

ИССЛЕДОВАНИЯ АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ СОРТОВ ВИКИ ПОСЕВНОЙ ЯРОВОЙ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

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

В.И. ПАНАРИНА*, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID ID: 0000-0002-8038-343X, E-mail: ver1183@yandex.ru

Е.Н. МЕРЦАЛОВ*, научный сотрудник, E-mail: motor_technik@mail.ru

ШАТИЛОВСКАЯ СХОС – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ
И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

* ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

В статье представлены результаты комплексной оценки адаптивных свойств яровой вики посевной, проведенной в 2021-2023 гг. на территории Орловской области. Целью данной работы было выявить сорта вики посевной яровой наиболее приспособленных к контрастным условиям юго-востока Орловской области. Объектам исследований являлись отечественные сорта яровой посевной вики селекции ФГБНУ ФНЦ ЗБК - Кшень, Ассорти, Ливенка, Ксения, и ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка» – Мега и Маринка. Учитывались следующие показатели: устойчивость к стрессу ($Y_{min}-Y_{max}$), компенсаторная способность $(Y_{min}+Y_{max})/2$, коэффициент адаптивности (КА), коэффициент вариации (V), гомеостатичность (Нот), селекционная ценность (Sc), коэффициент регрессии (b_i); коэффициент адаптивности (st^2). Выявлена равная значимость влияния «эффектов среды» на урожайность изучаемых сортов. Установлено, что сорт яровой вики посевной Ксения обладает наиболее адаптивными свойствами при возделывании в условиях юго-востока Орловской области, а менее адаптивным сортом в изучаемых природно-климатических условиях был сорт Мега.

Ключевые слова: вика посевная, сорта, урожайность, стрессоустойчивость, пластичность, стабильность, гомеостатичность.

Для цитирования: Мазалов В.И., Небытов В.Г., Панарина В.И., Мерцалов Е.Н. Исследования адаптивных свойств сортов вики посевной яровой в условиях Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 2(50):20-29. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-20-29

STUDIES OF ADAPTIVE PROPERTIES OF VARIETIES OF SPRING VETCH IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION

V.I. Mazalov, V.G. Nebytov, V.I. Panarina*, E.N. Mertsalov*

SHATILOVO AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION – BRANCH OF FSBSI
FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

* FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: *The article presents the results of a comprehensive assessment of the adaptive properties of spring vetch, carried out in 2021 - 2023 on the territory of the Orel region. The purpose of this work was to identify varieties of spring vetch most adapted to the contrasting conditions of the southeast of the Orel region. The objects of research were domestic varieties of spring common vetch bred by the FSBSI Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops - Kshen, Assorti, Livenka, Ksenia, and the FSBSI Federal Research Center "Nemchinovka" - Mega and Marinka. The following indicators were taken into account: resistance to stress ($Y_{min}-Y_{max}$),*

compensatory ability ($Y_{min}+Y_{max}$)/2, adaptability coefficient (KA), coefficient of variation (V), homeostaticity (Hom), breeding value (Sc), regression coefficient (b_i); adaptability coefficient (st^2). The equal significance of the influence of “environmental effects” on the yield of the studied varieties was revealed. It has been established that the spring vetch variety Ksenia has the most adaptive properties when cultivated in the south-east of the Orel region, and the Mega variety was less adaptive in the climatic conditions studied.

Keywords: vetch, varieties, yield, stress resistance, plasticity, stability, homeostaticity.

Вика посевная яровая имеет широкий ареал распространения в РФ, традиционно возделывается в занятом пару в виде ценного бобового компонента в смешанных посевах с овсом, ячменем, яровой пшеницей и другими культурами [1, 2-6]. Зеленая масса вики используется на корм животным, приготовления сена, силоса, сенажа и травяной муки. Кормовая ценность семян вики определяется высоким содержанием и аминокислотным составом белка, низким клетчатки. Зерно и виковая мука используются в качестве белковой кормовой добавки в комбикормах при скармливании животным и птице [7]. Дефицит кормового белка в рационах животных необходимо удовлетворять за счет кормов растительного происхождения. В этой связи, повышение урожайности зерна вики посевной яровой, его качества приобретает особую значимость. Вика с полегающим хорошо облиственным длинным стеблем, формирует значительную вегетативную массу, подавляя сорные растения, считается наилучшим предшественником для яровых, озимых зерновых, пропашных культур. По данным Н.И. Васякина (2002) вика, используя азот атмосферы посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium* на корнях, повышает плодородие почвы, накапливая за вегетационный период до 100 кг азота. Поэтому особое значение приобретает выявление сортов культуры с повышенной азотофиксирующей способностью. Неблагоприятные погодные условия для возделывания влаголюбивого растения вики посевной яровой, связанные с ростом температуры воздуха, повторяющимися засухами мая и июня, приводят к снижению урожая семян и вегетативной массы с большими колебаниями испытываемых сортов культуры по годам.

Приоритетным направлением на протяжении четырех этапов селекции вики посевной яровой на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции являлось создание сортов, устойчивых к болезням, сочетающих высокую урожайность зеленой массы, сена, семян и скороспелость с приспособленностью к контрастным погодным условиям. Первые опыты, в которых сравнивались выписанные из торгового дома Э. Иммер «сорта» яровой вики с белой и черной окраской оболочки семян были проведены в 1899-1900 гг. По результатам В.В. Винера (1906) «сорт» вики с белой оболочкой семян, отличался высоким урожаем зерна, «сорт» с черной оболочкой семян характеризовался коротким периодом вегетации. С организацией селекционного отдела в 1912 году, научная селекция с использованием индивидуального, массового и семейственного отборов из местных популяций вики яровой и озимой мохнатой была начата соответственно в 1913 и 1914 гг. П.И. Лисицын (1928) в статье писал, что отдел селекции ставил своей первой задачей создание сортов, которые вместе с высоким качеством и количеством урожая совмещали бы устойчивость урожая в неблагоприятных внешних условиях. Основной задачей селекции второго этапа (1925-1932 гг.) стало получение исходного материала из местных популяций для создания сортов с ранним дружным вызреванием вики на зерно и высокой укосной массой. В этот период Д.И. Введенский (1929) разработал методические вопросы оценки селекционного материала яровой вики в направлении отбора по морфологическим показателям. Методом индивидуального отбора из местных популяций были выделены сорта яровой вики Шатиловская 168, 175, 186 и массового отбора сорта с черной семенной оболочкой Шатиловская 54, 55, 56, 59, 74. В довоенный период в Орловской области было сосредоточено семеноводство яровой вики, осуществлялись поставки семян в северные районы. Местные популяции и районированный позднеспелый сорт Льговская 31-292 (оригинатор – Льговская опытно-селекционная станция, 1939 г.) не всегда вызревали, поражались ржавчиной и не устойчиво гарантировали товарное семеноводство культуры. С

1955 года селекция яровой вики была возобновлена, о чем пишет Е.Ф. Ильина (1966) и в селекционной работе наряду с применением метода индивидуально группового отбора стали использовать гибридные популяции. Из местной популяции методом многократного массового и последующего индивидуально группового отборов был создан устойчивый к ржавчине сорт вики яровой Белосемянная, районированный в Орловской области в 1971 году.

Актуальным направлением возобновленного с 2004 года четвертого этапа селекции вики посевной яровой стало совместное с ФНЦ ЗБК создание новых сортов, устойчивых к болезням и неблагоприятным факторам среды, сочетающих скороспелость с урожайностью укосной массы и семенную продуктивность [8].

Результативность селекционной работы по созданию сортов яровой викой связана с решением проблемы оптимального соотношения скороспелости с высокой стабильной урожайностью семян и зеленой массы, устойчивостью к болезням, адаптацией к биотическим и абиотическим стрессам [9-13]. Перспективным является зернофуражное направление - создание сортов вики яровой с высоким содержанием в зерне сырого протеина и низким - антипитательных веществ [14]. Особую значимость приобретает изучение сортов в экологическом сортоиспытании, с наибольшей степенью адаптации к почвенно-климатическим условиям региона.

Цель исследований заключалась в оценке показателей адаптивных свойств и выявлении сортов вики посевной яровой наиболее приспособленных к условиям Орловской области.

Условия, материалы и методы

Испытания сортов вики проводили на опытном поле Шатиловской СХОС – филиал ФГБНУ ФНЦ ЗБК, расположенной в Новодеревеньковском районе Орловской области. Объектами исследований в моноценозе являлись сорта Кшень, Ассорти, Ливенка, Ксения селекции ФНЦ ЗБК и Мега, Маринка селекции ФИЦ «Немчиновка».

Среднеспелый сорт вики яровой **Ассорти** был создан индивидуальным отбором из беккросной гибридной популяции (Ad-46В x Нера) x Нера, Включен в Госреестр в 2008 г. по Центральному, Центрально-Черноземному, Средне-Волжскому, Восточно-Сибирскому регионам РФ. Скороспелый, высокопродуктивный по семенам и зелёной массе сорт **Кшень** создан индивидуальным отбором из мутантной популяции Л-83-85 НММ 0,02. Допущен к использованию с 2011 г. по Центральному, Северо-Западному, Волго-Вятскому, Центрально-Черноземному регионам РФ. Среднеранний сорт вики яровой **Ливенка** был создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции Краснодарская 7 x Львовская 31-292. Рекомендован с 2018 г. для возделывания в Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Средне-Волжском и Нижневолжском регионах. Среднеспелый сорт **Ксения** создан индивидуальным отбором из гибридной популяции (Ad-46В x Свердловская 238 x Орловская 4). Включён в Госреестр с 2022 г. по Северо-Западному, Волго-Вятскому, Средне-Волжскому регионам. Скороспелый сорт вики яровой **Мега** создан индивидуальным отбором из номера С-23 (Узуново), отличающихся окраской семенной кожуры. Межсортовая гибридизация С – 23 x К 36387(Израиль). Внесён в Госреестр селекционных достижений в 2020 году по Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому и Центрально-Черноземному регионам РФ. Новый скороспелый сорт вики яровой **Маринка** создан индивидуальным отбором из межсортовой гибридизация ♀ 2275/01 ♂ К 36387 (Израиль). Сорт Маринка устойчив к засухе и переувлажнению, обладает повышенной устойчивостью к переноспорозу, корневым гнилям и другим болезням. Проходит государственное сортоиспытание с 2023 года.

Почва – выщелоченный тяжелосуглинистый, среднесиловой чернозем; рН – 5,0; содержание гумуса – 6,5-6,9% (по Тюрину); подвижного фосфора – 80-95 мг/кг и обменного калия (K₂O) 120-130 мг/кг почвы одной вытяжки по Чирикову в модификации ЦИНАО. Предшественник – чистый пар, повторность 4-х-кратная, учетная площадь делянки 50 м². Удобрения внесены под предпосевную культивацию в дозе N₄₅P₄₅K₄₅ кг/га д.в. Данные учета урожаев статистически обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову

(1985), коэффициент регрессии (b_i) и стабильность (S_i^2) урожайности сортов рассчитывали по S.A. Эберхарту и W.A. Раселлу в редакции В.З. Пакудина с соавторами (1984), гомеостатичность (Hom) и селекционную ценность (Sc) по В.В. Хангильдину (1984), стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max}$), компенсаторную способность $(Y_{min} + Y_{max})/2$ по А.А. Rossielle и J.B. Hemblin (1981) в изложении А.А. Гончаренко (2005), коэффициент адаптивности (St^2) по Н. А. Соболеву (1980).

Погодные условия в период вегетации вики в 2021-2023 гг. существенно различались. В июне высокие среднесуточные температуры воздуха в 2021, 2022 гг. выше на 3,0°C и 2,3°C, в 2023 г. ниже на 0,9°C среднемноголетних значений, при количестве осадков в августе в 2021 г. – 56%, 2022 г. – 71%, 2023 г. – 63% от нормы, существенно повлияли на рост и развитие растений вики.

Результаты и их обсуждение

Индексы условий среды (I_j), отражающие влияние года на формирование урожайности, составили: в 2021 г. (+0,01); 2022 г. (-0,29), 2023 г. (+0,28). Самые благоприятные условия для формирований высокой урожайности вики сложились в 2023 году ($I_j = +0,28$), неблагоприятные – в 2022 г. ($I_j = -0,29$).

По годам исследований урожайность семян сравниваемых сортов вики посевной яровой существенно варьировала от 1,1 т/га (сорта Ливенка и Мега) до 2,4 т/га (сорта Кшень и Маринка) (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность семян сортов вики посевной яровой, т/га

Сорт	2021	2022	2023	Среднее
Кшень	2,0	1,8	2,4	2,07
Ассорти	1,7	1,5	2,1	1,77
Ливенка	1,6	1,1	1,6	1,43
Мега	1,6	1,1	1,5	1,40
Маринка	1,6	1,4	2,4	1,80
Ксения	1,5	1,3	1,7	1,50
Средний урожай, по сортам (Y_j)	1,67	1,37	1,95	1,66
Индекс условий среды (J_j)	0,01	-0,29	0,28	-
НСР ₀₅	0,5	0,6	0,4	0,3

Из шести испытываемых сортов, между наиболее и наименее урожайными в 2022 г. и 2023 г. сорт яровой вики Маринка отличался наибольшим размахом варьирования урожая семян – 1,0 т/га, меньшим – 0,4 т/га сорта Ксения и Мега. В 2022 году отмечены достоверные – 0,7 т/га различия в прибавках урожая между сортом Кшень и сортами Ливенка и Мега. Самой высокой величиной урожая семян – 2,4 т/га в 2023 году, превысившим на 0,8 т/га сорт Ливенка, на 0,9 т/га сорт Мега и на 0,7 т/га сорт Ксения, выделились сорта Кшень и Маринка. Сорт яровой вики Ассорти отличался высокой урожайностью семян, превысившим на 0,5 т/га и 0,6 т/га сорта Ливенка и Мега. Отмечены существенные, превышающие НСР различия в средней трехлетней урожайности семян между испытываемыми сортами Кшень, Ассорти, Маринка и Мега, Ливенка и Ксения. Сорт Кшень сформировал наиболее высокий средний урожай семян – 2,07 т/га и значимо, на 0,64 т/га прибавкой урожая, превышал сорт Ливенка и на 0,67 и 0,57 т/га сорта Мега и Ксения. Сорт Ассорти значимо превысил по урожайности на 0,34 и 0,37 т/га сорта Ливенка и Мега. По урожайности сорт Маринка на 0,37 и 0,40 т/га существенно превышал сорта Ливенка и Мега. Среди исследуемых сортов вики яровой посевной Кшень, Ассорти и Маринка существенных (превышающих НСР) различий по урожайности не обнаружено.

При выборе из сравниваемых в опытах сортов вики яровой наиболее приспособленного к местным условиям применяют разнообразные методы оценки [15, 16]. В своей работе А.В. Кильчевский и Л.В. Хотылева (1997) пишут, что в генотип-средовом взаимодействии не существует универсального показателя, способного оценить различия вычисляемых величин

стрессоустойчивости, пластичности и стабильности исследуемых признаков сортов, в том числе урожая, в разнообразных условиях среды.

Дисперсионный анализ позволяет разложить дисперсию изучаемого количественного признака на эффекты среды, генотипа, их взаимодействия с последующей оценкой значимости исследуемых факторов по F критерию. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа определена не часто встречаемая равная значимость влияния на урожайность фактора «эффектов среды» и фактора «сорта». Доля влияния «эффектов среды» составляла – 43,6%, «сорта» – 43,5%. Влияние факторов условий среды и сортов достоверно для 5% уровня значимости, F факт (6,84 и 17,08) > F₀₅ (3,32 и 4,10).

Необходимым условием оценки реакции испытуемых сортов на изменение условий среды является последующая их оценка урожайности разными показателями стрессоустойчивости, пластичности, гомеостатичности, стабильности. Величина устойчивости к стрессу (Y_{min}–Y_{max}), определенная по разности между минимальной (Y_{min}) и максимальной (Y_{max}) трехлетних данных урожайности, имела отрицательные значения (табл. 2).

Таблица 2

Показатели стрессоустойчивости, пластичности и стабильности сортов вики посевной яровой

Сорт	Y _{min} -Y _{max} , т/га	Y _{min} + Y _{max} /2, т/га	КА	V,%	Ном	Sc	b _i	S _i ²	st ²
Кшень	-0,6	3,30	1,24	12	23	1,55	1,03	0,01	0,998
Ассорти	-0,6	2,95	1,06	14	17	1,26	1,03	0,01	0,997
Ливенка	-0,5	2,15	0,86	16	14	0,99	0,87	0,04	0,997
Мега	-0,5	2,15	0,84	15	15	0,96	0,70	0,06	0,998
Маринка	-1,0	3,10	1,08	24	6	1,05	1,70	0,07	0,976
Ксения	-0,4	2,35	0,90	11	28	1,15	0,69	0,01	0,999
r	-0,50	0,98*	0,99*	0,06	0,04	0,86	0,55	-0,33	-0,26

(Y_{min}-Y_{max}) – устойчивость к стрессу; (Y_{min}+Y_{max})/2 – компенсаторная способность; КА – коэффициент адаптивности; V – коэффициент вариации; Ном – гомеостатичность; Sc -селекционная ценность, b_i - коэффициент регрессии); S_i² – среднеквадратическое отклонение; st² коэффициент адаптивности, r – коэффициенты корреляции между показателями адаптивности и средними урожаями сортов

*Значимо на уровне P= 95%

Самое низкое значение (Y_{min}-Y_{max}) соответствовало более высокому уровню устойчивости сорта к условиям среды. Сорта вики посевной яровой Ксения, Ливенка и Мега были наиболее стрессоустойчивы, имели наименьшую отрицательную величину (-0,4 и -0,5 т/га). Низкой стрессоустойчивостью с высоким значением (Y_{min}-Y_{max}) – 1,1 т/га отличался сорт Маринка. Показатель генетическая гибкость (Y_{min}+Y_{max})/2 отображает среднюю урожайность сорта в контрастных условиях среды. Высокие показатели соответствия между урожайностью и факторами среды отмечены у сортов Кшень (3,30 т/га), Маринка (3,10 т/га) и Ассорти (2,95 т/га). Сорта Ливенка и Мега при высоком значении показателя стрессоустойчивости – 0,5 т/га имели равные низкие значения показателя генетической гибкости (2,15 т/га). К недостаткам методов оценки стрессоустойчивости и генетической гибкости следует отнести использование абсолютных величин двух данных оптимального и лимитированного показателей величин урожая. Из сравниваемых сортов, коэффициент адаптивности, определенный по отношению данных урожайности каждого из испытуемых сортов к средней по сортам урожайности и варьировал от 0,84 до 1,24.

Наибольшее значение показателя коэффициента адаптивности среди испытываемых сортов отмечено у сорта Кшень (КА= 1,24). Реакция сортов Ассорти и Маринка на условия среды была меньше, КА= 1,06 и КА =1,08. Коэффициент адаптивности, меньше единицы имели сорта Ливенка и Мега, КА= 0,86 и КА= 0,84 и сорт Ксения КА=0,90, что

свидетельствует об их низкой отзывчивости на улучшение условий среды. Относительный показатель варьирования урожая, коэффициент вариации ($V\%$) по сортам был в пределах 11% ...24%, что свидетельствует о средней количественной изменчивости урожайности сортов по годам. Самой низкой вариабельности урожая ($V=11\%$) соответствовал сорт Ксения, более высокой ($V=24\%$) сорт Маринка.

При оценке адаптивности сорта важно учитывать их способность к сохранению высокого значения гомеостаза – совмещать значительную урожайность в благоприятных условиях выращивания с наименьшим ее снижением в неблагоприятных. По результатам исследования определены различия по гомеостатичности между сортами. Самая высокая величина гомеостатичности отмечена у сортов Ксения ($Hom=28$) и Кшень ($Hom=23$), наиболее низкая $Hom=6$ у сорта Маринка. Из сравниваемых сортов, показатель гомеостатичности у сортов Ассорти, Ливенка и Мега были равны ($Hom=17$) ($Hom=14$ и ($Hom=15$).

Одна из важных задач селекции - повышение стабильности урожайности при действии неблагоприятных факторов среды. Определение селекционной ценности сорта (Sc) основано на сравнении урожая в лимитированных и оптимальных условиях выращивания с учетом усредненных значений данного показателя. Чем выше величина (Sc), тем стабильнее сорт. Наиболее высокий показатель селекционной ценности $Sc=1,55$ отмечен у сорта Кшень. Сорта Ливенка и Мега выделялись низкой величиной показателя селекционной ценности, $Sc=0,99$ и $Sc=0,96$. Важным показателем при учете адаптивных свойств сортов является оценка пластичности, которая оценивается коэффициентом линейной регрессии (bi). Коэффициент регрессии (bi) урожайности сортов изменялся в пределах 0,69...1,70. С низкой отзывчивостью на условия среды по урожайности отнесены сорта Ксения ($bi=0,69$) и Мега ($bi=0,70$), которые лучше использовать на экстенсивном фоне. Сорт Ливенка, в сравнении с сортами Мега и Ксения с $bi=0,87$ был ближе к единице и более соответствовал изменению урожайности сорта и условий среды. С высоким коэффициентом регрессии на условия года ($bi > 1$) выделились сорта интенсивного типа Маринка ($bi=1,70$), Кшень ($bi=1,03$) и Ассорти ($bi=1,03$), которые лучше проявляют себя в узком диапазоне благоприятных сред. К недостаткам метода оценки пластичности сортов по коэффициенту регрессии, как отмечают В.А. Драгавцев, В.А. Цильке и Б.Г. Рейтер (1984), относят непрерывные изменения в составе сортов при длительных исследованиях и линейная зависимость от среднего значения признака.

Дисперсия (S_i^2) характеризует стабильность сорта в различных условиях выращивания. Наибольшая стабильность урожайности семян вики посевной яровой при изменении погодных условий с наименьшими значениями (S_i^2) урожая отмечена у сортов Кшень, Ассорти и Ксения ($S_i^2=0,01$). Менее стабильными, по способности формировать урожайность в различных условиях среды были сорта Маринка ($S_i^2=0,07$) и Мега ($S_i^2=0,06$). Для оценки стабильности сравниваемых сортов используют показатель относительной стабильности (St^2). Чем выше показатель стабильности (в интервале от 0 до 1), тем стабильнее сорт по исследуемому признаку урожайности. Результаты расчета данного показателя свидетельствовали о высокой стабильности формирования урожая семян вики яровой посевной у сортов Кшень, Ассорти, Ливенка, Мега и Ксения ($St^2=0,998\div 0,999$).

С целью детальной оценки реакции сортов на изменяющиеся погодные условия были определены корреляционные зависимости между средними урожаями и показателями адаптивных свойств испытываемых сортов. По результатам исследований определены достоверно высокие положительные корреляционные связи между средней урожайностью сортов за 2020-2023 гг. и показателем генетической гибкости и коэффициентом адаптации. При $P=95\%$ -ном уровне положительные корреляции оказались соответственно значимо высокие – $r=0,98$ и $r=0,99$. Сорта вики яровой посевной Кшень, Ассорти и Маринка характеризовались самой высокой урожайностью (2,07, 1,77 и 1,80 т/га) и в то же время самыми большим показателем генетической гибкости (3,30, 2,95 и 3,10 т/га) и коэффициентом адаптации (1,24, 1,06 и 1,08). Соответственно сорта с низкой урожайностью Ливенка и Мега (1,43 и 1,40 т/га) одновременно имели одинаковый низкий показатель

генетической гибкости (2,15 т/га) и коэффициент адаптации (0,86 и 0,84), проявляли по данным показателям более низкий уровень адаптивности к условиям среды по сравнению с сортами Кшень, Ассорти и Маринка. Следовательно, при выборе сорта из набора испытываемых по высоким значениям показателя генетической гибкости и коэффициента адаптации сохраняется среднегодовая высокая урожайность семян вики яровой посевной. Поэтому, при выборе сортов, адаптированным к условиям юго-востока Орловской области с учетом средней урожайности, возможно, использовать в качестве критерия простые показатели генетической гибкости и коэффициент адаптации. Менее тесная, несущественная положительная, ($r = 0,55$) и более высокая ($r = 0,86$) корреляционные связи в интервалах (0,3-0,7) и (0,7-0,9) наблюдались между средней урожайностью и коэффициентом регрессии (b_i) и селекционной ценности (Sc). В среднем интервале выявлена отрицательная корреляционная связь между средней урожайностью и стрессоустойчивостью ($Y_{min}-Y_{max}$), b_i , $r = -0,50$. Проведенный корреляционный анализ показал, слабую отрицательную связь ($r = -0,33$ и $r = -0,26$) между средними урожаями и показателями стабильности дисперсией (S_i^2) и коэффициентом стабильности (St^2).

Для сопоставления адаптивных свойств показателя урожайности сортов вики посевной яровой, были определены корреляционные зависимости между ними (табл. 3).

Таблица 3

Корреляционная матрица парных связей между показателями адаптивных свойств сортов вики посевной яровой

Показатели	$Y_{min}-Y_{max}$	$Y_{min} + Y_{max}/2$	КА	V, %	Ном	Sc	b_i	S_i^2
Y_{min}	-0,635							
КА	-0,499	0,976*						
V, %	-0,885*	0,209	0,057					
Ном	0,763	-0,096	0,034	-0,930*				
Sc	0,022	0,750	0,854	-0,468	0,517			
b_i	-0,985*	0,684	0,556	0,843	-0,700	0,056		
S_i^2	-0,558	-0,220	0,324	0,827	-0,838	0,720	0,445	
st^2	0,950*	-0,422	-0,265	0,939*	0,763	0,253	-0,933*	-0,667

r^* коэффициенты корреляции значимы, $P = 95\%$

Корреляционные парные взаимные связи между сравниваемыми показателями адаптивных свойств существенно варьировали в пределах от $r = - 0,022$ до 0,985. Две значимые положительные корреляционные взаимосвязи определены между коэффициентом адаптации (st^2) и показателями стрессоустойчивости ($Y_{min}-Y_{max}$), $r = 0,950$) и коэффициентом вариации (V, %), $r = 0,939$). Третья существенная положительная связь выявлена между показателем генетической гибкости ($Y_{min} + Y_{max}/2$ и коэффициентом адаптации (КА), $r = 0,976$). Два параметра, показатель стрессоустойчивости ($Y_{min}-Y_{max}$) и коэффициент регрессии (b_i), $r = -0,985$ и коэффициент вариации (V, %) $r = -0,885$ отрицательно достоверно коррелировали с показателем стрессоустойчивости ($Y_{min}-Y_{max}$). Несмотря на несущественные положительные корреляционные связи между средней урожайностью и коэффициентом вариации и гомеостатичностью ($r = 0,06$ и $r = -0,04$) между коэффициентами вариации (V, %) и показателем гомеостатичности (Ном) определена отрицательная существенная корреляция, $r = -0,930$. Величина Ном снижалась с одновременным повышением вариабельности. Сорт вики посевной яровой Маринка с высоким значением коэффициента вариации (V=24%), был менее гомеостатичным Ном=6, соответственно сорт Кшень с низким значением (V=12%), более гомеостатичен, Ном=23. Достоверная отрицательная корреляционная связь $r = -0,933$ была выявлена между коэффициентами регрессии (b_i) и коэффициентом стабильности (st^2).

Наиболее полную информацию о приспособленности к контрастным условиям среды дает ранжирование испытываемых сортов по сумме рангов, полученных по каждому

показателю. Определена существенная отрицательная связь между средней урожайностью сортов вики посевной яровой $r = -0,862$ и суммой показателей рангов. Сорта вики с меньшей суммой рангов отличались большей адаптацией к местным условиям. По результатам сортоиспытания наибольшей адаптацией к изменяющимся условиям среды по наименьшей сумме рангов (23) выделился сорт вики посевной яровой Кшень (рис.). Несколько меньшей адаптацией к условиям региона по сумме рангов (25) соответствовал сорт Ассорти. Из наименее адаптивных к условиям региона с наибольшей одинаковой суммой рангов (37) выделились сорта Маринка и Ксения.

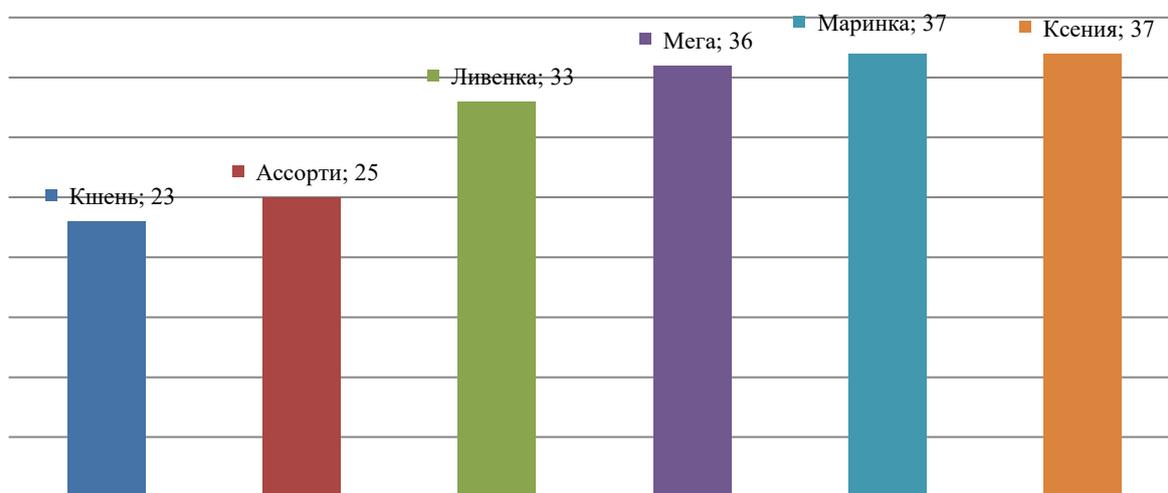


Рис. Сумма рангов показателей адаптивных свойств испытываемых сортов вики посевной яровой, 2021-2023 гг.

Заключение

Таким образом, контрастные погодные условия в период вегетации существенно повлияли на урожайность испытываемых сортов вики посевной яровой от 1,1 до 2,4 т/га, коэффициент вариации по годам варьировал по сортам в пределах 11-24%, индекс условий среды изменялся от -1,25 до +1,37. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа установлена равная значимость влияния «эффектов среды» – 43,6%, и фактора «сорта» – 43,5%. Сорт Кшень сформировал наиболее высокий урожай семян и превышал по данному показателю сорт Ливенка на 0,67 т/га и 0,57 т/га сорта Мега и Ксения. Из шести сравниваемых сортов вики посевной яровой оптимальному сочетанию средней за 2021-2023 гг. урожайности – 2,01 т/га с показателями генетической гибкости – 3,30 т/га, $KA = 1,24$, $Hom = 23$, $Sc = 1,55$, $bi = 1,03$, $S_i^2 = 0,01$, $st^2 = 0,998$, наименьшей суммой рангов каждого показателя (23) соответствовал сорт вики посевной яровой Кшень. Самой низкой трехлетней урожайностью 1,40 т/га отличался сорт вики яровой посевной Мега с низкими показателями адаптивных свойств: генетической гибкости – 2,15 т/га, $KA = 0,84$, $Hom = 15$, $Sc = 0,96$, $bi = 0,70$, $S_i^2 = 0,06$, суммой рангов каждого показателя – 36. Показатель генетической гибкости и коэффициент адаптации достоверно ($r = 0,98$ и $r = 0,99$) положительно коррелировали с урожайностью и между собой ($r = 0,976$), что обуславливает целесообразность их использования в качестве простого критерия подбора сортов вики посевной яровой, адаптированным к условиям юго-востока Орловской области.

Литература

1. Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Суворова Г.Н. Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – № 180 (2). – С. 109-123. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-109-123

2. Донская М.В., Велкова Н.И., Наумкин В.П. Оценка морфобиологических признаков и урожайности совместных посевов вики посевной с горчицей белой // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 3 (27). – С. 58-63. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11033.
3. Безгодов А.В., Галимов К.А., Ахметханов В.Ф. Биологическая эффективность и конкурентная способность вики посевной яровой при выращивании в смеси с рапсом на семена и зернофураж // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 12 (203). – С. 2-14. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-2-14.
4. Золотарев В.Н. Агробиологические основы возделывания вики посевной (*Vicia sativa* L.) на семена в гетерогенных агроценозах в условиях Центрального Нечерноземья России // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – С. 194-203. doi: 10.15389/agrobology.2016.2.194rus.
5. Дуборезов И.В., Дуборезов В.М., Андреев И.В. Урожайность и питательность двух- и трёхкомпонентных смесей из вики, гороха и овса // Кормопроизводство. – 2018. – № 11. – С. 15-17.
6. Меднов А.В., Гончаров А.В., Вольпе А.А., Калабашкина Е.В., Матвеев К.А., Абрамкина Л.П. Создание агрофитоценоза яровой вики Мега со злаковыми культурами // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 71-77. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11207
7. Косолапов В.М., Гаганов А.П., Зверкова З.Н., Винжега Л.Н. Эффективность использования вики в рационах цыплят-бройлеров // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 2 (10). – С.100-103.
8. Мазалов В.И., Донской М.М., Чадаев И.М. Экологическое испытание зернобобовых культур на Шатиловской СХОС // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 1 (82). – С. 3-12.
9. Зайцева А.И., Зайцев В.Н. Современные сорта вики посевной // Земледелие – 2014. – № 4. – С. 17-18
10. Дебелый Г.А., Гончаров А.В., Меднов А.В., Вольпе А.А. Новые сорта яровой вики Московского НИИСХ «Немчиновка» // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 2. (22). – С. 84-87
11. Тюрин Ю.С., Степанова Г.В. К вопросу о методике селекции вики посевной в Центральном районе Нечерноземной зоны // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 60-70. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11206.
12. Теличко О.Н., Мохань О.В. О селекции вики яровой // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 7 (153). – С. 45-48.
13. Щукис С. К., Щукис Е. Р. Подбор высокопродуктивных сортов и линий вики посевной для условий Алтайского края // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 3. – С. 39-44.
14. Тюрин Ю.С., Косолапов В.М. Селекция сортов вики посевной зернофуражного и укосного использования // Кормопроизводство. – 2015. – № 7. – С. 29-31.
15. Жданова А.А., Кочнева М.Б. Анализ потенциала адаптивности сортов вики посевной по урожайности зеленой массы в условиях юго-восточной зоны Камчатского края // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 5. – С. 33-37. DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/33-37
16. Гончарова А.В., Капко Т.Н. Экологическая пластичность и стабильность вики яровой (посевной) в условиях Западно-Сибирского региона // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 53(2). – С.33-42. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-2-4.

References

1. Vishnyakova M.A., Aleksandrova T.G., Buravtseva T.V., Burlyaeva M.O., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V., Suvorova G.N. Species diversity of the collection of genetic resources of grain legumes VIR and its use in domestic breeding // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*. 2019, no. 180(2), pp.109-123. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-109-123 (In Russ.)
2. Donskaya M.V., Velkova N.I., Naumkin V.P. Assessment of morphobiological characteristics and yield of joint crops of vetch and white mustard // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 3 (27), pp. 58–63. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11033. (In Russ.)

3. Bezgodov A.V., Galimov K.A., Akhmetkhanov V.F. Biological effectiveness and competitive ability of spring vetch when grown in a mixture with rapeseed for seeds and grain fodder // *Agrarnyi vestnik Urala*, 2020.- no. 12 (203), pp. 2–14. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-2-14. (In Russ.)
4. Zolotarev V.N. Agrobiological principles of cultivation of vetch (*Vicia sativa* L.) for seeds in heterogeneous agrocenoses in the conditions of the central Non-Black Earth Region of Russia // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2016, V. 51, pp. 194 - 203. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.2.194rus. (In Russ.)
5. Duborezov I.V., Duborezov V.M., Andreev I.V. Productivity and nutritional value of two- and three-component mixtures of vetch, peas and oats // *Kormoproizvodstvo*, 2018, no. 11, pp. 15 – 17. (In Russ.)
6. Mednov A.V., Goncharov A.V., Vol'pe A.A., Kalabashkina E.V., Matveenko K.A., Abramkina L. P. Creation of agrophytocenosis of spring vetch Mega with cereal crops // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no.4(36), pp. 71-77. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11207 (In Russ.)
7. Kosolapov V. M., Gaganov A. P., Zverkova Z. N., Vinzhega L. N. The effectiveness of using vetch in the diets of broiler chickens // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, no.2 (10), pp.100-103. (In Russ.)
8. Mazalov V.I., Donskoi M.M., Chadaev I.M. Ecological testing of leguminous crops at the Shatilovskaya Agricultural Trial Farm // *Vestnik agrarnoi nauki*, 2020, no.1(82), pp. 3-12. (In Russ.)
9. Zaitseva A. I., Zaitsev V. N. Modern varieties of common vetch // *Zemledelie*, 2014, no. 4, pp. 17-18 (In Russ.)
10. Debelyi G. A., Goncharov A. V., Mednov A. V., Vol'pe A. A. New varieties of spring vetch from the Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka" // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no. 2,(22). pp. 84-87 (In Russ.)
11. Tyurin Yu. S., Stepanova G. V. On the issue of vetch breeding methods in the Central region of the Non-Chernozem Zone // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 4(36), pp. 60-70. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11206. (In Russ.)
12. Telichko O.N. Mokhan' O.V. On breeding spring vetch // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 7 (153), pp. 45–48. (In Russ.)
13. Shchukis S.K., Shukis E.R. Selection of high-yielding varieties and lines of vetch for the conditions of Altai Krai // *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2015, no.3, pp.39-44. (In Russ.)
14. Tyurin Yu.S., Kosolapov V.M. Breeding of vetch varieties for grain-forage and mowing use // *Kormoproizvodstvo*, 2015, no. 7, pp. 29 – 31. (In Russ.)
15. Zhdanova A.A., Kochneva M.B. Analysis of adaptability potential of sowing vetch varieties in terms of green mass yield in the conditions of the south-eastern zone of the Kamchatka Territory // *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2021, no. 5, pp. 33 - 37. DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/33-37 (In Russ.)
16. Goncharova A.V., Kapko T.N. Ecological plasticity and stability of spring vetch (common) in the conditions of the West Siberian region // *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2023, no. 53(2), pp.33-42. DOI:10.26898/0370-8799-2023-2-4. (In Russ.)