

УДК 631.559: 633.13

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АДАПТИВНОСТИ ПЛЕНЧАТЫХ И ГОЛОЗЕРНЫХ СОРТОВ ОВСА ЯРОВОГО 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

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

ШАТИЛОВСКАЯ СХОС – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ
КУЛЬТУР

*ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Исследования проводили на выщелоченном черноземе, тяжелого гранулометрического состава, среднемощном, на лессовидном карбонатном суглинке, с высоким содержанием гумуса (6,7-6,9%), средним (41-43 мг/кг) подвижного фосфора и обменного калия 120-131 мг/кг почвы (по Чирикову) с целью сравнительной оценки показателей адаптивности пленчатых и голозерных сортов овса ярового по урожайности в контрастных погодных условиях юго-востока Орловской области. Нестабильные погодные условия в период вегетации существенно влияли на изменчивость урожая зерна испытываемых сортов овса, коэффициент вариации (V%) по сортам за 2020-2022 гг. варьировал в пределах 8-33% и за 2020-2023 гг. – 18-29%. Размах колеблемости урожая между наиболее и наименее урожайными 2023 и 2020 гг. составил у пленчатых сортов – Буланный – 1,6 т/га, Яков – 2,0 т/га, Львовский – 82-2,4 т/га, Лев – 2,3 т/га, у голозерных – Самсон 57 – 2,8 т/га и Немчиновский 61 – 1,6 т/га. Определена положительная корреляционная связь между средними урожаями сортов овса за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. и компенсаторной способностью $(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$ - $r=0,95$ и $r=0,90$, коэффициентом адаптивности KA - $r=0,99$ и $r=0,99$ и дисперсией S_i^2 - $r=0,38$ и $r=0,41$. Из сравниваемых сортов пленчатых сортов овса в 2020-2023 гг. оптимальному сочетанию средней урожайности – 3,83 т/га и 3,68 т/га с показателями $(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$ 5,45 и 5,20, KA 1,58 и 1,54, S_i^2 5,37 и 4,59 и суммой рангов 24 и 23 соответствовали сорта пленчатого овса Буланный и Яков. Сорт голозерного овса Самсон 57, в сравнении с сортом Немчиновский 61 выделился большей урожайностью – 3,13 и 3,55 т/га, высокими значениями $(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$ -3,05 и 4,40, KA – 0,99 и 1,52. Из сортов голозерного овса по сумме рангов за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. наиболее адаптирован к условиям юго-востока Орловской области сорт Самсон 57 (16 и 21), наименее – сорт Немчиновский 61 (32 и 37).

Ключевые слова: овес яровой, пленчатые и голозерные сорта, урожайность, стрессоустойчивость, пластичность, стабильность, гомеостатичность (*Avena sativa* L.).

Для цитирования: Мазалов В. И., Небытов В. Г., Мерцалов Е.Н. Сравнительная оценка показателей адаптивности пленчатых и голозерных сортов овса ярового в условиях Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 1(49):60-68. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-1-60-68

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE ADAPTABILITY OF FILMY AND NAKED SPRING OAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION

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

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 studies were carried out on leached chernozem, heavy granulometric composition, medium-sized, loess-like carbonate loam, with a high humus content (6,7-6,9%), average (41-43 mg/kg) mobile phosphorus and exchangeable potassium (K_2O) 120-131 mg/kg of soil (according to Chirikov). for the purpose of comparative assessment of the adaptability of filmy and naked varieties of spring oats in terms of yield in contrasting weather conditions in the south-east of the Orel region. Unstable weather conditions during the growing season significantly affected the variability of the grain yield of the tested oat varieties, the coefficient of variation (V%) for varieties for 2020-2022 varied between 8-33% and for 2020-2023 - 18-29%. The range of crop fluctuations between the most and least productive in 2023 and 2020 was 1.6 t/ha for filmy varieties - Bulanyj, -2,0 t/ha, Yakov, -2,0 t/ha, Lgovskij 82 - 2,4 t/ha, Lev - 2,3 t/ha, naked - Samson 57 -2,8 t/ha and Nemchinovskij 61 - 1,6 t/ha. A positive correlation was determined between the average yields of oat varieties for 2020-2022 and 2020-2023 and the compensatory capacity $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$ - $r = 0,95$ and $r = 0,90$, the coefficient of adaptivity of KA - $r = 0,9$ and $r = 0,99$ and the dispersion of Si^2 - $r = 0,38$ and $r = 0,41$. Of the compared varieties of filmy oats in 2020-2023, the optimal combination of average yields - 3,83 t/ha and 3,68 t/ha with indicators $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$ 5,45 and 5,20, KA -1,58 and 1,54, Si^2 5,37 and 4,59 and the sum of ranks 24 and 23 corresponded to the varieties of filmy oats Bulanyj and Yakov. The naked oat variety Samson 57, in comparison with the Nemchinovskij 61 variety, stood out with higher yields - 3,13 and 3,55 t/ha, high values $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$ -3,05 and 4,40, KA - 0,99 and 1,52. Of the varieties of naked oats, according to the sum of the ranks for 2020-2022 and 2020-2023, the Samson variety 57 (16 and 21) is the most adapted to the conditions of the south-east of the Orel region, the Nemchinovskij 61 variety 61 (32 and 37) is the least adapted.*

Keywords: spring oats, filmy and naked varieties, yield, stress resistance, plasticity, stability, homeostaticity (*Avena sativa* L.).

В европейской части дореволюционной России овес являлся основной зернофуражной культурой крестьянского хозяйства. В Тульской губернии на долю овса в 1912 году приходилось 38% общей посевной площади. Массового размножения сортовых семян в дореволюционной России не отмечалось, однако популяция овса под названием Шатиловского из имения Шатиловых Моховое получила широкую известность. Свое происхождение Шатиловский овес, вел от французского овса, пакет, с семенами которого был получен в 1830 году от Московского общества сельского хозяйства. С 1847 года Шатиловский овес стал пользоваться широким торговым спросом и упоминаться в сельскохозяйственной литературе как самостоятельный сорт русского овса под названием Шатиловского (И.И. Шатилов 1896) «Shatilowsky – Hafer» (Hugo Werner, 1885). Солома Шатиловского овса бледно-розовая, метелка с длинными ветвями, слабо поражалась ржавчиной, охотно поедалась скотом и рабочими лошадьми (И.И. Шатилов, 1896). Изучение зарубежных и местного Шатиловского овса на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции было начато В. В. Винером в 1899 году. В благоприятных по влагообеспеченности годы более урожайными были немецкие сорта овса – Гейне и Андербекский с тяжелым зерном и крупной метелкой. Местный Шатиловский овес в неблагоприятных условиях был более урожайным, чем ранние канадский и шведский сорта Свалефской селекционной станции (В.В. Винер, 1906). Шатиловский овес из имения Моховое, послужил исходной формой для селекции сорта Шатиловский 033 и Шатиловский 56. П.И. Лисицын получил авторское свидетельство за номером два на селекционное достижение – сорт Шатиловский 56, районированный в 1929 году. Позднее по результатам гибридизации сортов Шатиловский 56 х Льговский 45-1092 был выведен сорт овса Орловский. Контрастные погодные условия оказывали существенное влияние на рост и развитие растений, ограничивая формирование высокой урожайности овса, вызывая колебание по годам [1-8]. Так, Шатиловский овес в семеноводческом имении Шатиловых Моховое выделялся высокой урожайностью, варьирующей по годам от погодных условий.

За 94 года средняя урожайность овса составила – 1,49 т/га и варьировала в пределах от 0,79 до 2,38 т/га, $V = 21\%$. Самые высокие урожаи овса – 2,38 и 2,26 т/га были получены в

1831 и 1870 гг. Но и в менее урожайные, засушливые, 1884, 1885 и 1891 годы, когда повсеместно по соседству крестьяне не имели возможности убрать урожай, и стравливали посеы на корм скоту, были получены сравнительно хорошие урожаи овса – 1,27, 1,13 и 1,60 т/га. В 1898 году благодаря глубокой вспашке посеы овса выдержали майскую засуху. Урожай овса в Моховом составил 1,58 т/га и был больше на 0,56 т/га, чем по Новосильскому уезду Тульской губернии. Влажные погодные условия 1881 и 1887 гг. способствовали более высокому – 1,64 и 1,53 т/га урожаю зерна овса (И.И. Шатилов, 1896).

Овес – ценная кормовая и продовольственная культура, наилучший компонент в смешанных посевах с горохом и викой. Зерно овса отличается высокой питательностью, его используют при откорме животных и птицы, в производстве комбикормов, круп, овсяных хлопьев, муки и кондитерских изделий. Несмотря на наличие в зерне высокого содержания усвояемых питательных веществ, посевные площади овса в РФ с 1992 г. по 2022 г сократились на 75%, с 8,5 до 2,2 млн. га. Снижение посевных площадей, занятых под овсом с 21,1 тыс. га (2016 г.) до 13,0 тыс. га (2022 г) отмечается в Орловской области. Урожайность культуры в 2017-2022 гг. составляла – 2,8-3,3 т/га. Основная причина падения интереса к овсу – замещение посевов более рентабельными культурами – яровой и озимой пшеницей, кукурузой на зерно, подсолнечником и соей. На урожайность, качество зерна овса существенно влияют неблагоприятные погодные условия, вариабельность урожайности по годам от контрастных погодных условий колеблется в пределах 60-80% [9, 10]. В связи с существенным, на 62% уменьшением площади посева, актуальным направлением в региональной селекции является создание сортов ярового овса, сочетающих высокую урожайность, улучшенные показатели качества зерна, устойчивых к полеганию и болезням с приспособленностью к контрастным погодным условиям [11]. Поэтому особую значимость приобретает изучение сортов в экологическом сортоиспытании, внедрение в производство сортов с наибольшей степенью адаптации к почвенно-климатическим условиям региона.

Цель исследования – выделение сортов по результатам сравнительной оценки показателей адаптивности пленчатых и голозерных сортов ярового овса по урожайности в контрастных погодных условиях Юго – Востока Орловской области.

Условия, материалы и методы

Эксперименты выполняли в 2020-2023 гг. на Шатиловской СХОС, расположенной в Новодеревеньковском районе Орловской области. Объектами исследований являлись 4 сорта ярового пленчатого овса – Буланный, Яков, Лев селекции ФИЦ «Немчиновка» и Львовский 82 – ФГБНУ ВНИИ сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова, 2 сорта голозерного овса Самсон 57 селекции ФНЦ ЗБК и Немчиновский 61 селекции ФИЦ «Немчиновка». Почва – выщелоченный тяжелосуглинистый, среднемошный чернозем; pH – 5,0; содержание гумуса – 6,6-6,9% (по Тюрину); подвижного фосфора – 85-93 мг/кг и обменного калия 120-131 мг/кг почвы (по Чирикову). Предшественник – чистый пар, повторность 3-х-кратная, учетная площадь делянки 9 м². Удобрения внесены под предпосевную культивацию в дозе N45P45K45 кг/га д.в. Данные учета урожаев статистически обработаны методом дисперсионного анализа по Доспехову (1985), показатели адаптивности – коэффициент регрессии (bi) и стабильность (Si2) урожайности сортов рассчитывали по Эберхарту и Раселлу в редакции Пакудина с соавторами (1984), гомеостатичность (Hom) по Хангильдину (1984), компенсаторную способность (Ymin + Ymax)/2 по А.А. Rossielle и S. Hemblin (1981) в изложении А.А. Гончаренко (2005).

Результаты и их обсуждение

Погодные условия в период вегетации овса в 2020-2023 гг. существенно различались. В июне высокие среднесуточные температуры воздуха в 2020, 2021, 2022 гг. выше на 3,2°C, 3,0°C и 2,3°C, а в 2023 г. ниже на 0,9°C среднемноголетних значений, при количестве осадков в августе в 2020 году – 33%, 2021 – 56%, 2022 – 71%, в 2023 – 63% от нормы, существенно повлияли на рост и развитие растений овса. Индексы условий среды (Ij), отражающие влияние года на формирование урожайности, составили: в 2020 г. -0,94; в 2021 г. -0,25, в 2022 г. +0,01; 2023 г. +1,18. Самые благоприятные условия для формирований высокой урожайности овса сформировались в 2023 году (Ij = 1,18), неблагоприятные – в 2020

г. ($r_j = -0,94$). Определена существенная зависимость урожайности зерна сортов овса от индексов среды. У пленчатых сортов корреляционная положительная связь выражалась высокими значениями коэффициентов корреляции варьирующими от $r=0,93$ (Лев) до $r=0,98$ (Яков), у голозерных $r= 0,94$ (Самсон 57) и $r= 0,98$ (Немчиновский 61). По результатам дисперсионного анализа выявлена большая значимость влияния эффектов среды на величину вариабельности урожайности зерна овса, доля влияния факторов «годы исследования» составляла – 79,6%, «сорта» –10,0%.

Вследствие влияния контрастных погодных условий, урожайность зерна испытываемых сортов овса по годам была подвержена существенным колебаниям, в пределах 2,0-5,1 т/га (табл. 1.).

Таблица 1

Урожайность пленчатых и голозерных сортов овса ярового, т/га

Сорта	2020	2021	2022	2023	Среднее
Буланный	3,1	3,1	3,8	4,7	3,7
Яков	2,8	3,8	3,9	4,8	3,8
Льговский 82	2,5	3,1	3,4	4,9	3,5
Лев	2,8	3,3	3,0	5,1	3,6
Самсон 57	2,0	3,3	4,1	4,8	3,6
Немчиновский 61	2,2	2,9	2,9	3,8	3,0
НСР ₀₅	0,8	0,6	1,1	0,9	-

По результатам четырехлетних исследований размах варьирования урожая между наиболее и наименее урожайными 2023 и 2020 гг. составил у пленчатых сортов – Буланный – 1,6 т/га, Яков -2,0 т/га, Льговский 82 – 2,4 т/га, Лев – 2,3 т/га, у голозерных – Самсон 57 – 2,8 т/га и Немчиновский 61 – 1,6 т/га. Из сравниваемых пленчатых сортов овса за 2020-2023 гг. можно отметить достоверные сортовые различия по урожайности в 2021 году между сортами Яков, Буланный, Льговский 82. Наибольший урожайностью выделился сорт Яков, существенно превысивший на 0,7 т/га по урожайности зерна сорта Буланный и Льговский 82. Среди сравниваемых голозерных сортов овса, сорт Самсон 57 в 2022 и 2023 гг. существенно превышал на 1,2 и 1,0 т/га прибавкой урожая зерна сорт Немчиновский 61. Известно, что пленчатые сорта овса отличаются более высокой, по сравнению с голозерными, урожайностью ввиду наличия зерновой пленки, составляющей 22-27% [3]. Среди испытываемых сортов, сорт пленчатого овса Буланный в 2020 году выделился существенной прибавкой урожая – 1,1-0,9 т/га, в сравнении с сортами голозерного овса Немчиновский 61 и Самсон 57. Сорт пленчатого овса Яков в 2021 году и сорта Яков, Льговский 82 и Лев в 2023 году формировали существенно более высокую урожайность зерна – 0,9 т/га и 1,0-1,3 т/га в сравнении с сортом голозерного овса Немчиновский 61.

Чтобы определить, насколько сопоставимы по средним величинам урожая сорта в динамике за 3-х и 4-х летний периоды исследований были найдены коэффициенты парных корреляций между ними. Коэффициенты корреляции между средними урожаями по сортам за 2020-2022 и 2020-2023 гг. были значимы на высоком уровне, $r=0,95$, что указывает на тесную связь по годам между ними. Наибольший средний урожай зерна -3,50 т/га за 2020-2022 гг., и 3,83 т/га за 2020-2023 гг. сформировал сорт пленчатого овса Яков, несколько ниже – 3,33 и 3,68 т/га сорт Буланный (табл. 2).

Самые большие сортовые различия при сопоставлении средних урожаев зерна за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. – 0,48 т/га и 0,52 т/га отмечены у пленчатых сортов овса Льговский 82 и Лев. Меньшей урожайностью в сравнении с пленчатыми сортами Яков и Буланный за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. отличались голозерные сорта овса Самсон 57 – 3,13 и 3,55 т/га и Немчиновский 61 – 2,67 и 2,95 т/га.

Для оценки адаптивности сортов овса были использованы данные за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. по показателям, характеризующих стрессоустойчивость, пластичность, стабильность и гомеостатичность. Необходимым условием объективного применения оценок показателей стрессоустойчивости, пластичности, стабильности и гомеостатичности с целью

характеристики сортов является рассмотрение величин данных показателей с учетом средних урожаев. По данным А.А. Rosielle, J. Hamblin (1981), показатель степени устойчивости сортов к нестабильным погодным условиям определяется различием между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_{min}-Y_{max}$) характеризующим стрессоустойчивость сорта. Наиболее стрессоустойчивы за 2020-2022 гг. были пленчатые сорта Лев (-0,5), Буланный (-0,7) и голозерный Немчиновский 61 (-0,7). В 2020-2023 гг. высокую стрессоустойчивость проявили сорт пленчатого овса Буланный (-1,6) и голозерный Немчиновский 61 (-1,6). Низкая стрессоустойчивость свойственна за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. пленчатым сортам овса Яков (-1,1), Льговский 82 (-2,4), Лев (-2,4 и -2,3) и голозерному сорту Самсон 57 (-2,1 и -2,0). Проведенный корреляционный анализ показал слабую отрицательную связь ($r=-0,21$ и $r=-0,30$) между средними урожаями и ($Y_{min}-Y_{max}$) за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг.

Таблица 2

Урожайность, показатели стрессоустойчивости, пластичности и адаптивности сортов овса

Сорта	Средний урожай, т/га	$Y_{min}-Y_{max}$	$Y_{min} + Y_{max}/2$	КА	V,%	Ном	b_i	S_i^2	Σ рангов
2020-2022 гг.									
Буланный	3,33	-0,7	3,45	1,08	12	8,0	0,59	0,16	21
Яков	3,50	-1,1	3,35	1,12	17	6,0	1,22	0,03	20
Льговский 82	3,00	-0,9	2,95	0,96	15	6,7	0,94	0,01	29
Лев	3,03	-0,5	3,05	0,99	8	12,0	0,31	0,08	27
Самсон 57	3,13	-2,1	3,05	0,99	33	3,0	2,15	0,03	16
Немчиновский 61	2,67	-0,7	2,55	0,86	15	6,9	0,79	0,02	32
r	-	-0,21	0,95	0,99	0,08	-0,14	0,19	0,38	-
2020-2023 гг.									
Буланный	3,68	-1,6	5,45	1,58	18	11,1	0,81	5,37	24
Яков	3,83	-2,0	5,20	1,64	19	8,94	0,90	4,59	23
Льговский 82	3,48	-2,4	4,95	1,49	25	4,93	1,16	7,00	22
Лев	3,55	-2,3	5,35	1,52	26	5,20	1,11	4,99	20
Самсон 57	3,55	-2,0	4,40	1,52	29	3,75	1,28	11,5	21
Немчиновский 61	2,95	-1,6	3,00	1,26	19	8,29	0,74	1,72	37
r	-	-0,30	0,90	0,99	0,06	0,11	0,29	0,41	-

($Y_{min}+Y_{max}$) – устойчивость к стрессу; ($Y_{min}+Y_{max}$) /2 – компенсаторная способность; КА – коэффициент адаптивности; V – коэффициент вариации; Ном – гомеостатичность; b_i коэффициент регрессии); S_i^2 – среднеквадратическое отклонение; r – коэффициенты корреляции между показателями адаптивности и средними урожаями.

Показатель компенсаторной способности ($Y_{min} + Y_{max}$) /2) дополняет оценку стрессоустойчивости сорта и определяет реакцию сорта на условия выращивания (Пакудин В.З, Лопатина Л.М., 1984). Наиболее высокие показатели соответствия между урожайностью и факторами среды отмечены в опытах 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. у сортов пленчатого овса Буланный (3,45 и 5,45) и голозерного сорта Самсон 57 (3,05 и 4,40), наименьшие - у сортов Льговский 82 (2,95 и 4,95) и Немчиновский 61 (2,55 и 3,00). Корреляционная связь между средними урожаями и ($Y_{min}-Y_{max}/2$) оказалась положительно высокой: $r=0,95$ для испытаний – 2020-2022 гг. и $r=0,90$ для опытов – 2020-2023 гг. Коэффициент адаптивности (КА) был определен по отношению данных урожайности каждого из испытываемых сортов к среднесортовой урожайности. Наиболее высокое значение КА за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. определено у пленчатых сортов Буланный (1,08 и 1,58), Яков (1,12 и 1,54), наименьшее у голозерного сорта Немчиновский 61- (0,86 и 1,26). Реакция сортов Льговский 82 и Лев на условия среды была практически одинакова, (КА) по изучаемым сортам был равен -0,96 и 0,99, 1,49 и 1,52. Между средними урожаями и КА выявлена высокая по периодам исследования сходимость парных корреляций, получена одинаковая положительная

корреляция: $r=0,99$ для испытаний за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. Относительный показатель варьирования урожая - коэффициент вариации ($V\%$) по сортам за 2020-2022 гг. варьировал в пределах 8–33% и за 2020-2023 гг. – 18-29%. Низкой вариабельности урожая ($V=12\%$ и $V=18\%$) соответствовали: сорт пленчатого овса Буланный и голозерный сорт Немчиновский 61 ($V=15\%$ и $V=19\%$). Сорт голозерного овса Самсон 57 выделялся за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. наибольшей вариабельностью урожаев ($V=33\%$ и $V=29\%$). Корреляционная связь между средними урожаями и ($V\%$) оказалась незначительной, $r=0,08$ и $r=0,06$. При оценке адаптивности сортов важно учитывать их способность к сохранению высокого значения гомеостаза - сочетать высокую урожайность в благоприятных условиях выращивания с минимальным ее снижением в неблагоприятных. По В.В. Хангильдину (1978) показатель гомеостатичности (Ном) учитывает средний урожай по сорту и его варьирование, вызванное условиями выращивания. Наиболее высокая гомеостатичность за 2020-2022 гг. отмечалась у пленчатого сорта Лев (12,0) и за 2020-2023 гг. у сорта Яков – (11,1). По самой низкой величине Ном среди испытываемых сортов за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. выделился сорт голозерного овса Самсон 57 (3,0 и 3,75). Неоднозначность трактовки параметра b_i – коэффициента регрессии оценок урожайности x_{ij} i -го генотипа на индексы среды x_j , как показателя адаптивности, пластичности урожаев генотипа, также неоднозначно в использовании его величин в оценке отзывчивости сортов на условия среды (Пакудин В.З, Лопатина Л.М., 1984). По данным В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной (1984) показателем высокой экологической пластичности генотипа соответствует величина $b_i=1,0$, по другим данным большей отзывчивостью обладает сорт, с более высоким значением коэффициента $b_i>1,0$ [6, 12-14]. Пластичность сортов овса, определенная по коэффициенту линейной регрессии (b_i) варьировала от $b_i=0,31$ - пленчатый сорт Лев до 2,15 - голозерный сорт Самсон 57. По результатам проведенного анализа за 2020-2022 гг. наибольшей реакцией на условия года с коэффициентом ($b_i >1$) выделился сорт овса Яков ($b_i=1,22$) и за 2020-2023 гг. сорта овса Львовский 82 и Лев $b_i=1,16$ и $b_i=1,11$). Сорт пленчатого овса Буланный по периодам исследований был менее отзывчив на условия среды, коэффициенты линейной регрессии были равны ($b_i=0,59$ и $b_i=0,81$). При условии, если значение коэффициента b_i близко к 1, отмечается соответствие изменения урожайности сорта изменению условий среды. Данному условию соответствовали за 2020-2022 гг. сорт овса Львовский 82 ($b_i=0,94$) и за 2020-2023 гг. сорт овса Яков ($b_i=0,90$). Сорт пленчатого овса Лев по показателю экологической пластичности оказался наиболее нестабильным по результатам 3х и 4х летних периодов исследований, коэффициенты линейной регрессии у сорта изменялись в 3,6 раза с ($b_i=0,31$) до ($b_i=1,11$). Отмечалась тенденция увеличения коэффициентов линейной регрессии у сортов пленчатого овса с 3х до 4х летнего периодов с 0,31-1,22 до 0,81-1,16. Из голозерных сортов наиболее отзывчив за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. на условия среды был сорт Самсон 57 ($b_i=2,15$ и $b_i=1,78$). Сорт Немчиновский 61 отличался, меньшей экологической пластичностью по урожайности ($b_i=0,79$ и $b_i=0,74$). С невысокими показателями значимости, $r=0,19$ и $r=0,29$ выявилась слабая положительная корреляционная зависимость между средними урожаями и коэффициентами линейной регрессии за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. Дисперсия (S_i^2) характеризует стабильность сорта в различных условиях выращивания. Пленчатые и голозерные сорта овса отличались изменчивостью стабильности в зависимости от условий и по периодам исследования. Наибольшая стабильность урожайности зерна при изменении погодных условий с наименьшими значениями отмечена у сортов Львовский 82 ($S_i^2=0,01$), Немчиновский 61 ($S_i^2=0,02$), Яков ($S_i^2=0,03$), Самсон 57 ($S_i^2=0,03$) и Лев ($S_i^2=0,08$). Наименьшей стабильностью (наибольшим значением S_i^2) урожая зерна за 2020-2022 гг. характеризовался пленчатые сорта Буланный ($S_i^2=0,16$) за 2020-2022 гг. и за 2020-2023 гг. – Львовский 82 ($S_i^2=7,00$). Корреляционный анализ свидетельствовал о сопоставимости парных корреляций (r) между S_i^2 за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. Определена средняя положительная связь между средними урожаями и S_i^2 , коэффициенту корреляции $r=0,38$ за 2020-2022 гг. соответствовал коэффициент корреляции $r=0,41$ за 2020-2023 гг.

Наиболее полную информацию об особенностях взаимоотношений факторов внешней среды с урожаем испытываемых сортов в экологическом сортоиспытании дает использование различных методов оценки показателей адаптивности с последующей оценкой по сумме рангов каждого сорта [3, 6]. По результатам сортоиспытания за 2020-2022 гг. повышенной устойчивостью к изменяющимся условиям возделывания обладали пленчатые сорта Яков и Буланный (сумма рангов 20 и 21) и за 2020-2023 гг. сорта Лев и Львовский 82 (сумма рангов 20 и 22) (рис.).

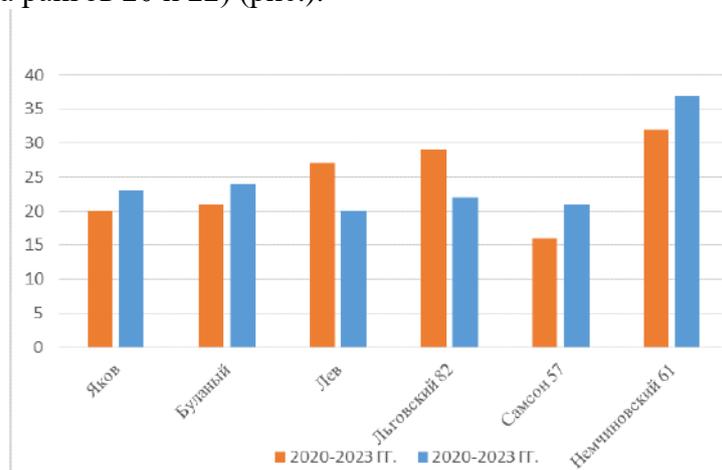


Рис. Сорта овса по сумме рангов показателей адаптивности

Средней адаптацией к условиям региона по сумме рангов – (27 и 29) соответствовали сорта пленчатого овса Лев (сумма рангов 27) и за 2020-2023 гг. сорта Яков и Буланный (сумма рангов 23 и 24). Из наименее адаптивных к условиям региона с наибольшей суммой рангов – (29) за 2020-2023 гг. выделился пленчатый сорт Львовский 82. В голозерной группе сортов минимальной суммой рангов характеризовался сорт Самсон 57 (16 и 21). Из наименее адаптивных к условиям региона с наибольшей суммой рангов (32 и 37) выделился голозерный овёс Немчиновский 61.

По результатам исследований установлено, что показатели гомеостатичности (Ном), коэффициент регрессии (bi), коэффициент вариации V% и дисперсии (S_i^2) варьируют при испытании одних и тех же сортов за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. Так, показатель гомеостатичности (Ном) у сорта Лев изменялся за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. на 43% с 12,0 до 5,20, коэффициент вариации V% на 31% с 8% до 26%, коэффициент регрессии bi - на 28% с 0,31 до 1,11, дисперсия S_i^2 в 62 раза с 0,08 до 4,99. Из этого следует, насколько при таком размахе колеблемости данных показателей достаточно надежна оценка результатов испытаний сортов овса на основании 3х-летнего его изучения (2020-2022 гг.). Из сравниваемых показателей адаптивности корреляционные зависимости между средними урожаями и компенсаторной способностью $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$, коэффициентом адаптивности КА были значимы на высоком уровне. Установлена высокая по периодам исследования сходность парных корреляций, положительные высокие корреляции были равны за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. – $r = 0,95$ и $r = 0,90$ и – $r = 0,99$. За 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. определена положительная связь между средними урожаями и S_i^2 , коэффициенты корреляции составили соответственно $r = 0,38$ и $r = 0,41$. **Данные показатели $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$, КА и S_i^2 могут служить основанием надежности оценки сортов по результатам 3х летних испытаний.** Более надежные результаты оценки сортов могут быть получены, если сорта испытывали в течение четырех лет (2020-2023 гг.). За 4х летний период в оценке адаптивности сортов дополнительно могут быть учтены показатели $(Y_{min} + Y_{max})$ – устойчивости к стрессу, (Ном) – гомеостатичности и коэффициент регрессии (bi). По результатам 4х летних исследований, выявилась более высокая $r = - 0,30$ отрицательная корреляционная зависимость между средним урожаем и $(Y_{min} + Y_{max})$, в сравнении с 3х летними ($r = - 0,21$). Корреляционный анализ подтвердил, тенденцию увеличения

корреляционной связи между средним урожаем и (Ном) с ($r = -0,14$ до ($r = 0,11$) и коэффициентом регрессии (b_i) с $0,19$ до $0,29$.

Заключение

Нестабильные погодные условия в период вегетации существенно влияли на изменчивость урожая зерна испытываемых сортов овса ярового, коэффициент вариации ($V\%$) по сортам за 2020-2022 гг. варьировал в пределах 8-33% и за 2020-2023 гг. – 18-29%. Размах различия урожая между наиболее и наименее урожайными 2023 и 2020 гг. составил у пленчатых сортов Буланный – 1,6 т/га, Яков – 2,0 т/га, Льговский 82 – 2,4 т/га, Лев – 2,3 т/га, голозерных – Самсон 57-2,8 т/га и Немчиновский 61 – 1,6 т/га. Определена положительная корреляционная связь между средними урожаями сортов овса за 2020-2022 гг. и 2020-2023 гг. и компенсаторной способностью $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$ – $r = 0,95$ и $r = 0,90$, коэффициентом адаптивности КА – $r = 0,99$ и $r = 0,99$ и дисперсией S_i^2 – $r = 0,38$ и $r = 0,41$. Из сравниваемых пленчатых сортов овса в 2020-2023 гг. оптимальному сочетанию средней урожайности – 3,83 т/га и 3,68 т/га с показателями $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$ 5,45 и 5,20, КА 1,58 и 1,54, S_i^2 5,37 и 4,59 и суммой рангов 24 и 23 соответствовали сорта пленчатого овса Буланный и Яков. Сорт голозерного овса Самсон 57 в сравнении с сортом Немчиновский 61 выделился большей урожайностью – 3,55 т/га, высокими значениями $(Y_{min} + Y_{max}) / 2$ – 4,40, КА – 1,52 и низкой величиной S_i^2 1,72, суммой рангов – 21.

Литература

1. Елисеев С.Л., Сатаев Э.Ф. Адаптивная реакция сортов овса на изменение временных и пространственных экологических условий // Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 2. – С. 44-49.
2. Козыренко М.А., Пакуль В.Н., Андросов Д. Е. Экологическая пластичность ярового овса в условиях Западной Сибири // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2018. – № 3. – С. 21-27. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-3-3.
3. Тулякова М.В., Баталова Г.А., Пермякова С.В., Лисицын Е.М. Пластичность и стабильность сортов и линий овса в условиях Кировской области // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 8. – С. 54-56.
4. Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И. Пластичность и стабильность ярового овса по урожайности и массе 1000 зерен // Вестник Красноярского ГАУ. – 2020. – № 4. – С. 37 - 44. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-37-44.
5. Захаров В.Г. Мишенькина О.Г. Адаптивные свойства новых сортов овса в условиях Средневолжского региона // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 100-107. DOI 10.18286/1816-4501-2020-4-100-107.
6. Юсова О.А., Николаев П.Н., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181. №2. – С.42-49. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49.
7. Сапега В.А. Потенциал продуктивности и экологическая пластичность сортов овса на корм // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 34-39.
8. Полонский В.И., Сурин Н.А., Герасимов С.А., Липшин А.Г., Сумина А.В., Зюте С. Изучение сортов овса (*Avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – № 23(6). – С.683-690. DOI 10.18699/VJ19.541.
9. Баталова Г.А. Мировое разнообразие как основа адаптивной селекции овса // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2015. – № 1. – С. 37-46. DOI:10.30901/2227-8834-2015-1-37-46.
10. Сидоренко В.С., Зотиков В.И., Старикова Ж.В., Костромичева В.А., Наумкин Д.В., Горьков А.А., Тугарева Ф.В., Вилюнов С.Д. Селекция голозерного овса в условиях Центральной России // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 (28). – С. 82-89. DOI:10. 24411/2309-348X-2018-11054.
11. Кабашов А.Д., Лоскутов И.Г., Власенко Н.М., Лейбович Я.Г., Маркова А.С., Филоненко З.В., Разумовская Л.Г. Сорта овса немчиновской селекции, включенные в Госреестр в

последние годы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181. №.1. – С. 110-118. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-1-110-118.

12. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49-53.

13. Власов А.Г., Халецкий С.П., Булавина Т.М. Адаптивные свойства и особенности формирования урожайности сортов овса белорусской селекции // Вестник Марийского государственного университета. – 2020. – Т.6. – № 4. – С. 397-404. DOI:10.30914/2411-9687-2020-6-4-397-404.

14. Кардашина В.Е. Сравнительная оценка сортов овса уральской селекции и их единых родительских форм // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – № 6. – С. 11-14. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10602.

References

1. Eliseev S. L., Sataev E. F. Adaptive response of oat varieties to changes in temporal and spatial environmental conditions // *Permskii agrarnyi vestnik*. 2018. - no.2. - Pp. 44-49.

2. Kozyrenko M. A., Pakul' V. N., Androsov D. E. Ecological plasticity of spring oats in Western Siberia // *Sibirskii vestnik s.-kh. nauki*. 2018. - no. 3. - Pp. 21-27. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-3-3).

3. Tulyakova M. V., Batalova G. A., Permyakova S. V., Lisitsyn E. M. Plasticity and stability of oat varieties and lines in the conditions of the Kirov region // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. - 2018. - no. 8. - Pp. 54-56.

4. Baikalova L. P., Serebrennikov Yu. I. Plasticity and stability of spring oats in terms of yield and weight of 1000 grains // *Vestnik Krasnoyarskogo GAU*. - 2020. - no. 4. - Pp. 37 - 44. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-37-44.

5. Zakharov V. G. Mishen'kina O. G. Adaptive properties of new oat varieties in the conditions of the Middle Volga region // *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. - 2020. - no.4. - Pp. 100-107. DOI 10.18286/1816-4501-2020-4-100-107.

6. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Safonova I. V., Anis'kov N. I. Changes in the yield and quality of oat grain with increased adaptability of varieties // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. - 2020. V. 181. no.2. - Pp. 42-49. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49.

7. Sapega V. A. Productivity potential and ecological plasticity of oat varieties for feed // *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. - 2016. - no. 4. - Pp. 34-39.

8. Polonskii V. I., Surin N. A., Gerasimov S. A., Lipshin A. G., Sumina A. V., Zyute S. Study of oat varieties (*Avena sativa* L.) of different geographical origins for grain quality and productivity // *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*. - 2019. - no. 23(6). - Pp. 683-690. DOI 10.18699/VJ19.541.

9. Batalova G. A. World diversity as the basis for adaptive breeding of oats // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 2015. - no.1. - Pp. 37- 46. DOI:10.30901/2227-8834-2015-1-37-46.

10. Sidorenko V. S., Zotikov V. I., Starikova Zh. V., Kostromicheva V. A., Naumkin D. V., Gor'kov A. A., Tugareva F. V., Vilyunov S. D. Breeding naked oats in Central Russia // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. - 2018. - no.4 (28). - Pp. 82-89. DOI:10.24411/2309-348X-2018-11054.

11. Kabashov A. D., Loskutov I. G., Vlasenko N. M., Leibovich Ya. G., Markova A. S., Filonenko Z. V., Razumovskaya L. G. Oat varieties of Nemchinovka breeding, included in the State Register in recent years // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 2020. V. 181. no.1. - Pp. 110-118. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-1-110-118.

12. Goncharenko A. A. On adaptability and ecological stability of cereal varieties // *Vestnik RASKhN*. - 2005. - no. 6. - Pp. 49-53.

13. Vlasov A. G., Khaletskii S. P., Bulavina T. M. Adaptivnye svoistva i osobennosti formirovaniya urozhainosti sortov ovsa belorusskoi seleksii // *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta*. - 2020. - V.6. - no.4.- Pp. 397-404. DOI:10.30914/2411-9687-2020-6-4-397-404.

14. Kardashina V. E. Comparative evaluation of oat varieties of Ural breeding and their single parental forms // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. - 2021.- no. 6.- Pp. 11-14. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10602.