

ховых. – Текст: непосредственный // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4-2. – С. 107-110.

9. Трофимов, И. Т. Использование дефеката для известкования почв Западной Сибири / И. Т. Трофимов, С. В. Макарычев, А. Н. Иванов. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2006. – № 4 (31). – С. 15-16.

10. Атлас Алтайского края. – Москва: Главное управление геодезии и картографии, 1978. – Т. 1. – 222 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Furyaev V.V. Lesnoy pozhar kak ekologicheskiy faktor formirovaniya taygi // Problemy lesovedeniya Sibiri: sb. st. – Moskva: Nauka, 1977. – S. 136-147.

2. Furyaev V.V., Kireev D.M. Izuchenie posledozharnoy dinamiki lesov na landshaftnoy osnove. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otdelenie, 1979. – 160 s.

3. Shennikov A.P. Vvedenie v geobotaniku. – Leningrad: Izd-vo LGU, 1964. – 447 s.

4. Sannikov S.N. Tsiklicheski-eroziyno pirogenaya teoriya estestvennogo vozobnovleniya sosny obyknovlennoy // Ekologiya. – 1983. – No. 1. – S. 3-9.

5. Sapozhnikov A.P. Rol ognya v formirovani lesnykh pochv // Ekologiya. – 1976. – No. 1. – S. 43-46.

6. Komarova T.A. O nekotorykh zakonomernostyakh vtorichnykh suksessiy (na primere posledozharnogo lesovosstanovitel'nogo protsessa) // Zhurnal obshchey biologii. – 1980. – No. 3. – S. 397-405.

7. Clements, F.E. (1916). Plant Succession: Analysis of the Development of Vegetation. Carnegie Institution of Washington Publication Sciences, 242, 1-512. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.56234>.

8. Makarychev S.V. Poslepozharnye izmeneniya pochv i osobennosti flory garey ravninnykh osnovnykh lesov Altayskogo kraya / S.V. Makarychev, A.A. Malinovskikh, A.G. Bolotov, Yu.V. Bekhovyykh // Polzunovskiy vestnik. – 2011. – No. 4-2. – S. 107-110.

9. Trofimov I.T. Ispolzovanie defekata dlya izvestkovaniya pochv Zapadnoy Sibiri / I.T. Trofimov, S.V. Makarychev, A.N. Ivanov // Plodorodie. – 2006. – No. 4 (31). – S. 15-16.

10. Атлас Алтайского края. – Москва: Главное управление геодезии и картографии, 1978. – Т. 1. – 222 с.



УДК 633.16.321.631.526.32:631.529

П.Н. Николаев, О. А. Юсова, Я.В. Ряполова
Н.И. Аниськов, И.В. Сафонова
P.N. Nikolayev, O.A. Yusova, Ya.V. Ryapolova,
N.I. Aniskov, I.V. Safonova

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

THE FEATURES OF YIELD FORMATION OF SPRING BARLEY UNDER THE STEPPE CONDITIONS OF THE OMSK REGION

Ключевые слова: ячмень, урожайность, стабильность, интенсивность, гомеостатичность, коэффициент вариации, ранг.

Исследования проводились на селекционных полях опорного пункта «Степной» Омского АНЦ в 2011-2018 гг. с целью экологического испытания девяти сортов Омской селекции, созданных с участием коллекции

генетических ресурсов растений Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР). Предметом исследований являлись сорта ячменя селекции Омского АНЦ: пленчатая группа – Омский 95, Омский 90, Сибирский Авангард, Саша, Омский 99, Подарок Сибири, Омский 100; голозерная группа – Омский голозерный 1 и Омский голозерный 2. Цель ис-

следований – определение адаптивных свойств сортов ярового ячменя, селекции Омского АНЦ в степных условиях Омского региона. Результаты исследований показали, что в среднем за период исследований наблюдалась значительная изменчивость урожайности от 1,2 до 5,0 т/га ($CV > 20\%$), при основном влиянии условий выращивания (62,5%). Рассчитаны следующие параметры адаптивности: размах урожайности (d), реализация потенциала продуктивности, индекс экологической пластичности (Jps), фактор стабильности ($S.F.$), селекционная ценность сорта (Sc), показатель относительной стабильности сорта (St^2), критерий стабильности (A), показатель интенсивности (I), коэффициент вариации (CV). Согласно ранговой оценке выделены сорта ячменя, которые обладают наибольшей степенью адаптивности в условиях степной зоны Омского региона: плечатый многорядный стандартный сорт Омский 99 (сумма рангов = 38); плечатые двурядные сорта Омский 95(st.), Саша, Омский 100 и Подарок Сибири ($+0,3 \div 0,5$ т/га к st.), при сумме рангов данных сортов от 24 до 33; двурядный голозерный сорт Омский голозерный 1 (сумма рангов = 52).

Keywords: barley, yielding capacity, stability, intensity, ultrastability, coefficient of variation, rank.

The studies were conducted on the selective breeding fields of the "Stepnoy" substation of the Omsk Agricultural Scientific Center from 2011 through 2018 with the purpose of environmental testing of nine varieties developed by the

Omsk plant breeders with the involvement of the VIR Plant Genetic Resources Gene Bank of the Federal Research Center N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Genetic Resources (VIR). The research targets were the following barley varieties developed in the Omsk Agricultural Scientific Center (Omsk ASC): the group of chaffy barley varieties - Omskiy 95, Omskiy 90, Sibirskiy Avangard, Sasha, Omskiy 99, Podarok Sibiri, Omskiy 100; the group of hulless barley varieties - Omskiy golozernyy 1 and Omskiy golozernyy 2. The research goal was to determine the adaptive properties of spring barley varieties developed in the Omsk ASC under the steppe conditions of the Omsk Region. The research findings showed that on average over the research period there was significant crop yield variability from 1.2 to 5.0 t ha ($CV > 20\%$); the growing conditions had the main influence (62.5%). The following adaptability indices were calculated: yield range (d), realization of productivity potential, ecological plasticity index (Jps), stability factor (SF), breeding value of the variety (Sc), variety relative stability index (St^2), stability criterion (A), intensity index (I), and coefficient of variation (CV). In terms of ranking, the following barley varieties that had the greatest degree of adaptability in the steppe zone of the Omsk Region were identified: chaffy common standard variety Omskiy 99 (rank sum = 38); chaffy two-row varieties Omskiy 95 (standard), Sasha, Omskiy 100 and Podarok Sibiri ($+0.3 \div 0.5$ t ha to the standard); the rank sums of these varieties ranged from 24 to 33; two-row hulless variety Omskiy golozernyy 1 (rank sum = 52).

Николаев Петр Николаевич, к.с.-х.н., зав. лаб. селекции зернофуражных культур, Омский аграрный научный центр. E-mail: 55asc@bk.ru.

Юсова Оксана Александровна, к.с.-х.н., зав. лаб. генетики, биохимии и физиологии растений, Омский аграрный научный центр. E-mail: 55asc@bk.ru.

Ряполова Яна Владимировна, лаборант, лаб. селекции зернофуражных культур, Омский аграрный научный центр. E-mail: 55asc@bk.ru.

Анисков Николай Иванович, д.с.-х.н., с.н.с., Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), г. Санкт-Петербург. E-mail: i.safonova@vir.nw.ru.

Сафонова Ирина Владимировна, к.с.-х.н., с.н.с., Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), г. Санкт-Петербург. E-mail: i.safonova@vir.nw.ru.

Nikolayev Petr Nikolayevich, Cand. Agr. Sci., Head, Fodder-Grain Crop Breeding Lab., Omsk Agricultural Scientific Center. E-mail: 55asc@bk.ru.

Yusova Oksana Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Head, Plant Genetics, Biochemistry and Physiology Lab., Omsk Agricultural Scientific Center. E-mail: 55asc@bk.ru

Ryapolova Yana Vladimirovna, Lab. Asst., Fodder-Grain Crop Breeding Lab., Omsk Agricultural Scientific Center. E-mail: 55asc@bk.ru.

Aniskov Nikolay Ivanovich, Dr. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Federal Research Center N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg. E-mail: i.safonova@vir.nw.ru.

Safonova Irina Vladimirovna, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Federal Research Center N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg. E-mail: i.safonova@vir.nw.ru.

Введение

Ячмень является важнейшей кормовой продовольственной сельскохозяйственной культурой, которая достаточно широко распространена в Западной Сибири. Значительная доля ячменного зерна в зернофуражном балансе Сибири

обусловлена высокими и урожайными кормовыми достоинствами данной культуры, коротким периодом вегетации, большой устойчивостью к неблагоприятным природным факторам, сравнительно небольшими затратами по возделыванию и невысокой себестоимостью [1, 2].

На протяжении последних десятилетий в степных регионах Западной Сибири происходят существенные изменения биотических и абиотических факторов окружающей среды. Для региона характерно частое чередование острозасушливых лет с годами среднего увлажнения, также усилилась частота проявления засух и высоких температур воздуха в критические периоды роста и развития ячменя. Перечисленные климатические особенности региона требуют от селекционеров постоянного внимания по вопросам адаптивности количественных признаков, и, в частности, по урожайности. Установление степени реакции сортов на неустойчивые факторы окружающей среды с целью отбора наиболее перспективного селекционного материала со стабильным проявлением признака – основная задача селекционера [3].

По мнению большинства селекционеров, создаваемые сорта обычно соответствуют климатическим и почвенно-экологическим условиям региона возделывания, так как биологические свойства всегда сопряжены с условиями отбора. В то же время сорта могут успешно проходить Государственное сортоиспытание и в иных регионах РФ [4, 5]. Стабильность и пластичность сортов обуславливаются способностью противостоять неблагоприятным влияниям среды [6, 7]. В этой связи все большее значение и приоритет для аграрного сектора, а также для селекционера, приобретает не только и не столько высокая потенциал продуктивности нового сорта, сколько его стабильность как в разные по метеоусловиям годы, так и в различных зонах выращивания [8].

В этой связи целью исследований являлось определение адаптивных свойств сортов ярового ячменя, селекции Омского АНЦ в степных условиях Омского региона.

Методы исследований

Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2011-2018 гг. на опытных полях Омского АНЦ (степь, г. Омск). Агротехника проведения опытов общепринятая для Западно-

Сибирского региона, все наблюдения, оценки и учеты в питомнике проводились согласно методике ВИР по изучению коллекции ячменя и овса [9]. Площадь делянки – 10 м², повторность – 4-кратная. Норма высева – 4 млн всхожих зерен на 1 га. Математическую обработку с целью выявления существенных различий проводили методом дисперсионного анализа [10].

В.А. Зыкин для определения реакции сорта предлагает использовать показатель степени размаха урожайности (d):

$$d = Y_{\max} - Y_{\min}, \quad (1)$$

где Y_{\max} – максимальная урожайность;

Y_{\min} – минимальная урожайность [11].

Широту ареала оценивали по индексу экологической пластичности:

$$J_{sp} = \frac{S_s}{S_k}, \quad (2)$$

где J_{sp} – индекс экологической пластичности образца;

S_s – урожайность образца;

S_k – средняя урожайность всех образцов выборки [12].

Фактор стабильности (stability factor) (S.F.) определялся по методике, предложенной D. Lewis:

$$S.F. = \frac{\bar{x}_{H.E.}}{\bar{x}_{L.E.}}, \quad (3)$$

где $\bar{x}_{H.E.}$ – значение признака в высокопродуктивной среде (high-expression environment);

$\bar{x}_{L.E.}$ – значение признака в низкопродуктивной среде (low-expression environment) [13].

Гомеостатичность (Hom) и селекционную ценность сортов (Sc) вычисляли по методике В.В. Хангильдина по формулам:

$$Hom = \frac{\bar{x}^2}{\delta \times (x_{opt} - x_{lim})}; \quad (4)$$

$$Sc = \bar{x}^2 \times \frac{x_{lim}}{x_{opt}} \quad (5)$$

где \bar{x}^2 – среднее арифметическое урожайности за ряд лет;

x лим и x опт – урожайность на оптимальном и лимитированном фоне соответственно [14].

Показатель относительной стабильности (St^2) и критерий стабильности (A) рассчитывали по методике Н.А. Соболева:

$$St^2 = \frac{\bar{x}^2 - S^2}{\bar{x}^2}; \quad (6)$$

$$A = \sqrt{\bar{x}^2 - S^2}, \quad (7)$$

где \bar{x} – средняя урожайность сорта; S^2 – общая

дисперсия урожаев [15].

По методике Р.А. Удачина, реакция сортов оценивается через показатель интенсивности:

$$И = \bar{x}_{\text{опт}} - \bar{x}_{\text{лим}} / \bar{x}_{\text{ср}} \times 100\%, \quad (8)$$

где $\bar{x}_{\text{ср}}$ – среднее значение урожайности;

$\bar{x}_{\text{опт}}$, $\bar{x}_{\text{лим}}$ – среднее значение урожайности изучаемого сорта в оптимальных и лимитированных условиях [16].

В качестве объекта исследований, результаты которого показаны в данной работе являлись 9 сортов ячменя, созданных в ФГБНУ

СибНИИСХ (ФГБНУ Омский АНЦ), рекомендованные для выращивания в степной зоне данного региона (табл. 1).

Результаты и обсуждение

Урожайность зерновых культур определяется рядом причин: биологическими особенностями сортов, метеорологическими условиями, условиями возделывания и т.д. [17]. Согласно данным наших исследований, при формировании урожайности сортов ячменя наблюдалась высокая доля генотипа в общей фенотипической изменчивости (33,9%) при основной доле условий выращивания (62,5%), что подтверждается значительной изменчивостью признака ($CV > 20\%$) (табл. 3). В условиях степной зоны Омского области, в среднем по питомнику урожайность варьировала от 1,2 т/га (2012 г.) до 5,0 т/га (2011 г.). Сорта пленчатой формы имели прибавку перед голозерными на 1,05 т/га. В свою очередь, в каждой группе двурядные формы по урожайности превышали многорядные на 0,3-0,4 т/га. В группе двурядных пленчатых преимущество перед стандартом имели сорта Саша и Омский 100 (+14,7 и +11,8%). Урожайность голозерных сортов составила 2,5 и 2,9 т/га в среднем за период исследований.

Таблица 1

Характеристика сортов селекции ФГБНУ Омский АНЦ

Сорт, № каталога ВИР	Номер патента, дата включения в Гостреестр РФ	Разновид- ность	Происхождение
Группа многорядных пленчатых			
Омский 99, К-31230	№7832 от 15.12.2011	Паллидум	Омский 89 × Паллидум 4466
Группа двурядных пленчатых			
Омский 95, К-31043	№ 3102 от 26.04.2006	Нутанс	Тогузак × Омский 88
Сибирский Авангард К-31142	№ 5499 от 03.09.2010	Медикум	Медикум 4399×Линия 728/94
Саша К-31110	№ 6052 от 24.08.2011	Медикум	Медикум 4396 ×Медикум 4369
Подарок Сибири К-31335	№ 9505 от 12.02.2018	Медикум	Медикум 4369 × Медикум 4396
Омский 90 К-30721	№ 5093 от 04.04.2000	Медикум	Омский 80 ×Донецкий 9
Омский 100 К-31336	№ 9507 от 12.02.2018	Медикум	Медикум 4365 × Медикум 4549
Группа двурядных голозерных			
Омский голозерный 1 К-30919	№ 2379 от 16.11.2004	Нудум	[[Голозерный × Омский 88) × (Голозерный × Омский 91)]
Группа многорядных голозерных			
Омский голозерный 2 К-31187	№ 4075 от 25.05.2008	Целесте	[[Голозерный × Нутанс 4303) × Рикотензе + Паллидум 4414]

Таблица 2

Урожайность зерна сортов ярового ячменя селекции Омского АНЦ, опорный пункт Новоуральское, степная зона, т/га

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Y _i	Отношение к st, %
Группа многорядных пленчатых										
Омский 99, st.	4,3	1,2	5,1	3,2	1,8	3,9	3,5	3,2	3,3	100,0
Группа двурядных пленчатых										
Омский 95, st.	4,9	1,5	4,4	4,2	1,9	3,4	4,1	3,2	3,4	100,0
Сибирский Авангард	4,8	0,9	4,9	3,5	1,7	4,4	3,7	3,4	3,4	100,0
Саша	5,8	1,5	5,0	4,0	2,0	4,7	4,1	4,2	3,9	114,7
Подарок Сибири	4,3	1,2	5,1	3,2	1,8	4,6	4,5	3,4	3,5	102,9
Омский 90	6,5	1,3	3,1	4,6	1,6	3,0	3,8	2,9	3,4	100,0
Омский 100	6,4	1,3	4,7	4,0	2,2	4,0	3,8	4,7	3,8	111,8
Среднее по группе	5,5	1,3	4,5	3,9	1,9	4,0	4	3,6	3,6	
Группа двурядных голозерных										
Омский голозерный 1 st.	4,3	1,0	4,4	2,4	1,2	2,5	3,7	3,8	2,9	100,0
Группа многорядных голозерных										
Омский голозерный 2 st.	3,3	0,8	4,3	2,6	1,3	2,8	2,9	2,5	2,5	100,0
Y _j	5,0	1,2	4,6	3,5	1,7	3,7	3,5	3,5	3,3	-
НСР ₀₅	0,3	0,05	0,35	0,4	0,07	0,29	0,30	0,27	-	-

Примечание. st. – стандартный сорт; Y_i – среднее по сорту; Y_j – среднее по году.

Согласно мнению В.А. Зыкина [11], при анализе результатов экологического изучения важен такой параметр, как размах урожайности (d), который представляет отношение разницы между максимальной и минимальной урожайностью, выраженной в т/га и в процентах к максималь-

ной урожайности. Чем меньше данный параметр (d), тем стабильнее урожайность зерна в контрастных условиях. Данному условию соответствуют показатели урожайности стандартов всех изучаемых групп (d = 3,4 ÷ 3,9), а также сорт Подарок Сибири (d = 3,9) (табл. 3).

Таблица 3

Параметры адаптивности сортов ярового ячменя, в среднем за 2011-2018 гг.

Сорта	d		Реализация потенциала урожайности, %	S.F.	Sc	Hom	St ²	A	И	CV
	т/га	%								
Группа многорядных пленчатых										
Омский 99, st.	3,9	76,4	64,3	4,3	2,5	2,8	0,85	3,0	118,9	38,8
Группа двурядных пленчатых										
Омский 95, st.	3,4	69,4	70,4	3,3	3,6	3,5	0,87	3,2	98,5	35,1
Сибирский Авангард	4,0	81,6	69,6	5,4	2,1	2,9	0,82	3,1	117,3	42,1
Саша	4,3	74,1	67,4	3,9	3,9	3,6	0,81	3,6	110,0	37,3
Подарок Сибири	3,9	76,4	68,8	4,3	2,9	3,2	0,84	3,2	111,1	39,8
Омский 90	5,2	80,0	51,5	5,0	2,2	2,2	0,75	2,9	155,2	49,6
Омский 100	5,1	79,7	60,1	4,9	3,1	2,9	0,90	3,6	131,1	40,2
Группа двурядных голозерных										
Омский голозерный 1, st.	3,4	77,3	66,1	4,4	1,9	2,5	0,85	2,6	116,8	46,2
Группа многорядных голозерных										
Омский голозерный 2, st.	3,5	81,4	59,5	5,4	1,2	1,9	0,82	2,3	136,7	42,8
$S_{\bar{x}}$	0,2	1,3	2,1	0,2	0,3	0,2	0,01	0,1	5,6	1,5

Примечание. d – степень размаха урожайности по В.А. Зыкину; S.F. – фактор стабильности по D. Lewis; Hom – гомеостатичность, Sc – селекционная ценность по В.В. Хангильдину; A – критерий стабильности, St² – показатель относительной стабильности по Н.А. Соболеву; И – показатель интенсивности по Р.А. Удачину.

В настоящее время при определении широты ареала применяется индекс экологической пластичности (J_{sp}), рекомендованный С.А. Эберхартом и В.А. Расселом [12]. В соответствии с данной методикой изучаемые сорта ячменя дифференцированы нами на 4 группы (табл. 4).

1. Группа широкого ареала. К данной группе относятся сорта, которые характеризовались урожайностью выше средней по группе ($J_{sp} > 1,0$) в течение всего периода исследований: Саша, Омский 100.

2. Группа среднего ареала ($J_{sp} \geq 1,0$ в течение 5 лет). В данную группу входят сорта Омский 95, Сибирский Авангард, Омский 99, Подарок Сибири.

3. Группа узкого ареала ($J_{sp} \geq 1,0$ в течение 4 лет) – сорт Омский 90.

4. Группа узкого ареала ($J_{sp} \geq 1,0$ менее 2 лет) – сорта Омский голозерный 1, Омский голозерный 2.

D. Lewis [13] порекомендовал вычисление значения адаптационной реакции сорта проводить по принципу установления его уровня, при следующем условии: чем больше отклонение от 1, тем менее стабилен сорт. Данному условию соответствует стандартный сорт двурядных пленчатых Омский 95 (S.F. = 3,3); сорт Саша из группы многорядных пленчатых (S.F. = 3,9). Среди голозерных сортов наиболее стабилен сорт Омский голозерный 1 (S.F. = 4,4) (табл. 3).

Анализ селекционной ценности генотипа (Sc) представленный В.В. Хангильдиным [14], аналогично предыдущему фактору, также базируется на сравнении его урожайности в лимитированной и оптимальной средах, применительно к средней продуктивности. Вместе с тем, чем выше показатель, тем более стабилен уровень урожайности сорта. Сорта-лидеры по величине данного показателя: Саша и Омский 95 ($Sc = 3,9$ и $3,6$).

С точки зрения этого же автора, сдерживающей причиной роста урожайности является не только низкая потенциальная урожайность, но и слабая устойчивость к неблагоприятным природным условиям, то есть гомеостатичность, что приводит к снижению продуктивности растений. Согласно данным нашего исследования, многорядные пленчатые сорта Саша и Подарок Сибири превышали стандарт по данному показателю ($Hom = 3,6$ и $3,2$). В группе двурядных пленчатых высокой гомеостатичностью характеризовался стандартный сорт Омский 95 ($Hom = 3,5$). Среди голозерных сортов повышенной гомеостатичностью характеризовался сорт Омский голозерный 1 ($Hom = 2,5$). В процессе внедрения сортов в производство, при одинаковой средней продуктивности, приоритет будут иметь сорта с более высоким уровнем стабильности.

Таблица 4

Индекс экологической пластичности сортов ячменя (J_{sp})

Сорт	2011г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016г.	2017 г.	2018 г.	\bar{x}
Группа многорядных пленчатых									
Омский 99, st.	0,86	1,00	1,10	0,91	1,10	1,05	1,00	0,91	0,98
Группа двурядных пленчатых									
Омский 95, st.	0,98	1,25	1,00	1,20	1,12	0,92	1,20	0,91	1,03
Сибирский Авангард	0,96	0,75	1,10	1,00	1,00	1,19	1,10	0,97	1,01
Саша	1,20	1,25	1,10	1,10	1,20	1,30	1,20	1,20	1,20
Подарок Сибири	0,86	1,00	1,10	0,91	1,10	1,20	1,30	0,97	1,04
Омский 90	1,30	1,10	0,67	1,30	0,94	0,81	1,10	0,83	1,00
Омский 100	1,30	1,10	1,02	1,14	1,30	1,10	1,10	1,34	1,16
Группа двурядных голозерных									
Омский голозерный 1 st.	0,86	0,83	0,96	0,68	0,71	0,67	1,10	1,10	0,86
Группа многорядных голозерных									
Омский голозерный 2 st.	0,66	0,66	0,93	0,74	0,76	0,76	0,83	0,50	0,76
$S_{\bar{x}}$	0,07	0,07	0,05	0,07	0,06	0,07	0,04	0,08	0,04

Н.А. Соболев [15] определял ценность экологической стабильности по двум показателям.

Относительная стабильность признака (St^2), значения которого меняются в пределах от 0 до 1. Чем выше величина данного параметра, тем чаще сорт способен формировать высокую урожайность. Результаты исследования свидетельствуют о стабильности образования высокого урожая у сортов ячменя: Омский 100, Омский 95, Омский 99, Омский голозерный 1, Подарок Сибири ($St^2 = 0,84 \div 0,90$).

Критерий стабильности (A), предназначен для одновременного отбора на продуктивность и стабильность и используется с учетом показателя St^2 . Чем выше критерий стабильности, тем более удачно у оцениваемого образца сочетается средняя урожайность и экологическая стабильность. Данное условие характерно для сортов Омский 100, Саша (A = 3,6) и Омский голозерный 1 (A = 2,6).

Р.А. Удачин [16] использовал коэффициент интенсивности (И) сорта как один из способов оценки разнообразного отношения сортов к внешней среде, который вычисляется как отношение разности урожайности в оптимальных и экстремальных условиях к средней ее величине. Размах колебаний урожайности у сортов может изменяться в экстремальных условиях как в сторону увеличения, так и снижения. То есть, как считает автор, можно считать интенсивность поведения сорта «поверху» и «понизу». По нашим расчетам, все исследуемые сорта входят в группу интенсивных с параметрами от 98,5%

(Омский 95) до 155,2% (Омский 90). Сорта Сибирский Авангард, Омский 99, Подарок Сибири и Омский голозерный 1 являются интенсивными «по низу» ($И = 110,0 \div 118,9$) – повышенная продуктивность данных сортов в большинстве лет ограничивается условиями вегетационного периода. Сорта Омский голозерный 2, Омский 90 и Омский 100 относятся к интенсивным сортам «по верху» ($И = 131,1 \div 155,2$). Эти сорта резко снижают свою урожайность в экстремальные годы и сохраняют высокий потенциал в благоприятные.

Для получения объективной и достоверной оценки адаптивности необходимо использование ряда методик. Располагая широким выбором оценочных показателей стабильности, пластичности, устойчивости сортов, проводится ранжирование сортов [18, 19]. Предпочтение будут иметь генотипы, набравшие наименьшее количество баллов (1 ранг самый высокий). Согласно данной оценке выделены сорта ячменя, которые обладают наибольшей степенью адаптивности в условиях степной зоны Западной Сибири:

- пленчатый многорядный сорт Омский 99 (сумма рангов = 38);
- пленчатые двурядные сорта: Омский 95, Саша, Омский 100 и Подарок Сибири (сумма рангов $24 \div 33$);
- двурядный голозерный сорт Омский голозерный 1 – при минимальной сумме рангов среди голозерных (52).

Таблица 5

Ранжирование сортов ячменя по параметрам адаптивности

Сорта	d	Jsp	S.F.	Sc	Hom	St^2	A	И	CV	Сумма рангов
Группа многорядных пленчатых										
Омский 99, st.	3	7	3	5	6	3	4	4	3	38
Группа двурядных пленчатых										
Омский 95, st.	1	4	1	2	2	2	2	9	1	24
Сибирский Авангард	4	5	7	7	5	5	3	5	6	47
Саша	5	1	2	1	1	6	1	8	2	27
Подарок Сибири	3	3	3	4	3	4	2	7	4	33
Омский 90	7	6	6	6	8	7	5	1	9	55
Омский 100	6	2	5	3	4	1	1	3	5	30
Группа двурядных голозерных										
Омский голозерный 1, st.	1	9	4	8	7	3	6	6	8	52
Группа многорядных голозерных										
Омский голозерный 2, st.	2	8	8	9	9	5	7	2	7	57

Примечание. d – степень размаха урожайности по В.А. Зыкину; S.F. – фактор стабильности по D. Lewis; Hom – иоомеостатичность, Sc – селекционная ценность по В.В. Хангильдину; A – критерий стабильности, St^2 – показатель относительной стабильности по Н.А. Соболеву; И – показатель интенсивности по Р.А. Удачину.

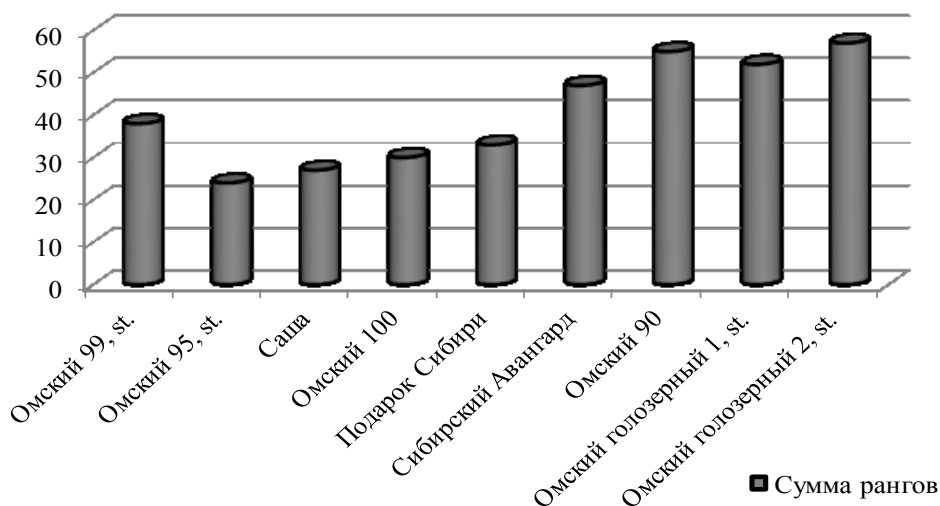


Рис. Адаптивность сортов ярового ячменя

Выводы

1. В условиях степной зоны Омского области в среднем за период исследований наблюдалась значительная изменчивость признака от 1,2 до 5,0 т/га (CV > 20%).

2. Основное влияние на формирование урожайности сортов ячменя оказывали условия выращивания (62,5%).

3. Согласно ранговой оценке, выделены сорта ячменя, которые обладают наибольшей степенью адаптивности в условиях степной зоны Омского региона: пленчатый многорядный стандартный сорт Омский 99 (сумма рангов = 38); пленчатые двурядные сорта Омский 95(st.), Саша, Омский 100 и Подарок Сибири (+0,3 ÷ 0,5 т/га к st.), при сумме рангов данных сортов от 24 до 33; двурядный голозерный сорт Омский голозерный 1 (сумма рангов = 52).

Библиографический список

1. Грязнов, А. А. Ячмень голозерный в условиях неустойчивого увлажнения: монография / А. А. Грязнов. – Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2014. – 300 с. – Текст: непосредственный.

2. Nevo, E. (2015). Evolution of wild barley at "Evolution Canyon": adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and barley improvement. *Israel Journal of Plant Sciences*. 62. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.

3. Сурин, Н. А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур Сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес) / Н. А. Сурин. – Новосибирск, 2011. – С. 708. – Текст: непосредственный.

4. Аниськов, Н. И. Яровой ячмень в Западной Сибири (селекция, семеноводство, сорта): монография / Н. И. Аниськов, П. В. Поползухин. – Омск: ООО «Вариант-Омск», 2010. – 388 с.

5. Губанов, М. В. Продуктивность и качество зерна сортообразцов голозерного ячменя в северной лесостепи Тюменской области / М. В. Губанов. – Текст: непосредственный // *Вестник Красноярского ГАУ*. – 2015. – № 1. – С. 145-148.

6. Du, J., Chen, Y., Sun, X., et al. (2011). Comparative expression analysis of dehydrins between two barley varieties, wild barley and Tibetan hulless barley associated with different stress resistance. *Acta Physiologiae Plantarum*. 33. 567-574. DOI: 10.1007/s11738-010-0580-0.

7. Ye, L., Huang, Y., Dai, F., et al. (2015). Identification of two key genes controlling chill haze stability of beer in barley (*Hordeum vulgare* L). *BMC genomics*. 16. 449. DOI: 10.1186/s12864-015-1683-1.

8. Мусалитин, Г. М. Селекция ячменя в Алтайском селекцентре / Г. М. Мусалитин, В. А. Борадулина. – Текст: непосредственный // *Состояние и проблемы сельскохозяйственной науки на Алтае*. – Барнаул, 2010. – С. 185-195.

9. Лоскутов, И. Г. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса / И. Г. Лоскутов, О. Н. Ковалева, Е. В. Блинова. – Санкт-Петербург: ВИР, 2012. – 63 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
11. Зыкин, В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега; Сиб. отд-е, ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1984. – 24 с. – Текст: непосредственный.
12. Eberhart, S.A., W.A. Russell, 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6 (1): 36-40.
13. Lewis, D. (1954). Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. *Heredity*. 8: 333-356.
14. Хангильдин, В. В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур / В. В. Хангильдин. – Текст: непосредственный // Научно-техн. Бюл. Всесоюз. селек.-генет. ин-та. – 1986. – № 2 (60). – С. 36-41.
15. Соболев, Н. А. Проблема отбора и оценки селекционного материала / Н. А. Соболев. – Киев, 1980. – С. 100-106.
16. Удачин, Р. А. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы / Р. А. Удачин, А. П. Головченко. – Текст: непосредственный // Селекция и семеноводство. – 1990. – № 5. – С. 2-6.
17. Lodhi, R.D., Prasad, L.C., Bornare, S., et al. (2015). Stability Analysis of Yield and its Component Traits of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes in Multi-Environment Trials in the North Eastern Plains of India. *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*. 47. 143-159.
18. Николаев, П. Н. Оценка адаптивных свойств сортов ярового ячменя в степных условиях Сибирского Прииртышья / П. Н. Николаев, Н. И. Аниськов, О. А. Юсова [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник НГАУ (Новосибирского государственного аграрного университета). – 2018. – № 2. – С. 37-44.
19. Николаев, П. Н. Оценка адаптивного потенциала сортов ярового ячменя селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» / П. Н. Николаев, О. А. Юсова, П. В. Поползухин [и др.]. – Текст: электронный // Земледелие. – 2019. – № 1. – С. 30-35. – DOI 10.24411/0044-3913-2019-10110.

References

- Gryaznov A.A. *Yachmen golozernyy v usloviyakh neustoychivogo uvlazhneniya: monografiya* / A.A. Gryaznov. – Kurtamysh: ООО «Kurtamyshskaya tipografiya», 2014. – S. 300.
- Nevo, E. (2015). Evolution of wild barley at “Evolution Canyon”: adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and barley improvement. *Israel Journal of Plant Sciences*. 62. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.
- Surin N.A. *Adaptivnyy potentsial sortov zernovykh kultur Sibirskoy selektsii i puti ego sovershenstvovaniya (pshenitsa, yachmen, oves)* / N.A. Surin. – Novosibirsk, 2011. – S. 708.
- Aniskov N.I. *Yarovoy yachmen v Zapadnoy Sibiri (selektsiya, semenovodstvo, sorta): monografiya* / N.I. Aniskov, P.V. Popolzukhin. – Omsk: ООО «Variant-Omsk», 2010. – S. 388.
- Gubanov M.V. *Produktivnost i kachestvo zerna sortoobraztsov golozernogo yachmenya v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti* / M.V. Gubanov // *Vestnik Krasnoyarskogo GAU*. – 2015. – No. 1. – S. 145-148.
- Du, J., Chen, Y., Sun, X., et al. (2011). Comparative expression analysis of dehydrins between two barley varieties, wild barley and Tibetan hulless barley associated with different stress resistance. *Acta Physiologiae Plantarum*. 33. 567-574. DOI: 10.1007/s11738-010-0580-0.
- Ye, L., Huang, Y., Dai, F., et al. (2015). Identification of two key genes controlling chill haze stability of beer in barley (*Hordeum vulgare* L). *BMC genomics*. 16. 449. DOI: 10.1186/s12864-015-1683-1.
- Musalitin G.M. *Selektsiya yachmenya v Altayskom selektsentre* / G.M. Musalitin, V.A. Boradulina // *Sostoyanie i problemy*

selskokhozyaystvennoy nauki na Altae. – Barnaul, 2010. – S. 185-195.

9. Loskutov I.G. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyu mirovoy kolleksii yachmenya i ovsa / I.G. Loskutov, O.N. Kovaleva, E.V. Blinova. Sankt-Peterburg: VIR, 2012. – S. 63.

10. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 352 s.

11. Zykin V.A., Meshkov V.V., Sapega V.A. Parametry ekologicheskoy plastichnosti selskokhozyaystvennykh rasteniy, ikh raschet i analiz: metodicheskie rekomendatsii / V.A. Zykin, V.V. Meshkov, V.A. Sapega // Sib. otdel. VASKhNIL. – Novosibirsk, 1984. – S. 24.

12. Eberhart, S.A., W.A. Russell, 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6 (1): 36-40.

13. Lewis, D. (1954). Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. *Heredity*. 8: 333-356.

14. Khangildin V.V. Parametry otsenki gomeostatichnosti sortov i selektsionnykh liniy v ispytaniyakh kolosovykh kultur / V.V. Khangildin // Nauch.-tekhn. Byul. vsesoyuz. selek.-genet. in-ta. – 1986. – No. 2 (60). – S. 36-41.

15. Sobolev N.A. Problema otbora i otsenki selektsionnogo materiala / N.A. Sobolev. – Kiev, 1980. – S. 100-106.

16. Udachin R.A. Metodika otsenki ekologicheskoy plastichnosti sortov pshenitsy / R.A. Udachin, A.P. Golovchenko // Seleksiya i semenovodstvo. – 1990. – No. 5. – S. 2-6.

17. Lodhi, R.D., Prasad, L.C., Bornare, S., et al. (2015). Stability Analysis of Yield and its Component Traits of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes in Multi-Environment Trials in the North Eastern Plains of India. *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*. 47. 143-159.

18. Nikolaev P.N. Otsenka adaptivnykh svoystv sortov yarovogo yachmenya v stepnykh usloviyakh Sibirskogo Priirtyshya / P.N. Nikolaev, N.I. Aniskov, O.A. Yusova, I.V. Safonova, P.V. Popolzukhin // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 2. – S. 37-44.

19. Nikolaev P.N. Otsenka adaptivnogo potentsiala sortov yarovogo yachmenya selektsii FGBNU «Omskiy ANTs» / P.N. Nikolaev, O.A. Yusova, P.V. Popolzukhin i dr. // Zemledelie. – 2019. – No. 1. – S. 30-35. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10110.



УДК 631.4:913:519.87(571.150)

Е.Г. Пивоварова, Е.В. Кононцева, Ж.Г. Хлуденцов
Ye.G. Pivovarova, Ye.V. Konontseva, J.G. Khludentsov

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СВОЙСТВ ПОЧВ В СИСТЕМЕ ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

AGROCHEMICAL EVALUATION OF SOIL PROPERTIES IN THE SYSTEM OF SOIL-GEOGRAPHICAL ZONING OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: агрохимические свойства, классификация почв, региональные эталоны почв, таксономический вес признака.

В качестве методологической основы использованы основные положения о базовой и региональной классификации (А.И. Соколов) и информационно-логический анализ. С помощью методов численной

таксономии были разработаны региональные эталоны почв для трех почвенных районов подзоны умеренно засушливой и колючей степи. Сравнение их между собой показало количественные различия по большинству агрохимических и физико-химических свойств. Показано, что с помощью специфичных состояний агрохимических свойств почв региональных эталонов (классификационных границ таксона) можно отслежи-