

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ УРОЖАЙНОСТИ И АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ РАЗНЫХ МОРФОБИОТИПОВ СОРТОВ ГРЕЧИХИ

В.А. СТЕБАКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: stebakovva@yandex.ru

В.И. МАЗАЛОВ*, доктор сельскохозяйственных наук, E-mail: mazalov-1958@mail.ru

В.Г. НЕБЫТОВ*, кандидат биологических наук, E-mail: nebuytov@yandex.ru

В.С. ШМАНЁВ**, аспирант

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

*ШАТИЛОВСКАЯ СХОС – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И
КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР, ПОС. ШАТИЛОВО

** ФГБОУ ОРЛОВСКИЙ ГАУ ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА

Аннотация. Исследования выполняли с целью оценки урожайности и показателей адаптивных свойств разных морфотипов сортов гречихи в различных погодных условиях юго-восточной зоны Орловской области. Наибольший урожай зерна 2,1 т/га сформировал в 2025 году детерминантный сорт Диана (ФНЦ зернобобовых и крупяных культур), самый низкий в 2024 году – 0,9 т/га индетерминантный – Зилимская (ФГБНУ Уфимский ФИЦ РАН). В среднем за четыре года детерминантный сорт Диана превысил по урожайности сорта (т/га): Темп на 0,2, Девятку – на 0,5, Башкирскую красностебельную – на 0,6, Землячку – на 0,4, Зилимскую – на 0,7 и Яшлек – на 0,5. Среди изучаемых в 2022-2025 гг. выделен наиболее адаптированный к условиям юго-востока Орловской области сорт детерминантного морфотипа Диана, обладающий высокими показателями продуктивности – 1,9 т/га и адаптивных свойств: генетической гибкости (2,65 т/га), коэффициента адаптивности ($KA=1,65$), гомеостатичности ($Нот=0,19$), селекционной ценности ($Sc=1,45$), меньшим значением суммы (\sum рангов=20). Индетерминантный сорт гречихи Зилимская с низкой за четырехлетний период урожайностью (1,2 т/га), имеющий невысокие значения генетической гибкости (1,65 т/га), коэффициента адаптивности ($KA=0,79$), гомеостатичности ($Нот=0,07$), селекционной ценности ($Sc=0,07$), высокой вариабельностью ($V=18\%$) и большей суммой (\sum рангов=43) менее соответствовал условиям юго-востока региона. Выявлены статистически достоверные положительные корреляционные зависимости между средней урожайностью и коэффициентом адаптации (KA), $r=0,996$, компенсаторной гибкостью ($Y_{min} + Y_{max}/2$), $r=0,979$; между компенсаторной гибкостью ($Y_{min}+Y_{max}/2$) и селекционной ценностью (Sc), $r=0,957$ и коэффициентом адаптивности (KA), $r=0,980$.

Ключевые слова: гречиха посевная (*Fagopyrum esculentum* Moench), сорт, урожайность, адаптивные свойства.

Для цитирования: Стебаков В.А., Мазалов В.И., Небытов В.Г., Шманёв В.С. Результаты оценки урожайности и адаптивных свойств разных морфобиотипов сортов гречихи. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 1 (57):79-87 DOI: 10.24412/2309-348X-2026-1-79-87

RESULTS OF THE ASSESSMENT OF YIELD AND ADAPTIVE PROPERTIES OF DIFFERENT MORPHOTYPES OF BUCKWHEAT VARIETIES

V.A. Stebakov, V.I. Mazalov*, V.G. Nebytov*, V.S. Shmanev**

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS
*SHATILOVO AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION – BRANCH OF FSBSI
FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS, pos. Shatilovo

Abstract: *The studies were conducted to assess the yield and adaptive properties of different morphotypes of buckwheat varieties in various weather conditions of the southeastern zone of the Oryol Region. The highest grain yield of 2,1 t/ha was achieved by the determinate variety Diana in 2025 (Federal Research Center for legumes and goat crops), while the lowest yield of 0,9 t/ha was achieved by the indeterminate variety Zilimskaya in 2024 (Federal State Budgetary Scientific Institution Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences). On average, over the course of four years, the determinate variety Diana exceeded the yield of the following varieties (t/ha): Temp by 0,2, Devyatka by 0,5, Bashkirskaya Krasnostebel'naya by 0,6, Zemlyachka by 0,4, Zilimskaya by 0,7, and Yashlek by 0,5. Among the varieties studied in 2022-2025, the variety of the determinant morphotype Diana, which is most adapted to the conditions of the south-east of the Orel region, has high productivity indicators – 1,9 t/ha and adaptive properties: genetic flexibility (2,65 t/ha), coefficient of adaptivity ($KA = 1,65$), homeostaticity ($Hom = 0,19$), breeding values ($Sc = 1,45$), a smaller value of the sum ($\sum ranks = 20$). Statistically significant positive correlations were found between the average yield and the adaptation coefficient (KA), $r = 0,996$, compensatory flexibility ($Y_{min} + Y_{max}/2$), $r = 0,979$; between compensatory flexibility ($Y_{min} + Y_{max}/2$) and b value (Sc), $r = 0,957$, and the adaptation coefficient (KA), $r = 0,980$.*

Keywords: buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), yield, variety, adaptive properties.

Гречиха в Орловской области является основной крупяной продовольственной культурой. Крупа гречихи – ценный диетический продукт питания, благодаря содержанию легкопереваримых белков, минеральных солей, органических кислот, жира, витаминов группы E, B и P (рутина). Гречиха, медоносная культура, лучший предшественник для большинства культур в севообороте. Гречиха усваивает из почвы труднорастворимые соединения фосфора и калия, имеет короткий вегетационный период, ее как страховую культуру возделывают в поукосных и пожнивных посевах. Растянутое цветение и плодообразование растений гречихи, интенсивный рост и его возобновление после засухи и пониженных температур не способствуют технологичности ее возделывания. Препятствует росту посевных площадей невысокая, в сравнении с зерновыми, урожайность зерна. Анализ статистических данных за 1880 г. – 1884 г. и 1887 г. – 1902 г. свидетельствовал о тенденции снижения «размера» посевной площади гречихи в Орловской губернии с 140,4 до 90,3 тыс. десятин (П.А. Загорский, 1898). В связи с значительным сокращением ее посевной площади Департаментом Земледелия Министерства Земледелия и государственных имуществ была разработана в 1898 году программа научных исследований по культуре гречихи. По его заданию на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции в 1900 г. начались экспериментальные исследования по испытанию, местной из имения Шатиловых «Моховое», «апрельской Пульмановской» Богородицкого опытного поля Курской губернии, «татарской», «серебристой (шотландской)» и «сибирской» гречихи. По данным В.В. Винера (1906) результаты свидетельствовали о более высоком урожае зерна «местной» и «сибирской» гречихи. С 1899 года, начато «систематическое улучшение местной гречихи усиленным отбором на крупность путем сортирования. Этот способ поднял действительно урожаи зерна настолько, что окружающие хозяйства быстро оценили качество семян, создав на гречиху опытной станции большие требования». Из отсортированной самой крупной фракции семян с наиболее высокой урожайностью зерна была выделена популяция, с которой началась селекционная работа. С организацией селекционного отдела в период с 1918 по 1923 гг. с данной популяцией, получившей название Богатырь была продолжена П.И. Лисицыным селекционная работа. Начиная с 1923 года организовано семеноводство, семена гречихи сорта Богатырь начали поступать в производство. С 1923 по 1929 гг. В.Н. Хохловым методом семейственного отбора выделены наиболее продуктивные семьи с целью улучшения сорта (В.Н. Хохлов, 1931). Далее Г.В. Копелькиевским (1951) с использованием переопыления, гибридизации, отборов, обновления семенного материала был значительно улучшен сорт Богатырь. Основным направлением этого периода селекции гречихи являлось

усиление развития растений, что привело к увеличению продолжительности вегетационного периода превосходившей исходную популяцию на две недели. Районированный в 1938 году и до настоящего времени сорт Богатырь является наилучшим представителем традиционного среднерусского морфотипа сортов гречихи. В период 1934-1940 гг. селекция гречихи на Шатиловской СХОС велась методом половинок с пространственной изоляцией. Были созданы сорта Орловская 2 и Скороспелая 3. В 1944-1951 гг. селекция проводилась методом индивидуально семейственного направленного отбора, по результатам создан сорт гречихи Шатиловская 4, районированный в 1956 году (Э.Д. Неттевич, Н.В. Фесенко, 1964). С 1959 года, большое значение придается созданию скороспелых сортов гречихи для возделывания в занятых парах и пожнивных посевах. На основе массового и негативного отборов, переопыления скороспелых биотипов был создан сорт Скороспелая 81, районированный в Орловской области для возделывания в занятом пару. С организацией Всесоюзного НИИ зернобобовых и крупяных культур самостоятельные селекционные работы по гречихе на Шатиловской СХОС с 1967 года были прекращены. С 1972 по 1988 гг. на Шатиловской СХОС селекционная работа с гречихой по созданию среднеспелых и скороспелых сортов велась в координации с ВНИИЗБК. По результатам совместной работы были районированы в 1985 году сорта гречихи Аромат, Баллада и Нектарница, с 1988 года – Орлица, в 1991 году – Курская 87, с 1991 года Скороспелая 86 и Снежень. Совместная селекционная работа с ВНИИЗБК и испытания сортов гречихи на Шатиловской СХОС были возобновлены с 1996 года. В 2008 г. районирован, созданный ВНИИЗБК совместно с Шатиловской СХОС детерминантный сорт Диалог. С 2007 года проводятся экологические испытания сортов различных морфотипов гречихи селекционных учреждений РФ, адаптированных к неблагоприятным погодным условиям региона, обеспечивающих увеличение валовых сборов зерна культуры и улучшения качества продуктов ее переработки [1-4]. Существенное влияние на продуктивность растений гречихи оказывают сорт и технология ее возделывания. Необходимо увеличить посеvy сортов гречихи сочетающих повышенный морфологический потенциал урожайности с улучшенными показателями качества продукции, устойчивость к стрессовым явлениям засухи и высокой нектарной продуктивностью [5-14].

Цель исследований – изучение урожайности и показателей адаптивности разных морфотипов сортов гречихи в нестабильных погодных условиях юго-восточной зоны Орловской области.

Условия, материалы и методы

Исследования выполняли в 2022-2025 гг. на Шатиловской СХОС. Объектами исследования были сорта Темп, Девятка, Диана по габитусу соответствующие детерминантному сорто типу (ФНЦ зернобобовых и крупяных культур), Башкирская красностебельная, Зилимская, Землячка (ФГБНУ Уфимский ФИЦ РАН), Яшлек (ФГБУН ФИЦ Казанский научный центр РАН), соответствующие индетерминантному сорто типу, последний с преобладанием в составе популяций форм с фасциациями стебля и генеративной зоны.

Почва – выщелоченный тяжелого гранулометрического состава, среднемощный чернозем; рН – 5,5-5,7; содержание гумуса – 6,5-6,9% (по Тюрину); подвижного фосфора – 82-93 мг/кг и обменного калия (K_2O) 127-132 мг/кг почвы (по Чирикову). Предшественник – чистый пар, повторность 4- кратная, учетная площадь делянки 50 м². Обработка почвы включала – ранневесеннее боронование и две культивации. Удобрения были внесены под предпосевную культивацию в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$ кг/га (P_{205}). Применяли азотные – Наа, фосфорные – Рсд и калийные – Кх минеральные удобрения. Сев культуры проводили сеялкой СН-16 (12.05-22.05) с нормой высева 3 млн всхожих семян на 1 га. В течение вегетации проводили учеты, наблюдения и оценку сортов в соответствии с «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). Уборку урожая осуществляли (9.08-30.08) в фазе полной уборочной спелости поделаноно комбайном Сампо 130.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову (2019), коэффициент линейной регрессии (b_1) и среднеквадратическое отклонение

(S_i^2) урожайности выполняли по Эберхарту и Раселлу в редакции Пакудина с соавторами (1984), устойчивость к стрессу ($Y_{min}-Y_{max}$) и компенсаторную способность ($(Y_{min} + Y_{max})/2$) – по А.А. Rossielle и S. Hemblin (1981) в изложении А.А. Гончаренко (2005), коэффициент адаптивности (КА) – по Животкову и соавт. (1984), гомеостатичность (Ном) и селекционную ценность (Sc) определяли по Хангильдину (1977), показатель относительной стабильности (St^2) по Соболеву (1980).

Результаты и обсуждение

В Орловской области основным фактором, влияющим на объемы производства гречихи, остается невысокая урожайность зерна в неблагоприятных погодных условиях, обусловленных весенними и весенне-летними засухами, заморозками, неравномерным выпадением осадков в период формирования плодов. С 2018 по 2024 гг. в Орловской области наметилась тенденция снижения посевной площади с 52,2 тыс. га до 41,1 тыс. га и урожайности с 1,77 т/га до 1,32 т/га. В первых научных исследованиях Шатиловской СХОС по культуре гречихи В. В. Винер писал, что «из всех наших хлебов гречиха чувствительна к морозам, урожай ее в такой большой зависимости от атмосферных явлений» (Винер, 1906). По данным Н. И. Аненкова (1851) урожай зерна гречихи в имении Шатиловых «Моховое» с 1834 по 1854 гг. в среднем составил 1,5 т/га и отличался нестабильностью по годам, варьируя в пределах от 2,23 т/га до 0,42 т/га. В 1839 и 1841 году урожай гречихи по неблагоприятным погодным условиям не был собран, в 1837 получили 0,1 четверти зерна с владельческой десятины (1,45 гектара).

По данным метеостанции Верховье погодные условия 2022-2025 гг. оказались неблагоприятными для роста и развития растений гречихи - отличались неравномерностью распределения месячных осадков и среднесуточной температуры воздуха за май – август. Индексы условий среды (I_j), отражающие влияние года на формирование урожайности, составили: в 2022 г. (+0,20); 2023 г. (-0,14), 2024 г. (-0,11); 2025 г. (+0,05). Предельные значения выпавших осадков в мае менялись от 16 мм (2025 г.) до 53 мм (2022 г.) и в июне от 44 мм (2022 г.) до 141 мм (2025 г.), при среднемноголетней норме - 48 и 65 мм. Температура воздуха колебалась в мае и июне от 10,8 °С (2022 г.) и 16,1 °С (2025 г.) до 13,3 °С (2025 г.) и 19,2°С (2022 г.), при среднемноголетней норме 14,2 °С и 17,9 °С. Максимальная температура воздуха отмечалась в 1 и 2 декадах июля 2022-2025 гг. до - 33 °С и 35 °С. В 1 – 3 декадах мая 2022 г. выпало осадков на 4, 8 и 15 мм, июня на 10, 4, 7 и июля на 14, 12, 3 мм меньше по сравнению со среднемноголетними данными. В 1 – 3 декадах июня 2022 г. среднесуточная температура превосходила среднемноголетнюю на 1,2 °С, 1,1 °С, 1,6°С и в августе на 1,7°С., 2,8 °С., 5,6°С. За июнь и август ГТК=1,07 и ГТК=0,48, что соответствовало засушливому и сильно засушливым периодам. Вегетационный период 2023 г был относительно засушлив и характерен низким температурный режимом: май (-1,0°С), июнь (-1,2°С), июль (-0,7°С) к среднемноголетней норме, существенно повлиявшими на развитие растений гречихи. Осадки выпадали неравномерно, в мае (-15 мм), июне (-17 мм) и июле (-59 мм) меньше к среднемноголетней норме. Во 2 и 3 декадах августа наблюдали увеличение количества осадков на 14 мм и 8 мм. В 2024 году количество осадков выпало в мае на 17 мм, июле – 46 мм и августе – 30 мм меньше нормы, в июне ниже на 1 мм, что близко к норме. Среднесуточная температура воздуха в мае была на 1,6°С ниже, в июне, июле и августе выше на 1,5, 2,6 и 1,6°С. Вегетационный период июня 2025 г был характерен превышением среднемноголетних значений количества осадков в 1-3 декадах июня на 26, 38, 12 мм и месячной суммы на 76 мм. Среднесуточная температура характеризовалась за май, июнь и август пониженными значениями от среднемноголетних показателей на 0,9°С, 1,8 °С и 1,6°С.

Под влиянием погодных условий урожай зерна разных морфотипов сортов гречихи существенно варьировал по годам (табл. 1).

Урожайность зерна разных морфотипов сортов гречихи, т/га

Сорт	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Среднее, 2022-2025 гг.
Детерминантный					
Темп	1,7	1,2	1,3	1,5	1,4
Девятка	1,9	1,3	1,7	1,9	1,7
Диана	2,0	1,6	1,8	2,1	1,9
Индетерминантный					
Башкирская красностебельная	1,5	1,3	1,1	1,2	1,3
Землячка	1,5	1,6	1,4	1,3	1,5
Зилимская	1,5	1,2	0,9	1,1	1,2
Яшлек	1,6	1,1	1,3	1,5	1,4
НСР ₀₅	0,4	0,3	0,2	0,4	-
Индекс среды I _j	+0,20	-0,14	-0,11	+0,05	-

Наиболее высокая урожайность (2,1 т/га) в 2025 г. отмечена у сорта Диана, самая низкая – 0,9 т/га в 2024 г. у сорта Зилимская. В 2022 году детерминантный сорт Диана достоверно превысил на 0,5 т/га по урожайности индетерминантные сорта Башкирская красностебельная, Зилимская и Землячка. Существенных различий по урожайности зерна между сравниваемыми сортами в группах индетерминантных (Башкирская красностебельная, Зилимская, Землячка и Яшлек) и детерминантных (Темп, Девятка, Диана) не выявлено. В условиях 2023 года получена равная, 1,6 т/га высокая урожайность сортов Диана и Землячка среди сравниваемых групп детерминантных и индетерминантных морфотипов. По этому показателю в группе детерминантных сортов выделился сорт Диана достоверно превысивший на 0,4 т/га сорт Темп. Урожайность зерна в группе индетерминантных сортов у сорта Землячка достоверно была выше на 0,4 т/га и 0,5 т/га, чем – Зилимская и Яшлек. Между урожаем зерна сравниваемых групп сортов – детерминантных -Темп (1,2 т/га) и Девятка (1,3 т/га) и индетерминантных – Башкирская красностебельная (1,3 т/га), Зилимская (1,2 т/га) и Яшлек (1,1 т/га) различий не обнаружено. В 2024 году при (I_j = 0,11), дефицит выпавших осадков – 2 мм (92% от многолетней нормы) в 3 декаде июня, отсутствия - 0 мм в 1 декаде июля в межфазные периоды бутонизации -цветение, когда происходит интенсивное наращивание вегетативной массы растений и формирование генеративных органов, негативно повлиял на величину урожая зерна гречихи. Получен самый низкий урожай у сорта Зилимская – 0,9 т/га. Выявлены существенные различия в урожайности в 0,5 и 0,4 т/га между детерминантными сортами Девятка и Диана и сортом Темп. В группе индетерминантных сортов достоверно наибольший сбор зерна – 1,4 и 1,3 т/га обеспечили сорта Землячка и Яшлек. Детерминантные сорта Девятка и Диана достоверно на 0,9-0,3 т/га превысили по урожайности индетерминантные сорта Башкирская красностебельная, Зилимская, Землячка и Яшлек. В условиях 2025 года в группе детерминантных сортов существенная прибавка – 0,6 т/га в сравнении сортом Темп отмечена у сорта Диана. Достоверных различий в урожайности между индетерминантными сортами не отмечены. Урожайность детерминантного сорта Диана достоверно на 1,0-0,6 т/га превысила по урожайности индетерминантные сорта Башкирская красностебельная, Зилимская, Землячка и Яшлек. В среднем за 2022-2025 гг. лучшие показатели по урожайности отмечены у детерминантного сорта Диана -1,9 т/га и индетерминантного – Землячка 1,5 т/га. Наименьшей урожайностью 1,2 т/га за тот же период характеризовался индетерминантный сорт Зилимская. В сравниваемых группах выделился детерминантный сорт Диана, превысивший по урожайности на 0,5-0,2 т/га сорта Темп и Девятка, из индетерминантных – Землячка, превзошедший на 0,1-0,3 т/га сорта Башкирская красностебельная, Зилимская и Яшлек. Индетерминантные сорта Яшлек и детерминантный сорт Темп характеризовались равной величиной (1,4 т/га) урожайности.

Наиболее существенный вклад (58%) в общую дисперсию урожайности вносил фактор «годы исследования». Роль сорта составляла 21%. Изменчивость урожайности на 19% обусловлена взаимодействием факторов «сорт и среда».

Данные урожайности сортов гречихи были статистически обработаны различными методами с целью количественной оценки адаптивных свойств (табл. 2).

Таблица 2

Показатели стрессоустойчивости, генетической гибкости, гомеостатичности, пластичности и стабильности разных морфотипов сортов гречихи, 2022-2025 гг.

Сорт	$Y_{\min}-Y_{\max}$, т/га	$Y_{\min} + Y_{\max}/2$, т/га	КА	V,%	Ном	Sc	St ²	bi	Si ²	Σ рангов
Детерминантный										
Темп	-0,5	2,05	0,96	14	0,10	0,99	0,99	1,39	0,01	33
Девятка	-0,6	2,25	1,14	14	0,12	1,16	0,98	1,40	0,05	21
Диана	-0,5	2,65	1,26	10	0,19	1,45	0,99	1,09	0,03	20
Индетерминантный										
Башкирская красностебельная	-0,4	1,85	0,86	12	0,11	0,95	0,99	0,77	0,02	47
Землячка	-0,3	2,10	0,98	8	0,18	1,22	0,99	0,16	0,02	40
Зилимская	-0,6	1,65	0,79	18	0,07	0,72	0,98	1,19	0,04	43
Яшлек	-0,5	1,90	0,93	14	0,10	0,96	0,98	1,30	0,01	47

Согласно А.А. Rosielle J. Hamblin показатель степени устойчивости сортов к неблагоприятным факторам среды определяется по разнице между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_{\min}-Y_{\max}$). Меньший размах свидетельствует о стрессоустойчивости сорта и более высокой его приспособленности для различных условий среды. В группе детерминантных сортов наиболее стрессоустойчивыми были Диана и Темп (-0,5 т/га), индетерминантных – Землячка (-0,3 т/га) и Башкирская красностебельная (-0,4 т/га). Компенсаторная способность $(Y_{\min}+Y_{\max})/2$ показывает генетическую гибкость или реакцию сорта на условия выращивания, чем выше ее величина, тем выше степень соответствия между урожайностью и факторами среды. Наиболее высокие показатели отмечены у детерминантного сорта Диана (2,65 т/га) и индетерминантного Землячка (2,10 т/га). Коэффициент адаптивности (КА) был определен по отношению данных урожая каждого из испытуемых сортов к среднесортowej урожайности. При $КА > 1$, сорт устойчив к стрессовым факторам региона. Наиболее высокое значение КА определено у детерминантных сортов Диана ($КА=1,26$), Девятка ($КА=1,14$) и индетерминантного – Землячка ($КА=0,98$). Реакция индетерминантного сорта Зилимская на условия среды была наименьшей, ($КА=0,79$). Согласно значениям шкалы Доспехова (2019) по относительному показателю варьирования урожая, коэффициенту вариации (V%), детерминантные сорта отнесены к средней группе изменчивости. Наименьшей вариабельностью урожая характеризовался сорт Диана ($V = 10\%$), наибольшей ($V = 14\%$) Темп и Девятка. В группе индетерминантных сортов самым высоким показателем вариабельности урожая соответствовал – Зилимская ($V = 18\%$), наименьшим – Землячка ($V=8\%$). При оценке адаптивности сорта важно учитывать способность к сохранению высокого значения гомеостаза – сочетать значительную урожайность в благоприятных условиях выращивания с наименьшим ее снижением в неблагоприятных. Величина гомеостатичности ($Ном=x^2/(\sigma \cdot (x_{opt}-x_{lim}))$) варьировала по сортам от 0,07 до 0,19. Высокое значение гомеостатичности определено у детерминантного сорта Диана ($Ном=0,19$) и индетерминантного Землячка ($Ном=0,18$). По этому показателю самой низкой величиной ($Ном=0,07$) выделился индетерминантный сорт Зилимская. Селекционная ценность сорта, установленная по формуле: $Sc = X_{cp} \cdot x / X_{lim} / X_{opt}$, где X_{cp} – средняя урожайность по сорту; – X_{lim} урожайность лимитированная; – X_{opt} урожайность оптимальная) является показателем

оценки сорта, сочетающая в себе высокую урожайность с адаптивными свойствами. По этому показателю наибольшая величина ($Sc=1,45$) определена у детерминантного сорта Диана и индетерминантного Землячка ($Sc=1,22$), наименьшая ($Sc=0,72$) у индетерминантного - Зилимская. Высокие (близкие к 1) величины показателя относительной стабильности ($St^2 = X^2 - S^2 / X^2$, где X - средний урожай сорта, S^2 -общая дисперсия урожая данного сорта) установлены среди сравниваемых групп сортов. Наибольшие значения данного показателя относительной стабильности ($St^2 = 0,99$) отмечены в группе (морфотип детерминантный) у сортов Диана и Темп, индетерминантного – Землячка. Показатели экологической пластичности (b_i) и стабильности (S_i^2) являются информативными количественными параметрами адаптивных свойств сортов по урожайности. Сорта с детерминантным (Темп и Девятка) ($b_i=1,39$ и $b_i=1,40$) и индетерминантным (Зилимская и Землячка) морфотипом характеризовались высокой статистической значимостью значений коэффициентов ($b_i > 1$) регрессии ($b_i=1,19$ и $b_i=1,30$) на изменения условий внешней среды. Дисперсия (S_i^2) характеризует стабильность сорта, уровень отклонения его урожая в исследуемый год от средней урожайности за все годы в различных условиях выращивания. Чем меньше данный показатель, тем более стабильно сорт формирует урожай. Наибольшей стабильностью реакции на условия среды в группе детерминантных сортов характеризовались с наименьшими значениями ($S_i^2 < 1$) Темп и Диана ($S_i^2=0,01$ и $S_i^2=0,03$), индетерминантных Башкирская красностебельная и Землячка ($S_i^2=0,02$) и Яшлек ($S_i^2=0,01$). Следует отметить, что данные оценки показателей стабильности сортов, определенные по вариансе дисперсии (S_i^2) совпадали с показателями относительной стабильности (St^2) рассчитанных по Соболеву. Сорта Девятка (детерминантный морфотип) и Зилимская (индетерминантный морфотип) характеризовались низкими величинами показателей относительной стабильности ($St^2=0,98$) и высоким значением дисперсии ($S_i^2=0,05$ и $S_i^2=0,04$). По суммарной ранговой оценке, показателей, детерминантный сорт гречихи Диана (\sum рангов=20) был наиболее, индетерминантные Башкирская красностебельная и Яшлек (\sum рангов=47) менее адаптированы к условиям Орловской области. Анализ матрицы коэффициентов корреляции позволил установить взаимосвязь между урожайностью сортов и показателями адаптивных свойств, выделить значимые информативные показатели с наибольшим количеством достоверных корреляционных связей (табл. 3).

Таблица 3

Матрица корреляционных связей между показателями адаптивности различных морфотипов сортов гречихи

Показатели	Урожайность, т/га	Ymin-Ymax, т/га	Ymin + Ymax/2, т/га	КА	V,%	Hom	Sc	St ²	b _i
Коэффициенты корреляции, r									
Ymin-Ymax	-0,055								
Ymin + Ymax/2	0,979*	0,041							
КА	0,996*	-0,095	0,980*						
V,%	-0,537	-0,812	-0,604	-0,500					
Hom	0,772	0,548	0,812	0,731	- 0,913				
Sc	0,936	0,296	0,957*	0,918	- 0,795	0,934			
St ²	0,203	0,708	0,379	0,203	- 0,715	0,583	0,469		
b _i	0,063	-0,871	0,015	0,128	0,721	- 0,560	- 0,251	- 0,520	
S _i ²	0,301	-0,574	0,168	0,283	0,292	- 0,018	0,076	- 0,471	0,199

*r коэффициенты корреляции значимы, P =95%

Наиболее достоверно урожайность сортов (в среднем за 2022 -2025 гг.) коррелировала с коэффициентом адаптации (КА), $r=0,996$ и компенсаторной гибкости ($Y_{\min} + Y_{\max}/2$), $r=0,979$, что подтверждалось зависимостью величины урожайности по сортам к среднесортной в различных погодных условиях вегетации. Сорта с высокой урожайностью Диана и Землячка 1,9 и 1,5 т/га соответственно характеризовались наибольшими величинами коэффициентов адаптивности (КА=1,26) и (КА=0,98) и генетической гибкости (2,65 т/га) и (2,10 т/га). Проведенный корреляционный анализ выявил наличие взаимосвязей показателей между собой. Наибольшей информативностью с достоверными двумя положительными корреляционными зависимостями отвечал показатель компенсаторной гибкости – $Y_{\min} + Y_{\max}/2$. Положительная корреляционная зависимость статистически достоверна между ($Y_{\min}+Y_{\max}/2$) и показателями селекционной ценности (S_c), $r =0,957$, коэффициентом адаптивности, $r =0,980$.

Заключение

В неблагоприятных для роста и развития растений гречихи погодных условиях, неравномерного распределения осадков, среднесуточной температуры воздуха по декадам за май – август (2022-2025 гг.), наиболее высокая урожайность (2,1 т/га) в 2025 г. отмечена у детерминантного сорта Диана, самая низкая – 0,9 т/га (2024 г.) у индетерминантного – Зилимская. В детерминантной группе, сорт гречихи Диана в 2023-2025 гг. достоверно превысил на 0,4, 0,5 и 0,6 т/га – Темп. Урожайность зерна в группе индетерминантного морфотипа у сорта Землячка достоверно была выше на 0,4 т/га и 0,5 т/га (2023 г.), чем у сортов Зилимская и Яшлек и на 0,3 т/га и 0,5 т/га (2024 г.) – Башкирская красностебельная и Зилимская. Детерминантный сорт гречихи Диана достоверно превысил по урожайности индетерминантные сорта: в 2022 г. – Башкирская красностебельная (0,4 т/га), Зилимская (0,4 т/га) и Яшлек (0,4 т/га), 2023 г. – Зилимская (0,4 т/га) и Яшлек (0,5 т/га), 2024 г. – Башкирская красностебельная (0,7 т/га), Зилимская (0,3 т/га), Землячка (0,9 т/га) и Яшлек (0,5 т/га, 2025 г. – Башкирская красностебельная (0,9 т/га), Зилимская (0,8 т/га), Землячка (1,0 т/га) и Яшлек (0,6 т/га. В среднем за четыре года наибольший урожай отмечен у детерминантного сорта Диана – 1,9 т/га, индетерминантного – Землячка 1,5 т/га и наименьший – 1,2 т/га у индетерминантного сорта Зилимская. Детерминантный сорт Диана, в группе детерминантных превысил по урожайности – Темп (0,2 т/га) и Девятка (0,5 т/га), индетерминантных – Башкирская красностебельная (0,6 т/га), Землячка (0,4 т/га) Зилимская (0,7 т/га) и Яшлек (0,5 т/га). Сорт детерминантного морфотипа Диана с наибольшей средней урожайностью за 2022-2025 гг. (1,9 т/га), высокими значениями показателей – генетической гибкости (2,65 т/га), коэффициента адаптивности (КА= 1,65), гомеостатичности ($H_{om} = 0,19$), селекционной ценности ($S_c=1,45$) и меньшим значением суммы (\sum рангов=20) был наиболее адаптирован к условиям юго-востока Орловской области. В сравниваемых группах морфотипов, сорт гречихи Зилимская (индетерминантный) с самой низкой за четырехлетний период урожайностью (1,2 т/га), невысокими величинами генетической гибкости (1,65 т/га), коэффициента адаптивности (КА= 0,79), гомеостатичности ($H_{om} = 0,07$), селекционной ценности ($S_c=0,07$), высокой вариабельностью ($V =18\%$) и большим значением суммы (\sum рангов=43) менее соответствовал условиям юго-востока Орловской области.

Литература

1. Шипулин О.А., Фесенко А.Н., Мазалов В.И., Мартыненко Г.Е. О результатах экологического сортоиспытания гречихи и признаках, характеризующих урожай зерна. // Вестник Орел ГАУ. – 2010. - №4. – С. 76-78.
2. Фесенко А.Н., Мартыненко Г.Е., Фесенко Н.В., Мазалов В.И. Детерминантные сорта гречихи нового поколения. // Земледелие. – 2012. – №5. – С. 38-39.
3. Небытов В.Г., Коломейченко В.В., Мазалов В.И. Урожайность зерна гречихи в условиях Орловской области в зависимости от сорта и удобрений. // Плодородие. – 2018. – №4. – С. 5-8. DOI: 10.25680/S19948603.2018.103.02.
4. Мазалов В.И., Небытов В.Г. Исследование показателей пластичности и стабильности урожайности сортов гречихи в условиях Орловской области. От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК.

Инновационные технологии в растениеводстве, традиционном, органическом и ресурсосберегающем земледелии: сборник статей международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 24-25 марта 2022 г.). – С. 97-99.

5. Фесенко А.Н., Фесенко И.Н. Развитие селекции и производства гречихи в России за 100 лет. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. - 2019; - 180 (1). – С. 113-117. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-113-117.

6. Романова О.И. Характеристика сортов гречихи Беларуси и Украины в условиях Ленинградской области. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021;182(4):61-70. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-61-70.

7. Жаркова С.В. Продуктивность сортов гречихи в условиях предгорья Алтая. // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2021. - № 1. – С. 54-56. DOI: 10.24411/2500-1000-2021-1039.

8. Лужинская Н.А., Будько А.С., Лужинский Д.В. Новые белорусские сорта гречихи и их особенности. // Земледелие и растениеводство. – 2024. – №4. – С. 25-29.

9. Кадырова Ф.З., Климова Л.Р., Иматуллина, Г.И., Сафин Р.И., Захаров В.Г. Эффективность использования новых морфобиотипов гречихи в селекции для засушливых условий среднего Поволжья. // Вестник Казанского ГАУ. - 2024. - №2. – С. 12-17. DOI: 10.12737/2073-0462-2024-12-17.

References

1. Shipulin O.A., Fesenko A.N., Mazalov V.I., Martynenko G. N. About the results of ecological variety testing of buckwheat and the signs characterizing the grain harvest. *Vestnik Orel GAU*. 2010, no.4, pp. 76-78.

2. Fesenko A.N., Martynenko G.E., Fesenko N.V., Mazalov V. I. Determinant varieties of buckwheat of the new generation. *Zemledelie*. 2012, no.5, pp. 38-39.

3. Nebytov V.G., Kolomeichenko V.V., Mazalov V.I. Buckwheat grain yield in the Orel region, depending on the variety and fertilizers. *Plodorodie*. 2018, no.4, pp. 5 - 8. DOI: 10.25680/S19948603.2018.103.02.

4. Mazalov V.I., Nebytov V.G. Investigation of indicators of plasticity and yield stability of buckwheat varieties in the conditions of the Orel region. From modernization to advanced development: ensuring competitiveness and scientific leadership of the agroindustrial complex. Innovative technologies in crop production, traditional, organic and resource-saving agriculture: Proc. Intern Sci. Conf. (Ekaterinburg, 24-25 March 2022), pp. 97-99.

5. Fesenko A. N., Fesenko I. N. The development of buckwheat breeding and production in Russia over 100 years. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 2019, no. 180 (1), pp. 113-117. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-113-117.

6. Romanova O.I. Characteristics of buckwheat varieties of Belarus and Ukraine in the Leningrad region. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 2021, no.182(4), pp. 61-70. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-61-70.

7. Zharkova S.V. Productivity of buckwheat varieties in the Altai foothills. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2021, no 1, pp. 54-56. DOI: 10.24411/2500-1000-2021-1039.

8. Luzhinskaya N.A., Bud'ko A.S., Luzhinskii D.V. New Belarusian buckwheat varieties and their features. *Zemledelie i rastenievodstvo*. 2024, no.4., pp. 25-29.

9. Kadyrova F.Z., Klimova L.R., Imatullina, G.I., Safin R.I., Zakharov V.G. The effectiveness of using new morphobiotypes of buckwheat in breeding for the arid conditions of the Middle Volga region. *Vestnik Kazanskogo GAU*. 2024, no.2, pp. 12-17. DOI 10.12737/2073-0462-2024-12-17.