

УРОЖАЙНОСТЬ И АДАПТИВНЫЕ СВОЙСТВА СОРТОВ И ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА 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.А. СТЕБАКОВ*, кандидат сельскохозяйственных наук

ШАТИЛОВСКАЯ СХОС – ФИЛИАЛ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР,
ПОС. ШАТИЛОВО, ОРЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

*ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Исследования проводили в условиях юго-востока Орловской области на выщелоченном тяжелосуглинистом, среднемощном черноземе: рН – 5,0-5,2; содержание гумуса – 6,7-6,9% (по Тюрину); подвижного фосфора – 80-90 мг/кг и обменного калия (K_2O) 122-136 мг/кг почвы по Чирикову с целью оценки урожайности и показателей адаптивных свойств сортов и гибридов подсолнечника. Урожай в зависимости от погодных условий в 2019-2024 гг. варьировал от 0,67 т/га до 5,9 т/га, коэффициент вариации (V%) изменялся по сортам в пределах 31%-48% и гибридам – 53%-68%, индекс условий среды (Jj) от -1,718 до +1,659. В 2019 году отмечены достоверные – 1,5 т/га и 2,3 т/га прибавки урожая у сортов Спартак и Белочка в сравнении с сортом ВНИИМК 100. Сорт подсолнечника Спартак отличался высокой урожайностью семян в 2020 г. и 2021 г., превышавшей на 2,3 и 2,1 т/га урожай сортов подсолнечника ВНИИМК 100 и Белочка. Среди испытываемых гибридов в 2020 г. и 2021 г. большим урожаем семян, в сравнении с гибридом Гранада, превысившим на 0,9 т/га и 0,4 т/га выделился гибрид Комета. Сорт Спартак и гибрид Комета в среднем за 6 лет сформировали высокие урожаи семян – 2,86 т/га и 2,96 т/га и соответственно на - 0,71 т/га и 0,81 т/га достоверно превысили прибавкой урожая сорт ВНИИМК 100. Сорт Спартак и гибрид Комета соответствовали оптимальному сочетанию средней за шесть лет урожайности- 2,86 т/га и 2,96 т/га с показателями стрессоустойчивости ($Y_{min}-Y_{max}$) -3,73 и -5,12 т/га, генетической гибкости ($(Y_{min} + Y_{max}) / 2$) 3,17 и 3,73 т/га, $KA = 1,12$ и 1,16, $b_i = 0,99$ и $b_i = 1,36$. Наиболее адаптированы к условиям Орловской области по сумме рангов $\Sigma = 21$ и $\Sigma = 26$ сорт Спартак и гибрид Комета. В среднем за шесть лет выявлена умеренная положительная корреляционная связь, $r = 0,64$ между урожайностью и количеством листьев на стебле подсолнечника. Установлена высокая корреляционная зависимость между урожайностью семян сортов и гибридов подсолнечника и коэффициентом адаптации (KA), $r = 0,9999$, выделен наиболее информативный показатель – стрессоустойчивость ($Y_{min}-Y_{max}$) с достоверными корреляционными зависимостями между ($Y_{min}-Y_{max}$) и ($Y_{min} + Y_{max}/2$), $r = -0,9689$, (b_i), $r = -0,9695$, (Hom), $r = 0,9040$ и (Sc), $r = 0,9259$.

Ключевые слова: подсолнечник, сорт, гибрид, урожайность, высота растений, количество листьев, стрессоустойчивость, гомеостатичность, пластичность, стабильность.

Для цитирования: Мазалов В.И., Небытов В.Г., Стебаков В.А. Урожайность и адаптивные свойства сортов и гибридов подсолнечника в Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 2(54):109-118. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-2-109-118

PRODUCTIVITY AND ADAPTIVE PROPERTIES OF VARIETIES AND HYBRIDS OF SUNFLOWER IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION

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

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

* FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: The studies were carried out in the conditions of the south-east of the Orel region on leached heavy loamy, medium-depth chernozem; pH – 5.0-5.2; humus content - 6.7-6.9% (according to Tyurin); mobile phosphorus - 80-90 mg/kg and exchangeable potassium (K₂O) 122-136 mg/kg of soil according to Chirikov in order to assess the yield and indicators of adaptive properties of sunflower varieties and hybrids. The yield, depending on weather conditions in 2019-2024, ranged from 0,67 t/ha to 5,9 t/ha, the coefficient of variation (V%) varied between 31% - 48% and 53% - 68% for hybrids, the environmental conditions index (Jj) varied from - 1,718 to +1,659. In 2019, significant 1,5 t/ha and 2,3 t/ha yield increases for Spartak and Belochka varieties in comparison with the VNIIMK 100 variety. The Spartak sunflower variety was distinguished by high seed yields in 2020 and 2021, exceeding the yield of sunflower varieties VNIIMK 100 and Belochka by 2,3 t/ha and 2,1 t/ha. Among the hybrids tested in 2020 and 2021, the Kometa hybrid stood out with a large seed yield, compared with the Granada hybrid, which exceeded 0,9 t/ha and 0,4 t/ha. The Spartak variety and the Kometa hybrid produced high seed yields in an average of 6 years - 2,86 t/ha and 2,96 t/ha, and, respectively, 0,71 t/ha and 0,81 t/ha significantly exceeded the yield estimates of the VNIIMK 100 variety. Of the compared varieties and hybrids in 2019-2024, the optimal combination of average yields was 2,86 t/ha and 2,96 t/ha with stress tolerance ($Y_{min}-Y_{max}$) -3,73 and -5,12 t/ha, genetic flexibility ($(Y_{min} + Y_{max})/2$) 3,17 and 3,73 t/ha, $KA = 1,12$ and $1,16$, $bi = 0,99$ and $bi = 1,36$, the Spartak variety and the Kometa hybrid corresponded. The Spartak variety and the Kometa hybrid corresponded to the optimal combination of average yields over six years – 2,86 t/ha and 2,96 t/ha with stress resistance ($Y_{min}-Y_{max}$) -3,73 and -5,12 t/ha, genetic flexibility ($(Y_{min} + Y_{max}) /2$) 3,17 and 3,73 t/ha, $KA = 1,12$ and $1,16$, $bi = 0,99$ and $bi = 1,36$. The most adapted to the conditions of the Orel region are grades 21 and 26 Spartak and Kometa hybrid. An average of six years a moderate positive correlation, $r=0,64$, was found between the yield and the number of leaves on a sunflower stalk. The high correlation was established between the seed yield of sunflower varieties and hybrids and the coefficient of adaptation (KA), $r= 0,99$ and the most informative indicator was stress tolerance ($Y_{min}-Y_{max}$) with significant correlations between ($Y_{min}-Y_{max}$) and ($Y_{min} + Y_{max}/2$), $r= -0,9689$), (bi), $r = -0,9695$, (Hom), $r = 0,9040$ and (Sc), $r = 0,9259$.

Keywords: sunflower, varieties, hybrids, yield, plant height, number of leaves, stress resistance, homeostaticity, plasticity, stability.

Подсолнечник – ценное масличное, медоносное растение, в составе подсолнечного масла содержатся витамины (А, D, Е, К), фосфатиды, глицериды жирных ненасыщенных линолевой и олеиновой и насыщенных пальмитиновой и стеариновой кислот. Подсолнечниковый шрот является ценным концентрированным кормом для животных, используется при производстве комбикормов. Подсолнечник – наиболее востребованная, рентабельная культура. Ранее в Орловской области выращивались позднеспелые сорта подсолнечника на силос. С внедрением устойчивых к комплексу болезней, скороспелых сортов и гибридов отечественной селекции, с урожайностью семян свыше 3,5 т/га и интенсивных ресурсосберегающих технологий стало возможным возделывать подсолнечник на маслосемена в Центральных регионах РФ [1-8]. В Орловской области отмечается положительная тенденция прироста площадей культуры с 66,1 тыс. га (2018 г.) до 66,4 тыс. га (2024 г.) [9]. Наиболее существенный прирост площадей, занятых подсолнечником в 2021 г. (86,4 тыс. га) и 2022 г. (94,4 тыс. га) связан не только с внедрением скороспелых сортов и доходностью его возделывания, но и значимым повышением температуры в мае и в августе, позволивших возделывать в южных районах региона раннеспелые сорта [10]. Несмотря на позитивные тенденции увеличения посевных площадей урожайность культуры в Орловской области составляла в 2019-2024 гг. – 2,1-2,7 т/га. Один из основных способов повышения урожайности семян подсолнечника – использование высокопродуктивных сортов и гибридов с устойчивостью к болезням и высокой адаптацией к местным условиям [11-15].

Цель исследований – оценка показателей адаптивных свойств по урожайности и выявление сортов и гибридов подсолнечника, адаптированных к условиям юго - востока Орловской области.

Условия, материалы и методы

Полевые опыты по испытанию сортов и гибридов подсолнечника проводили на опытном поле Шатиловской СХОС. Объектами исследований являлись сорта и гибриды подсолнечника – ВНИИМК 100 (раннеспелый), Белочка (среднеспелый), Комета (среднеспелый) – ФНЦ ВНИИМК; Спартак (раннеспелый) – ФНЦ им. И. В. Мичурина) и Гранада (среднеспелый) – ООО НПО «Галактика». Почва – выщелоченный тяжелосуглинистый, среднемощный чернозем; pH – 5,0- 5,2; содержание гумуса – 6,7-6,9% (по Тюрину); подвижного фосфора – 80-90 мг/кг и обменного калия (K_2O) 122-136 мг/кг почвы одной вытяжки по Чирикову. Предшественник – чистый пар, повторность 3-х-кратная, учетная площадь делянки 9 м². Удобрения внесены весной под предпосевную культивацию в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$ кг/га д. вещества. Посев проводили 20.05-25. 05. пунктирным широкорядным способом с междурядьями 70 см сеялкой СУПН-8. Норма высева – 50 тыс. семян на 1 га. В течение вегетационного периода наблюдения, биометрические измерения и учеты выполняли по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985). Уборку урожая осуществляли поделочно комбайном Сампо-130. Урожай приводили к стандартной (10%-ной) влажности и 100%-ной чистоте. Статистическая обработка урожайных данных семян сортов и гибридов подсолнечника проведена методами дисперсионного, вариационного и корреляционного анализов (Б.А. Доспехов, 1985). Расчет показателей пластичности и стабильности – коэффициента линейной регрессии (b_i) и среднеквадратического отклонения (S_i^2) урожайности выполняли по Эберхарту и Расселлу в редакции Пакудина с соавторами (1984), устойчивости к стрессу ($Y_{min}-Y_{max}$) и компенсаторной способности $(Y_{min} + Y_{max})/2$ – по А.А. Rossielle и S. Hemblin (1981) в изложении А.А. Гончаренко (2005), коэффициент адаптивности (КА) – по Л.М. Животкову с соавторами (1984). Гомеостатичность и селекционную ценность вычисляли по В.В. Хангильдину (1981): $Hom = x^2 / (\sigma \cdot (x_{opt} - x_{lim}))$, где: x – средняя урожайность, x_{opt} – среднее значение урожайности на оптимальном фоне; x_{lim} – среднее значение урожайности на лимитированном фоне; δ – стандартное отклонение, Sc – селекционную ценность $Sc = x \cdot x (x_{lim} / x_{opt})$, показатель относительной стабильности ($St^2 = X^2 - S^2 / X^2$, где X – средний урожай сорта, S^2 – общая дисперсия урожаев сорта, гибрида) по Н.А. Соболеву (1980).

Результаты и их обсуждение

В период исследований (2019-2024 гг.) сложились контрастные погодные условия, которые характеризовались повышенным температурным режимом во время вегетации растений подсолнечника. В 2019-2022 гг. отклонения среднесуточных температур воздуха от среднемноголетних данных за июнь составили +2,4°C; +1,4°C; +1,9°C и +1,3°C. Критически значимы условия обеспеченности подсолнечника осадками в июле и августе. В 2019 году в июле и августе отклонения осадков от среднемноголетней нормы составило -36 мм и -27 мм, отклонения среднесуточных температур воздуха - 2,5°C и - 0,9°C. Изменения режима выпадения осадков в этот период в 2020 году, составивших -22 мм и -31 мм от среднемноголетней нормы, существенно повлияло на рост и развитие растений подсолнечника. Количество осадков в мае 2021 года превышало на 11 мм среднемноголетние показатели. Величина гидротермического коэффициента за май составила 1,32 при среднемноголетнем – 1,34. Погодные условия 2023 года отличались холодной весной и количеством осадков ниже средней многолетней величины. В мае и июне среднесуточные температуры воздуха отклонялись от среднемноголетних показателей на - 0,9°C и - 1,2°C, количество осадков на 63% и 65% от среднемноголетних показателей. В июне, июле и августе 2024 года отклонения среднесуточных температур воздуха увеличивались по отношению к среднемноголетним показателям на +1,5, +2,5 и +1,8°C. За июль и август наблюдались изменения в отклонениях количества осадков от нормы ниже на -47 мм и -28 мм. Наиболее благоприятные погодные условия вегетационных периодов для формирований высокой урожайности сортов и гибридов подсолнечника сформировались в 2021 году ($I_j = +1,659$), неблагоприятные в 2024 г. ($I_j = -1,718$).

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали наибольшую значимость влияния эффектов среды в общей дисперсии урожайности семян сортов и

Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (54) 2025 г.
гибридов подсолнечника. Доля влияния факторов «годы исследования» составляла – 81%, «сорта, гибриды» – 8%. Продуктивность сортов и гибридов подсолнечника значительно варьировала в контрастные по погодным условиям 2021 и 2024 годы (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность семян сортов и гибридов подсолнечника, т/га

Сорта, гибриды	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Среднее за 2019-2024 гг.
Сорта							
ВНИИМК 100	2,0	2,3	3,1	2,5	2,1	0,91	2,15
Спартак	3,5	4,6	4,3	1,7	2,2	0,87	2,86
Белочка	4,3	2,5	2,3	2,3	1,2	0,98	2,26
Гибриды							
Гранада	4,0	1,5	5,5	2,8	0,9	0,67	2,56
Комета	3,7	2,4	5,9	2,9	2,1	0,78	2,96
Средний урожай (Yj)	3,5	2,66	4,22	2,44	1,7	0,84	
Индекс условий среды (Jj)	0,939	0,099	1,659	-0,120	-0,860	-1,718	
НСР ₀₅	0,21	0,18	0,22	0,40	0,50	0,21	0,70

В зависимости от погодных условий урожай варьировал от 0,67 т/га в 2024 г. (гибрид Гранада) до 5,9 т/га в 2021 г. (гибрид Комета), у сорта Спартак от 0,87 т/га в 2024 г. до 4,6 т/га в 2020 году. Между наиболее и наименее урожайными 2021 г. и 2024 г. гибриды Комета и Гранада отличались более высоким размахом варьирования урожая семян – 5,12 т/га и 4,83 т/га, меньший – 3,32 т/га и – 2,19 т/га отмечался у сортов Белочка и ВНИИМК 100. В 2019 году отмечены достоверные – 1,5 т/га и 2,3 т/га прибавки урожая у сортов Спартак и Белочка в сравнении с сортом ВНИИМК 100. Сорт подсолнечника Спартак отличался высокой урожайностью семян в 2020 г. и 2021 г., превышавшей на 2,3 и 2,1 т/га, 2,0 и 1,2 т/га урожай сортов подсолнечника ВНИИМК 100 и Белочка. Более высокий урожай семян подсолнечника 2,2 т/га получен у сорта Спартак в 2023 году в сравнении с сортом Белочка. Среди испытываемых гибридов в 2020 г. и 2021 г. большим урожаем семян, в сравнении с гибридом Гранада превысившим на 0,9 т/га и 0,4 т/га выделился гибрид Комета. Наибольшая урожайность – 5,9 т/га была получена в 2021 г. у гибрида Комета. Не обнаружено существенных, различий превышающих НСР в средней 6-летней урожайности между группами испытываемых сортов и гибридов. Средняя шестилетняя урожайность семян подсолнечника по «сортам» составила – 2,43 т/га, по «гибридам» – 2,77 т/га. Сорт Спартак и гибрид Комета в среднем за шесть лет сформировали высокие урожаи семян – 2,86 т/га и 2,96 т/га и соответственно на – 0,71 т/га и – 0,81 т/га достоверно превысили прибавкой урожая сорт ВНИИМК 100.

Количественную оценку адаптивных свойств сортов и гибридов по урожайности осуществляли по разным показателям на основе шестилетних данных, учитывающих различия в продуктивности, полученной в контрастные годы. Величина устойчивости к стрессу ($Y_{\min} - Y_{\max}$) – важный показатель устойчивости сорта и гибрида к стрессовым контрастным факторам среды. В условиях юго-востока Орловской области важно оценить стрессоустойчивость испытываемых сортов и гибридов подсолнечника поскольку в 2019-2024 гг. отмечались высокие среднесуточные температуры воздуха и дефицит влаги. Определенный по интервалу между минимальной и наибольшей урожайностью ($Y_{\min} - Y_{\max}$) показатель стрессоустойчивости имел отрицательные значения (т/га, табл. 2).

Показатели стрессоустойчивости, генетической гибкости, гомеостатичности, пластичности и стабильности сортов и гибридов подсолнечника, 2019-2024 гг.

Сорта, гибриды	$Y_{\min} - Y_{\max}$, т/га	$Y_{\min} + Y_{\max}/2$, т/га	КА	V, %	Ном	Sc	b_i	S_i^2	St^2	Σ рангов
ВНИИМК 100	-2,19	2,46	0,84	31	2,93	0,63	0,49	0,22	0,89	33
Спартак	-3,73	3,17	1,12	48	1,46	0,54	0,99	1,01	0,73	21
Белочка	-3,32	3,13	0,88	48	1,31	0,52	0,69	0,86	0,73	27
Гранада	-4,83	3,42	1,00	68	0,71	0,31	1,46	0,61	0,45	28
Комета	-5,12	3,73	1,16	53	0,99	0,39	1,36	0,34	0,66	26

Наименьшее его значение соответствовало более высокой величине устойчивости сорта (гибрида) к контрастным условиям среды. Наиболее стрессоустойчивым за 2019-2024 гг. был сорт ВНИИМК 100 (-2,19 т/га). Низкой стрессоустойчивостью с высокими показателями – 3,73 т/га и -5,12 т/га отличались сорт Спартак и гибрид Комета. Генетическая гибкость сорта (гибрида) $(Y_{\min} + Y_{\max})/2$ определяет реакцию сорта на условия выращивания в контрастных условиях, высокое значение которого определяет степень соответствия между урожайностью сортов и гибридов и факторами среды. Наибольшие значения соответствия между урожайностью и факторами среды отмечены у сорта Спартак (3,17 т/га) и гибрида Комета (3,73 т/га). Сорт ВНИИМК 100 имел низкое значение показателя генетической гибкости (2,46 т/га). Коэффициент адаптивности, рассчитанный по отношению урожайности каждого из испытуемых сортов (гибридов) к суммарной урожайности отдельных сортов и гибридов с делением на общее их число, варьировал от 0,84 до 1,16. Наибольшее значение показателя коэффициента адаптивности выше единицы среди испытываемых сортов отмечено у сорта Спартак (КА= 1,12). Реакция сортов ВНИИМК 100 и Белочка на условия среды была меньше, КА= 0,84 и КА= 0,88. Коэффициент адаптивности (КА>1) имел гибрид Комета, КА= 1,16, что свидетельствовало об отзывчивости на улучшение условий среды. В соответствии с классификацией Б.А. Доспехова (1985) принято считать изменчивость признаков значительной (высокой), если коэффициент вариации ($V > 20\%$). В 2019-2024 гг. относительный показатель варьирования урожая, коэффициент вариации значительно изменялся по сортам и гибридам подсолнечника в пределах – $V=31\%$ – $V=68\%$. Гибриды Гранада и Комета характеризовались высокими значениями коэффициентов вариации, $V=68\%$ и $V=53\%$, чем сорта подсолнечника Белочка и Спартак, $V=48\%$. Сорт ВНИИМК 100 с самой низкой урожайностью семян подсолнечника (2,15 т/га) соответствовал низкому среди сравниваемых сортов и гибридов варьированию урожайности, ($V=31\%$) Одним из важных показателей, характеризующих устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов среды, является величина гомеостаза (Ном), которую В. В. Хангильдин (1981) рассматривает как «систему адаптивных реакций генотипа, направленных на обеспечение стабилизации определенного потенциала урожая зерна или биомассы в широких границах условий среды». Критерием гомеостаза служит способность сорта, гибрида к меньшему снижению урожая при изменении условий их возделывания. По результатам исследований установлены различия по гомеостатичности Ном между сортами и гибридами. Более высокие величины Ном выявлены у сортов ВНИИМК 100 (Ном =2,93), Спартак (Ном =1,46), Белочка (Ном =1,31), низкие у гибридов Гранада (Ном = 0,71) и Комета (Ном = 0,91). Самая высокая величина Ном отмечена у сорта ВНИИМК 100 (Ном = 2, 93), самая низкая Ном = 0,71 у гибрида Гранада. Связь гомеостатичности (Ном) с коэффициентом вариации (V) характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях, высоким значениям гомеостатичности сортов подсолнечника ВНИИМК 100, Спартак, Белочка с Ном =2,93-1,31 соответствовали низкие значения коэффициента вариации ($V=31-48\%$). Показатель селекционной ценности (Sc) определяется сравнением урожая в лимитированных и оптимальных условиях выращивания с учетом усредненных значений урожая. Высокое значение этого показателя указывает на повышенную

стабильность сравниваемых сортов и гибридов подсолнечника. Величина показателя (Sc) изменялась по сортам от 0,52 до 0,63, гибридам от 0,31 до 0,39. По наибольшей величине показателя селекционной ценности выделился сорт ВНИИМК ($Sc = 0,63$), наименьшей – гибридов Гранада и Комета, $Sc=0,31$ и $Sc=0,39$. Наиболее информативными количественными показателями оценки адаптивных свойств сортов и гибридов по урожайности являются параметры экологической пластичности (b_i) и стабильности (Si^2). Коэффициент линейной регрессии (b_i) характеризует реакцию сорта и гибрида на изменение условий среды. При $b_i > 1$, отмечается большая отзывчивость на улучшение условий. При $b_i < 1$ сорт слабее реагирует на изменения условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых образцов. При $b_i = 1$ изменение полностью соответствует изменению условий выращивания. Коэффициент линейной регрессии (b_i) урожайности сортов подсолнечника изменялся в пределах $b_i = 0,49$ до $b_i = 0,99$. Гибриды подсолнечника, в сравнении с сортами были более пластичными, $b_i = 1,36$ до $b_i = 1,46$. По результатам проведенного анализа выделены гибриды подсолнечника с высокой отзывчивостью на благоприятные условия роста и развития, коэффициент регрессии ($b_i > 1$), Гранада ($b_i = 1,46$) и Комета ($b_i = 1,36$), которые лучше проявляли себя в узком диапазоне благоприятных сред. В меньшей степени реагировали на изменения условий внешней среды ($b_i < 1$) по урожайности сорта ВНИИМК 100 ($b_i = 0,49$) и Белочка ($b_i = 0,69$), которые лучше использовать на экстенсивном фоне. Сорт Спартак, с $b_i = 0,99$ был ближе к единице ($b_i = 1$) и более соответствовал изменению урожайности сорта изменению условий среды. Дисперсия (Si^2) характеризует стабильность сорта (гибрида), 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 (гибрид) формирует урожай. Наибольшей стабильностью реакции на условия среды характеризовались сорта с наименьшими значениями ($Si^2 < 1$) ВНИИМК 100 ($Si^2 = 0,22$) и Белочка ($Si^2 = 0,86$). Гибриды Гранада ($Si^2 = 0,67$) и Комета ($Si^2 = 0,34$) также отличались высокой стабильностью ($Si^2 < 1$) и отзывчивостью на улучшение условий среды. Чем выше величина St^2 , тем значительнее экологическая стабильность изучаемого сорта и гибрида. Среди сравниваемых сортов наиболее высокие величины показателя относительной стабильности формирования урожая определены у сорта ВНИИМК 100 ($St^2 = 0,89$) и гибрида Комета ($St^2 = 0,66$). Гибрид Гранада характеризовался самой низкой величиной относительной стабильности урожая, $St^2 = 0,45$. По результатам сопоставления ранговых показателей сравниваемых сортов и гибридов сорт Спартак и гибрид Комета имели низкую ($\Sigma = 21$ и $\Sigma = 26$) сумму рангов и более адаптированы к условиям Орловской области.

По результатам исследований, отмечалась неодинаковая высота стебля подсолнечника, изменявшаяся по сортам и гибридам в 2019-2024 гг. от 121 см до 220 см и в среднем за шесть лет от 160 см до 184 см (табл. 3).

Таблица 3

Морфологические показатели растений сортов и гибридов подсолнечника

Сорта, гибриды	2019	2020	2021	2022	2023	2024	среднее	V, %
Высота растения, см								
ВНИИМК 100	123	190	188	169	168	121	160	18
Спартак	170	210	180	190	143	147	173	14
Белочка	148	172	188	194	220	182	184	12
Гранада	165	197	168	168	153	170	170	8
Комета	137	185	177	164	140	150	159	11
г	0,58	0,54	-0,28	-0,69	-0,43	-0,10	-0,19	
Количество листьев на стебле, шт								
ВНИИМК 100	10	21	20	17	16	15	17	22
Спартак	15	19	22	19	15	18	18	14
Белочка	12	16	23	20	18	18	18	19
Гранада	18	23	23	21	17	14	19	17
Комета	14	20	23	22	17	21	20	16
г	0,69	-0,45	0,52	0,38	-0,54	0,22	0,64	

г – коэффициенты корреляции между урожайностью по годам и высотой растений, количеством листьев на стебле

Длина стебля у сорта ВНИИМК 100 была на 13-24 см соответственно меньше, чем у сортов Спартак и Белочка. Длина стебля у гибрида Гранада превышала на 11 см этот показатель у гибрида Комета. Морфологические исследования побега подсолнечника, показали, что между сравниваемыми короткостебельными линиями, гибридов и сортом подсолнечника Передовик разное число листьев на стебле [16]. Сопоставление растений подсолнечника у сорта ВНИИМК 100, показало, что в среднем за шесть лет число листьев на стебле на 2-3 листа меньше, чем у гибридов Гранада и Комета. У сортов Спартак и Белочка количество листьев на стебле (18 шт.), незначительно (на 1) больше чем у сорта ВНИИМК 100. Морфологические показатели сортов и гибридов подсолнечника в 2019-2024 гг. существенно варьировали, коэффициент вариации (V%) изменялся соответственно: по длине стебля от V=8% до V=18%, количеству листьев от V=14% до V=22%. По коэффициенту вариации (V) количества листьев на стебле, сорт Спартак (V=14%) и гибриды Гранада (V=14%) и Комета (V=16%) в сравнении с сортом ВНИИМК 100 (V=22%) варьировали в меньших пределах, что указывало на высокую его изменчивость. Контрастные погодные условия существенно повлияли на корреляционные взаимосвязи между урожайностью сортов и гибридов подсолнечника и морфологическими показателями. Коэффициент корреляции изменялся в 2019-2024 гг. по показателю «длина стебля», $r=-0,10$ до $r=0,58$, «количество листьев» $r=-0,45$ до $r=0,69$. Умеренная положительная корреляционная связь между урожайностью и показателем количества листьев, $r=0,69$ наблюдалась по сортам и гибридам в 2019 году. В среднем за шесть лет между урожайностью сортов и гибридов и длиной стебля отмечалась незначительная корреляционная связь $r=-0,19$. Положительная корреляционная связь была установлена за шестилетний период исследований между урожайностью и количеством листьев на стебле подсолнечника, $r=0,64$.

Существенность корреляционных парных связей между урожайностью сортов и гибридов подсолнечника с показателями адаптивных свойств и их взаимосвязи можно установить при анализе матрицы коэффициентов корреляции, которая также позволяет выделить информативный показатель с наибольшим количеством достоверных корреляционных связей в пределах матрицы. Рассчитанная матрица парных корреляций показателей адаптивности между собой и с урожайностью приведена в таблице 4.

Таблица 4

Корреляционная матрица парных связей между урожайностью и показателями адаптивности сортов и гибридов подсолнечника

Показатели	Урожайность	Ymin-Ymax	Ymin + Ymax/2	КА	V, %	Hom	Sc	b _i
	Коэффициент корреляции, r							
Ymin-Ymax	-0,7758							
Ymin + Ymax/2	0,7879	-0,9689						
КА	0,9999	-0,7722	0,7834					
V, %	0,4760	-0,8641	0,7955	0,4699				
Hom	-0,6074	0,9040	-0,9216	-0,6003	-0,9321			
Sc	-0,5049	0,9259	-0,8414	-0,5004	-0,9479	0,8780		
b _i	0,7443	-0,9694	0,8817	0,7416	0,8901	-0,8464	-0,9421	
S _i ²	0,2032	-0,0780	0,1844	0,1966	0,2989	-0,4199	-0,0012	0,0361
St ²	-0,4134	0,8347	-0,7367	-0,4080	-0,9907	0,8776	0,9558	-0,2057

Корреляционные парные зависимости между урожайностью и показателями адаптивных свойств имели положительную и отрицательную линейную связь. Положительные коэффициенты корреляции изменялись в пределах от $r=0,0361$ до $r=0,9999$, отрицательные от $-r=-0,0012$ до $-r=-0,9694$. Наибольшая достоверная прямолинейная корреляционная парная зависимость установлена между урожайностью семян сортов и гибридов подсолнечника и коэффициентом адаптации, $r=0,9999$. Данная корреляционная зависимость подтверждается соответствием показателей самой высокой урожайности сорта

Спартак и гибрида Комета – 2,86 т/га и 2,96 т/га и наибольшими значениями – 1,12 и 1,16 величины КА. Показатель генетической гибкости ($Y_{\min} + Y_{\max}/2$) и коэффициент линейной регрессии (b_i) менее тесно коррелировали с урожайностью, $r = 0,7879$ и $r = 0,7443$. Наибольшей информативностью с двумя достоверными отрицательными и положительными корреляционными тесными зависимостями характеризовался показатель устойчивости к стрессу ($Y_{\min}-Y_{\max}$). Высокие достоверно отрицательные корреляционные зависимости выявлены между ($Y_{\min}-Y_{\max}$) и показателем генетической гибкости – ($Y_{\min} + Y_{\max}/2$), $r = -0,9689$ и коэффициентом регрессии b_i , $r = -0,9694$. Большие положительные корреляционные зависимости установлены между ($Y_{\min}-Y_{\max}$) и гомостатичностью (Ном), $r = 0,9040$, и селекционной ценностью (Sc), $r = 0,9259$. Выявлена тесная положительная связь между показателями относительной стабильности (St^2) и селекционной ценности (Sc), $r = 0,9558$. Установлены достоверные отрицательные корреляционные зависимости между показателем генетической гибкости ($Y_{\min} + Y_{\max}/2$) и гомостатичностью (Ном), $r = -0,9216$, коэффициентом вариации (V, %) и гомостатичностью (Ном), $r = -0,9321$, коэффициентом вариации (V, %) и селекционной ценности (Sc), $r = -0,9479$, коэффициентом вариации (V, %) и показателем относительной стабильности (St^2) – $r = -0,9907$, величиной селекционной ценности (Sc) и коэффициентом регрессии (b_i) – $r = -0,9421$.

Заключение

Нестабильные погодные условия 2019-2024 гг. в период вегетации существенно влияли на изменчивость урожая семян и показатели адаптивных свойств испытываемых сортов и гибридов подсолнечника, Индекс условий среды (Jj) изменялся от -1,718 до 1,659, урожайность - 0,67 т/га до 5,9 т/га, ($Y_{\min}-Y_{\max}$) –5,12 до – 2,19 т/га, ($Y_{\min} + Y_{\max}/2$) -2,46-3,73 т/га, КА - 0,84-1,16, Sc - 0,31-0,63, V% -31-68, Ном -0,31-0,63, b_i – 0,49-1,46, St^2 -0,22-1,01, St^2 -0,45-0,89. Средняя урожайность за шесть лет по сортам составила -2,43 т/га, гибридам с 2,77 т/га. Наибольшая урожайность – 5,9 т/га была получена в 2021 г. у гибрида Комета. По результатам сортоиспытания сорт Спартак и гибрид Комета обеспечили наибольшую в среднем за 2019-2024 гг. урожайность – 2,86 т/га и 2,96 т/га, которой соответствовали показатели – генетической гибкости ($Y_{\min} + Y_{\max}/2$), 3,17 и 3,73 т/га, коэффициент адаптивности – КА =1,12 и КА =1,16, коэффициент линейной регрессии, $b_i = 0,99$ и $b_i = 1,36$. Повышенной устойчивостью к изменяющимся условиям возделывания по результатам суммарной оценки ранговых показателей соответствовали сорт Спартак и гибрид Комета ($\Sigma=21$ и $\Sigma=26$). Контрастные погодные условия существенно повлияли на морфологические показатели, высота стебля подсолнечника, варьировала по сортам и гибридам в 2019-2024 гг. от 121 см до 220 см и в среднем за шесть лет от 160 см до 184 см. Коэффициент вариации (V%) изменялся по длине стебля от V=8% до V=18%, количеству листьев от V=14% до V=22%. В среднем за шесть лет выявлена умеренная положительная корреляционная связь, $r = 0,64$ между урожайностью и количеством листьев на стебле подсолнечника. Анализ матрицы коэффициентов корреляции, позволил выделить высокую корреляционную парную зависимость между урожайностью семян сортов и гибридов подсолнечника и коэффициентом адаптации (КА), $r = 0,9999$ и наиболее информативный показатель – стрессоустойчивость с достоверными корреляционными зависимостями между ($Y_{\min}-Y_{\max}$) и ($Y_{\min} + Y_{\max}/2$), $r = -0,9689$), (b_i), $r = -0,9694$, (Ном), $r = 0,9040$ и (Sc), $r = 0,9259$.

Литература

1. Низамов Р.М., Сулейманов С.Р., Зиганшин Р.Б. История, современное состояние и перспективы возделывания подсолнечника как масличной культуры в Российской Федерации и Республике Татарстан. // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2. – С. 63-66.
2. Лукомец В.М., Трунова М.В., Демури Я.Н. Современные тренды селекционно-генетического улучшения сортов и гибридов подсолнечника во ВНИИМК. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – № 4. – С.388-393. DOI 10.18699/VJ21.042.
3. Старцев В.И., Куликов М.А. Сортосые ресурсы крупноплодного (кондитерского) подсолнечника // Селекция, семеноводство и генетика. – 2019. – Вып. 5 (29). – С. 17-20.

4. Бочковой А.Д., Хатнянский В.И., Камардина В.А. Типы гибридов подсолнечника и особенности их использования в условиях Российской Федерации // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2019. – Вып.1 (177). – С. 110-123.
5. Волгин В.В., Костевич С.В., Савченко В.Д., Медведева И.В., Рыженко Е.Н., Бочкарев Б.Н., Голощапова Н.Н., Рубанова О.А. Хозяйственно ценные признаки допущенных к производству и перспективных гибридов масличного подсолнечника. // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 11-22.
6. Насиев Б.Н. Влияние технологии ухода за посевами на урожайность и масличность подсолнечника. // Аграрная наука, –2021. – № 1. – С. 133-135. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-344-1-133-135.
7. Шабалкин А.В., Иванова О.М., Ветрова С.В., Ерофеев С.А. Селекция подсолнечника в изменяющихся агроклиматических условиях Тамбовской области. // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2023. – Вып. 3 (195). – С. 19-23.
8. Бушнев А.С., Подлесный С.П. Хатит А.Б., Ветер В.И. Урожайность и качество семян подсолнечника в зависимости от элементов адаптивной технологии возделывания. // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК – 2017. – Вып. 4 (172). – С. 61-71.
9. Антипина Д.М., Акимова Л.И., Андреюк М.В., Балахнев М.Ю. Орловская область: стат. сб./ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области. Орел. – 2024. – 239 с.
10. Страшная А.И., Береза О.В., Кланг П.С. Агрометеорологические условия и прогнозирование урожайности семян подсолнечника в Центральном федеральном округе. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2019. – № 3. – С. 121-138.
11. Децына А.А., Илларионова И.В., Щербинина В.О. Оценка экологической пластичности и стабильности крупноплодных сортов подсолнечника. // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 35-39.
12. Агеева Е.А., Лихенко И.Е., Советов В.В. Оценка экологической пластичности сортообразцов питомника казахстанско сибирской сети СИММИТ. // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 11. – С. 26-29. DOI: 10.24411/0235-2451-2018- 11106.
13. Курасова Л.Г., Буенков А.Ю., Кудряшов С.П., Лобачев Ю.В. Экологические пластичность и стабильность сортов подсолнечника в условиях Нижнего Поволжья. // Аграрный научный журнал. - 2022. – № 6. – С. 28-32.
14. Полевщиков С.И., Веркошанский А.С. Продуктивность сортов и гибридов подсолнечника в зависимости от сроков сева и нормы высева в условиях северо-восточной части ЦЧЗ РФ. // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2011. – № 2. – С.81-88.
15. Виноградов Д.В. Макарова М.П., Питюрина И.С. Экологическая адаптивность гибридов подсолнечника к природно-климатическим условиям Рязанской области в зависимости от приемов агротехники. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. –2016. – № 4. – С. 5-10.
16. Гаврилова В.А., Соколова Е.А., Яковлева Е.А. Особенности деления листьев подсолнечника на морфологические типы. // Вестник КГУ. – 2005. – № 4. – С 8-11.

References

1. Nizamov R.M., Suleimanov S.R., Ziganshin R.B. History, current state and prospects of sunflower cultivation as an oil crop in the Russian Federation and the Republic of Tatarstan. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2017, no.2, pp. 63-66.
2. Lukomets V.M., Trunova M.V., Demurin Ya.N. Modern trends in selection and genetic improvement of sunflower varieties and hybrids at VNIIMK. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*. 2021, no.4, pp.388-393. DOI 10.18699/VJ21.042.
3. Startsev V.I., Kulikov M.A. Varietal resources of large-fruited (confectionery) sunflower. *Selektsiya, semenovodstvo i genetika*. 2019, Iss. 5 (29), pp. 17-20.
4. Bochkovoi A.D., Khatnyanskii V.I., Kamardina V.A. Types of sunflower hybrids and features of their use in the conditions of the Russian Federation. *Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK*. 2019, Iss.1 (177), pp. 110-123.

- Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» № 2 (54) 2025 г.
5. Volgin V.V., Kostevich S.V, Savchenko V.D., Medvedeva I.V., Ryzhenko E.N., Bochkarev B.N., Goloshchapova N.N., Rubanova O. A. Economically valuable traits of approved and promising hybrids of oil sunflower. *Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK*. 2019, Iss. 3 (179), pp. 11-22.
 6. Nasiev B.N. The influence of crop management technology on the yield and oil content of sunflower. *Agrarnaya nauka*, 2021, no.1. pp. 133-135. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-344-1-133-135.
 7. Shabalkin A.V., Ivanova O.M., Vetrova S.V., Erofeev S.A. Sunflower breeding in changing agroclimatic conditions of the Tambov region. *Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK* . 2023, Iss. 3 (195), pp. 19-23.
 8. Bushnev A.S., Podlesnyi S.P. Khatit A.B, Veter V.I. Yield and quality of sunflower seeds depending on the elements of adaptive cultivation technology. *Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK*. 2017, Iss. 4 (172), pp. 61-71.
 9. Antipina D.M., Akimova L.I., Andreyuk M.V., Balakhnev M.Yu. Orel Oblast: statistical digest. Territorial body of the Federal State Statistics Service for Orel Oblast Publ. Orel, 2024, 239 p.
 10. Strashnaya A.I., Bereza O.V., Klang P.S. Agrometeorological conditions and forecasting of sunflower seed yield in the Central Federal District. *Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy*. 2019, no.3, pp.121-138.
 11. Detsyna A.A., Illarionova I.V., Shcherbinina V.O. Evaluation of ecological plasticity and stability of large-fruited sunflower varieties. *Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK*. 2019, Iss. 3 (179), pp. 35-39.
 12. Ageeva E.A., Likhenko I.E., Sovetov V.V. Evaluation of ecological plasticity of varieties of the nursery of the Kazakh-Siberian network SIMMYT. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2018, v. 32, no. 11, pp. 26-29. DOI: 10.24411/0235-2451-2018- 11106.
 13. Kurasova L.G., Buenkov A.Yu., Kudryashov S.P., Lobachev Yu.V. Ecological plasticity and stability of sunflower varieties in the conditions of the Lower Volga region. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. 2022, no. 6, pp. 28-32.
 14. Polevshchikov S.I., Verkoshanskii A.S. Productivity of sunflower varieties and hybrids depending on sowing dates and seeding rates in the conditions of the north-eastern part of the Central Chernozem Region of the Russian Federation. *Vestnik Michurinskogo GAU*, 2011, no.2, pp.81-88.
 15. Vinogradov D. V. Makarova M. P., Pityurina I. S. Ecological adaptability of sunflower hybrids to natural and climatic conditions of the Ryazan region depending on agricultural practices. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva*. 2016, no.4, pp.5-10.
 16. Gavrilova V.A., Sokolova E.A., Yakovleva E.A. Features of division of sunflower leaves into morphological types. *Vestnik KGU*, 2005, no.4, pp 8-11.