sigma^2_{ij}$ – сумма квадратов отклонений фактической урожайности от теоретической;
 n – число пунктов [4, 5].

Погодные условия приведены по данными агрометеорологического поста ФНЦ ЗБК (рис. 1, 2). Годы изучения резко отличались по метеоусловиям.

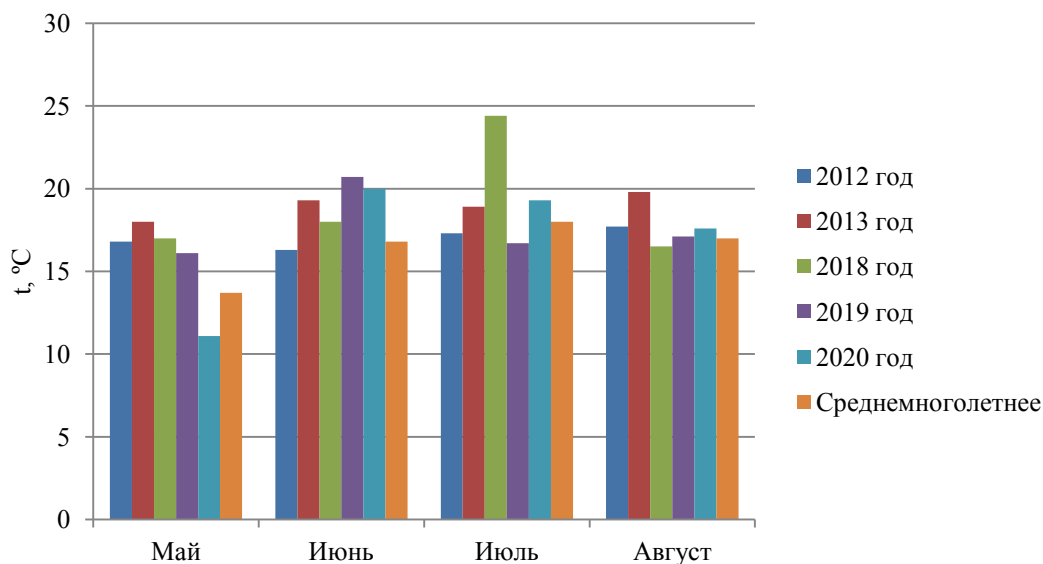


Рис. 1. Гистограмма температур за период вегетации

Май 2012 года был сухим и теплым, температура была чуть выше ее средне многолетнего значения. Июнь был прохладным и влажным. Минимальная и максимальная температура была отмечена в I декаде июня – 4,1°C, максимальная – 29,6°C. Июль был теплым и сухим, температура в среднем превышала средне многолетнее значение на 1,2°C, минимальная температура на поверхности почвы отмечалась в I декаде июля 7°C, при минимальной температуре воздуха 9,5°C. Максимальная температура за июль отмечалась во II декаде 32,2°C. Август 2012 был прохладным, за исключением его I декады, когда минимальная температура воздуха достигала значения 10,5°C, а максимальная 36°C. III декада августа была самой холодной, температура воздуха опускалась до минимального значения 3,5°C, при этом температура на поверхности почвы составляла 1°C. В 2013 году температурный режим для фасоли, в целом, сложился относительно благоприятно. Самыми теплыми и влажными были II и III декада мая. I и II декада июня и I декада июля были жаркими максимальная температура в этот период превышала 30°C, минимальная составляла 9,1. III декада июля и I декада августа были более прохладными в сравнении с предыдущими декадами. Температура II и III декады августа превышали показатели средне многолетних значений на 0,9 и 1,9°C соответственно. В 2018 году посев фасоли провели во II декаде (11 мая), которая была теплее на 1,5°C средне многолетней нормы. Июнь характеризовался контрастными показателями по температуре воздуха от 1,7°C до 33,3°C. I декада июня была относительно холодной, в начале декады температура воздуха опускалась до 1,7°C, температура на поверхности почвы опускалась до 1°C. II декада июня по температурному режиму была оптимальной, а температура в III декаду резко контрастировала от минимальных за декаду 8,8 до 33,3°C. В целом, температура в июне была выше средне многолетнего значения на 1,2°C. Июль-август были благоприятными для роста и развития растений. Температура в июле превышала средне многолетнее значение на 2,4°C. Август 2018 года также был теплым, средняя температура августа, превышала средне многолетнее значение для данного месяца на 2,8°C. В 2019 году май был оптимальным по температурному режиму в пределах от 13,5°C до 18,8°C. Последующие

месяцы оказались жаркими и сухими, за исключением III декады июля, II декады августа. Самые благоприятные метеоусловия для формирования урожая семян у фасоли обыкновенной сложились в июне – августе 2020 года. Исключением стали II, III декады мая, которые оказались холодными (температура на поверхности почвы опускалась до 0°C), задержав появление всходов более чем на 20 дней, по сравнению с предыдущими годами.

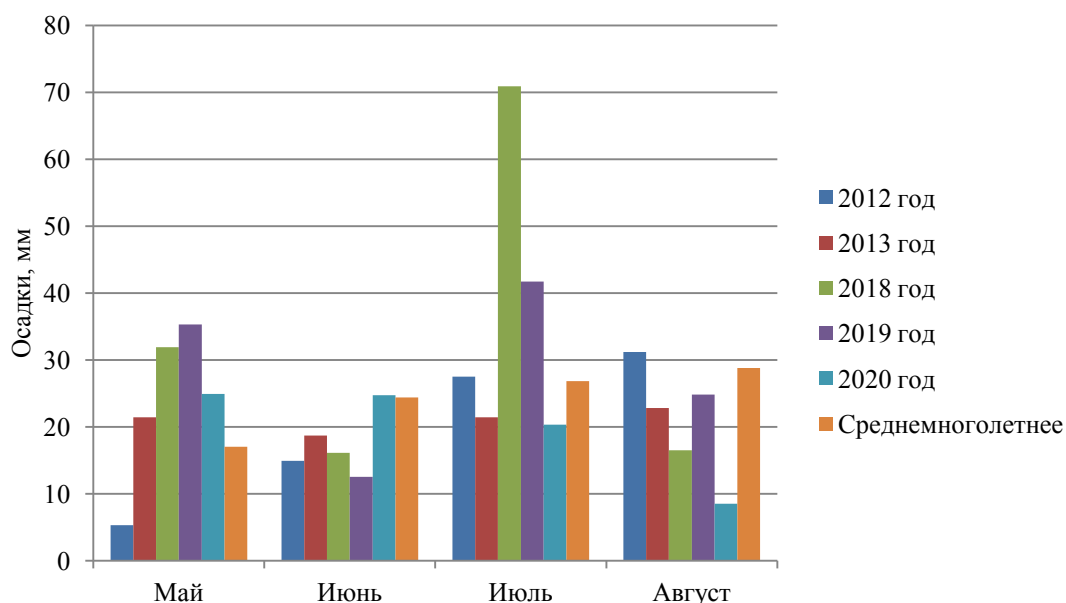


Рис. 2. Гистограмма распределения выпавших осадков за период вегетации

В 2012 году сумма выпавших осадков за вегетационный период фасоли обыкновенной с мая по август составила 223,6 мм, что на 20% ниже нормы. В 2013 году сумма выпавших осадков составила 275,4 мм, на 2% ниже нормы. Сумма выпавших осадков в 2018 году составила 173,5 мм, что на 61% ниже среднемноголетней нормы для Орловской области. В 2019 году сумма выпавших осадков – 297,8 мм на 6% выше нормы, в 2020 году - 938 мм на 236% выше нормы.

По отношению осадков к температурному режиму годы изучения характеризовались следующим образом 2012 год (ГТК по Г. Т. Селянинову – 1,26) и 2013 год (ГТК=1,44) были достаточно влажными, имели оптимальный показатель увлажнения почвы. (ГТК = 1,37) 2019 (ГТК = 1,37) и 2020 годы (ГТК=1,34) – также характеризовались оптимальным значением увлажнения почвы, 2018 (ГТК = 0,72) характеризовался недостаточной увлажненностью почвы.

Исследования проведены в соответствии с методикой полевого опыта, статистическая обработка данных - с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel по методике полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) Б. А. Доспехова (2012).

Результаты и их обсуждение

В результате анализа индекса среды каждого года исследований, установлено, что условия вегетации 2012 г., 2013 г., 2019 г., не были благоприятными для культуры, индекс среды (I_i) принимал отрицательное значение. Благоприятные погодно-климатические условия для вегетации фасоли обыкновенной сложились в 2020 году, индекс среды имел положительное значение $I_i = 0,30$ (табл. 1).

Наибольшая урожайность семян отмечалась в группе селекции 2016-2019 гг., в 2020 году – в среднем по группе 3,48 т/га, больше чем в 2018 году на 0,95 т/га, выше, чем в 2019 году на 1,00 т/га (табл. 1). Максимальная прибавка урожая семян в группе выявлена у сорта Стрела в 2020 году 3,70 т/га, на 1,10 т/га больше, чем в 2018 году и на 1,15 т/га больше, чем в 2019 году. У сорта Маркиза в 2020 году урожайность семян составила 3,25 т/га, больше, чем

в 2018 году на 0,80 т/га, а также чем в 2019 году на 0,85 т/га. Наибольшая урожайность в том же году была отмечена у сорта из группы селекции 1940-1950 гг. Кустовая без волокна 85 – 3,00 т/га, больше на 1 т/га, чем в 2013 году (минимальная урожайность семян у сорта за все годы исследования); а также у сорта Горналь (группы селекции 1980-2000 гг.) – 3,05 т/га, на 1,1 т/га выше, чем в 2012 году, когда был получен минимальный за годы исследования урожай семян сорта.

Таблица 1

Средняя урожайность семян фасоли обыкновенной (т/га), параметры экологической пластичности и индекс среды разных периодов селекции

Сорт	2012	2013	2018	2019	2020	b_i	σ^2_d
Селекции 1940-1950 гг.							
Кустовая без волокна 85	2,25	2,00	2,30	2,35	3,00	0,47	0,006
Сакса без волокна 615	2,05	1,83	2,30	2,20	2,40	0,24	0,002
Днепровская бомба	1,70	2,00	2,60	2,35	2,85	0,48	0,007
Среднее	2,00	1,94	2,40	2,30	2,75	-	
Селекции 1980-2000 гг.							
Горналь	1,95	2,09	2,25	2,20	3,05	0,53	0,008
Нерусса	2,05	2,25	2,30	2,20	2,45	0,15	0,001
Среднее	2,00	2,17	2,28	2,20	2,75	-	
Селекции 2001-2009 гг.							
Шоколадница	2,65	2,09	2,30	2,35	2,40	0,05	0,0001
Гелиада (st.)	2,15	2,00	2,30	2,25	2,65	0,30	0,003
Рубин	2,05	2,00	2,40	2,10	2,50	0,25	0,002
Среднее	2,28	2,03	2,33	2,23	2,52	-	
Селекции 2010-2013 гг.							
Улада	2,20	2,00	2,50	2,40	3,25	0,61	0,011
02-173	2,20	1,83	2,30	2,25	2,65	0,34	0,004
Среднее	2,20	1,92	2,40	2,33	2,95	-	
Селекции 2016-2019 гг.							
Стрела	-	-	2,60	2,55	3,70	1,76	0,068
Маркиза	-	-	2,45	2,40	3,25	1,53	0,052
Среднее	-	-	2,53	2,48	3,48	-	-
$НСР_{0,05}$	0,09	0,03	0,66	0,12	0,68	-	-
I_i	-0,14	-0,24	0,00	-0,30	0,30	-	-

Анализ коэффициентов экологической пластичности сортов (b_i) по урожайности семян показал (табл. 1), что наиболее отзывчивыми на улучшение условий выращивания были сорта Стрела и Маркиза из группы селекции 2016-2019 гг., с коэффициентами регрессии $b_i = 1,76$, и $b_i = 1,53$ соответственно, то есть относятся к сортам интенсивного типа. Наименьшими значениями коэффициента b_i характеризовались сорта: Сакса без волокна 615 из группы селекции 1940-1950 ($b_i=0,24$), сорта группы селекции 2005-2009 гг. Рубин ($b_i=0,25$) и Шоколадница ($b_i=0,05$), а также сорт группы селекции 1980-2000 гг. – Нерусса, ($b_i=0,15$), то есть сорта экстенсивного типа, с низкой или нейтральной реакцией на изменение условий выращивания.

У остальных, сортов коэффициент регрессии $b_i < 1$, и варьировал в пределах 0,30 - 0,61, что говорит о низкой требовательности сортов к условиям произрастания и средней степени их отзывчивости на улучшение условий выращивания.

Значения коэффициента экологической стабильности σ^2_d у изученных сортов фасоли обыкновенной варьировали от 0,0001 до 0,068 (табл. 1). Максимальные значения коэффициента σ^2_d выявлены у сортов Стрела ($\sigma^2_d = 0,068$), и Маркиза ($\sigma^2_d = 0,052$), что говорит о меньшей в сравнении с другими сортами экологической стабильности. Проявление

признака урожайность семян этих сортов, в большей степени зависит от условий произрастания, чем у сортов с коэффициентом σ^2_d наиболее приближенным к 0. Наибольшую степень экологической стабильности среди исследованных сортов проявлял сорт Шоколадница $\sigma^2_d = 0,0001$.

По величине коэффициента экологической пластичности в процентном соотношении изученные сорта распределялись следующим образом: 50% сорта, у которых коэффициент экологической пластичности варьировал от 0,30 до 0,61; 33% доля сортов с $b_i < 1$; 15% – сорта с $b_i > 1$. В группу селекции 2016-2019 гг. входили сорта с высоким коэффициентом регрессии b_i , тем не менее, величина коэффициента регрессии сорта не зависела от принадлежности к группе селекции.

Дисперсионный анализ позволил определить степень влияния факторов (условия года произрастания и генотип, их совместное действие), на урожайность изученных сортов фасоли обыкновенной в условиях Орловской области (табл. 2).

Таблица 2

Дисперсионный анализ урожайности семян фасоли обыкновенной

Источник варьирования	Число степеней свободы (df)	Сумма квадратов отклонений (SS)	Средний квадрат отклонений (mS)	Критерий Фишера (F)	Доля влияния фактора, %
Общее	59	8,44	-	-	100
Фактора А (год)	4	3,57	0,89	5,73*	29,8
Фактор В (сорт)	11	2,87	0,26	19,67*	23,8
Взаимодействие (АхВ)	12	0,57	0,08	0,62*	4,8
Повторности	3	1,25	0,42	5,47*	10,4
Случайные факторы	44	2,00	0,05	-	16,6

*Достоверно при $P < 0,001$

Было установлено (табл. 2), что степень проявления признака урожайность семян зависела от условий года на 29,8%, влияние генотипа на степень проявления признака составляло 23,8%. Взаимодействие факторов генотип × среда оказывало влияния на урожайность на 4,8%. Дисперсионный анализ, урожайности семян за годы исследований, подтверждает результаты исследования параметров экологической пластичности сортов фасоли обыкновенной.

Заключение

По результатам анализа сорта интенсивного типа Маркиза и Стрела (характеризующиеся высоким коэффициент экологической пластичности), могут быть рекомендованы в качестве исходного материала для получения новых генотипов с высокой отзывчивостью на благоприятные изменения условий выращивания. Сорта фасоли обыкновенной экстенсивного типа: Сакса без волокна 615, Рубин и Шоколадница и Нерусса (с низкими значениями коэффициента экологической пластичности ($b_i < 0,30$), также могут быть рекомендованы в качестве исходного материала для создания сортов, менее требовательных к условиям выращивания, предназначенных для возделывания в регионах с более жесткими агроклиматическими условиями.

Литература

1. Миоц О.А., Мирошникова М.П. Обоснование параметров модели высокопродуктивного сорта фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi) для Центральной полосы России // Земледелие. - 2021. - № 4. С. 31-34. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10408.
2. Паркина О.В., Акушкина А.В. Экологическая пластичность сортов фасоли овощной в условиях лесостепи Приобья // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). - 2016. - № 2 (39). – С. 36-42. – EDN WIQRWJ.

3. Децына А.А., Илларионова И.В., Щербинина В.О. Расчет параметров экологической пластичности и стабильности масличных сортов подсолнечника селекции ВНИИМК // Масличные культуры. - 2020. – Вып. 3 (183). – С. 31-38.
4. Корзун О.С., Бруйло А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие. – Гродно: ГГАУ, - 2011. – 140 с.
5. Зыкин В.А., Белан И.А. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). – Уфа, - 2011. – 97 с.

References

1. Miyuts O.A., Miroshnikova M.P. Obosnovanie parametrov modeli vysokoproduktivnogo sorta fasoli obyknovnoy (Phaseolus vulgaris (L.) Savi) dlya Tsentral'noi polosy Rossii [Justification of parameters of the model of high-yielding variety of common bean (Phaseolus vulgaris (L.) Savi) for Central Russia]. *Zemledelie*. 2021, № 4, pp. 31-34. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10408. (In Russian)
2. Parkina, O.V., Akushkina A.V. Ekologicheskaya plastichnost' sortov fasoli ovoshchnoi v usloviyakh lesostepi Priob'ya [Ecological plasticity of vegetable bean varieties in the conditions of the forest-steppe of the Ob region]. *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*. - 2016, № 2(39), pp. 36-42. EDN WIQRWJ. (In Russian)
3. Detsyna A.A., Illarionova I.V., Shcherbinina V.O. Raschet parametrov ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti maslichnykh sortov podsolnechnika seleksii VNIIMK [Calculation of Ecological Plasticity and Stability Parameters of Oilseed Sunflower Varieties of VNIIMK Breeding]. *Maslichnye kul'tury*. 2020, edition 3(183), pp. 31-38. (In Russian)
4. Korzun O.S., Bruilo A.S. Adaptivnye osobennosti seleksii i semenovodstva sel'skokhozyaistvennykh rastenii: posobie [Adaptive features of breeding and seed production of agricultural plants: a manual]. Grodno: GGAU Publ., 2011, 140 p. (In Russian)
5. Zykin V.A., Belan I.A. Ekologicheskaya plastichnost' sel'skokhozyaistvennykh rastenii (metodika i otsenka) [Ecological plasticity of agricultural plants (methodology and evaluation)]. Ufa, 2011, 97 p. (In Russian)