

ОЦЕНКА БЕЛКОВОСТИ ЗЕРНА И АДАПТИВНОСТИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

П. Н. Николаев¹, О. А. Юсова¹, Н. И. Аниськов², И. В. Сафонова², Л. И. Братцева¹

¹ ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,
644012, г. Омск, пр. Королева, 26;

² Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени
Н. И. Вавилова

190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44

E-mail: ksanajusva@rambler.ru

Поступила в редакцию 04 апреля 2018 г., принята к печати 26 февраля 2019 г.

В рамках исследования проведена оценка белковости зерна и адаптивного потенциала сортов из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР) по статистическим параметрам, рассчитанным для условий южной лесостепи Омской области. Объектами исследований являлись 28 сортов ячменя. В качестве стандарта выступал сорт селекции ФГБНУ СибНИИСХ Омский 95. Определены индекс условий среды, коэффициенты экологической пластичности и стабильности (по S. A. Eberhard и W. A. Russell), стабильности (по Э. Д. Неттевичу), адаптивности (по Л. А. Животкову), а также устойчивость к стрессу (по А. А. Rossielle и J. Hemblin) и гомеостатичность (по В. В. Хангильдину). На формирование белка в зерне ячменя основное влияние оказали условия выращивания (92,7%). Высоким уровнем содержания белка характеризовались сорта Зерноградский 581, Сокол, Наран, Гетман, Одон, Витязь, Задонский 8, Илек и Волгарь (+0,6÷+1,3 % к st.). Результаты исследований позволили рекомендовать для включения в селекционные программы, а также для возделывания в условиях южной лесостепи Западной Сибири сорта ячменя Гетман, Княжич, Безенчукский 3, Северянин, Илек, Тулеевский, Наран, Одон, 2951 hs, Волгарь, Поволжский 65, Казак, Витязь, Двина, Задел, Сокол, Зерноградский 581, Ворсинский 2 и Задонский 8, которые получили наиболее высокие оценки по большинству показателей (Σ рангов = 55÷70). Указанные сорта характеризуются наибольшей адаптивностью и высоким содержанием белка в зерне.

Ключевые слова: ячмень, адаптивность, пластичность, стабильность, гомеостатичность.

EVALUATION OF THE GRAIN PROTEIN CONTENT AND ADAPTABILITY OF COLLECTIVE VARIETIES OF SPRING BARLEY IN THE CONDITIONS OF SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE OMSK REGION

P. N. Nikolaev¹, O. A. Yusova¹, N. I. Aniskov², I. V. Safonova², L. I. Bratceva¹

¹ Omsk Agrarian Scientific Center

26, pr. Koroleva, Omsk, 644012, Russia;

² N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources

42, Bol'shaya Morskaya St., St. Petersburg, 190000, Russia

E-mail: ksanajusva@rambler.ru

In this study the grain protein content and adaptive potential of varieties of the collection of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov have been evaluated by statistical parameters calculated for the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region. The objects of the study were 28 varieties of spring barley. The selection variety of the Omsk Agrarian Scientific Center Omskiy 95 was used as a standard. As part of this study, the index of environmental conditions was calculated, and also the coefficient of environmental plasticity and stability was defined according to S. A. Eberhard and W. A. Russell, the coefficient of stability – according to E. D. Nettevich, the coefficient of adaptability – according to L. A. Zhivotkov, resistance to stress – according to A. A. Rossielle and J. Hemblin, homeostatic – according to V. V. Hangildin. The grain protein content of spring barley was mainly influenced by growing conditions (92.7%). Varieties Zernogradskiy 581, Sokol, Naran, Getman, Odon, Vityaz, Zadonskiy 8, Ilek and Volgar were characterized by a high level of the grain protein content (+0.6÷+1.3% to the standard). The results of the study allowed to recommend for inclusion in breeding programs, as well as for cultivation in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia, such spring barley varieties as Getman, Knyazhich, Bezenchukskiy 3, Northerner, Ilek, Tuleyevskiy, Naran, Odon, 2951 hs, Volgar, Volga 65, Kazak, Vityaz, Dvina, Zadel, Sokol, Zernogradskiy 581, Vorsinskiy 2 and Zadonskiy 8, which received high marks for most indicators (Σ rangs = 55÷70). These varieties are characterized by the highest adaptability and high protein content in the grain.

Keywords: barley, adaptability, plasticity, stability, homeostatic.

ВВЕДЕНИЕ

Ячмень является второй по значимости и объемам производства зерновой культурой в большинстве регионов России. Однако его производство в Западной Сибири сдерживается из-за высокой лабильности климатических факторов в регионе (часто повторяющиеся летние засухи, короткий безморозный период, дефицит тепла и т. д.). Они обуславливают высокую вариабельность качества зерна в разные годы в среднем по региону. Поэтому создание адаптивных сортов с высоким качеством зерна является основным направлением селекции ярового ячменя в Западной Сибири (Аниськов, 2010). Исходя их данных требований, селекционер ориентируется прежде всего на создание форм, характеризующихся стабильностью качества зерна (Nevo, 2015). Для сельскохозяйственного производства весьма важно создание сортов, подходящих для возделывания в конкретном почвенно-климатическом регионе. В благоприятных условиях наиболее предпочтительными являются сорта с высоким содержанием белка в зерне, тогда как в неблагоприятных они должны также отличаться достаточно высокой экологической устойчивостью. Поэтому в современных условиях селекционная работа с ячменем должна быть направлена на удовлетворение требований народного хозяйства, а также на расширение как ареала возделывания культуры, так и сферы ее использования. Новые сорта наряду с высокой продуктивностью и технологичностью должны отличаться приспособленностью к определенному уровню земледелия, а также устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды. В успешном решении селекционных задач по созданию новых сортов с заданными физиолого-биохимическими свойствами важную роль играет научно обоснованный подбор исходного материала (Сурин и др., 2011; Du et al., 2011). В настоящее время общепринятым критерием характеристики сорта является уровень содержания белка в зерне (Robinson et al., 2007) в различных условиях среды. Однако очевидно, что этого недостаточно для однозначной оценки, и необходимы дополнительные статистические показатели и характеристики.

В связи с этим целью исследований являлась оценка белковости зерна и адаптивного потенциала сортов из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР) по статистическим параметрам, рассчитанным для условий южной лесостепи Омской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы проводилась в период 2012–2015 гг. на опытных полях Омского аграрного научного центра (ОмАНЦ). Проведение исследований сопровождалось постановкой полевых опытов на постоянном селекционном стационаре лаборатории селекции зернофуражных культур в южной лесостепи (г. Омск). Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, выщелоченный, содержание гумуса 6–7%.

Объектами исследований являлись 28 сортов ячменя из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР). В качестве стандарта выступал сорт селекции ФГБНУ СибНИИСХ Омский 95 (разновидность нутанс, среднеспелый, устойчивый к полеганию и засухе, ценный по качеству зерна, районирован в 2007 г.).

Агротехника проведения опыта является общепринятой для Западно-Сибирского региона. Площадь делянки составляла 3 м², норма высева – 4 млн. всхожих зерен на 1 га.

Математическая обработка данных с целью выявления существенных различий проводилась методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

Индекс условий среды (Ij) рассчитан по S. A. Eberhard и W. A. Russell (1966). Взаимодействие генотип × среда при этом разделяется на две части: линейную реакцию сорта на среду (b – коэффициент экологической пластичности) и нелинейные отклонения от линии регрессии (σ²d – стабильность).

Уровень стабильности сорта (ПУСС) определен по Э. Д. Неттевичу (1985):

$$ПУСС = \bar{x}_i \frac{\bar{x}_i}{CV}, \quad (1)$$

где \bar{x}_i – средняя урожайность сорта; CV – коэффициент вариации урожайности.

Данный критерий позволяет выявлять сорта, характеризующиеся одновременно высокой урожайностью и ее минимальным снижением в неблагоприятных условиях по сравнению со стандартом.

Коэффициент адаптивности (К.А.) определялся как общая видовая реакция посредством суммирования значений урожайности отдельных сортов с последующим делением полученного показателя на их общее число (Животков и др., 1994). Среднесортная урожайность года принимается за 100%, затем рассчитывается отношение урожайности каждого из испытываемых сортов к среднесортной:

$$K.A. = \left(\frac{YC_1}{CCYГ_1} + \frac{YC_2}{CCYГ_2} + \dots + \frac{YC_n}{CCYГ_n} \right) / n, \quad (2)$$

где YC_1, YC_2, YC_n – урожайность сорта в разные годы исследований; $CCYГ_1, CCYГ_2, CCYГ_n$ – среднесортная урожайность года.

По показателю К.А. оценивались адаптивные возможности сортов. Если он превышает 100%, то такой сорт является потенциально продуктивным.

Устойчивость к стрессу определялась по A. A. Rossielle и J. Hemblin (1981) в изложении A. A. Гончаренко (2005):

$$Устойчивость\ к\ стрессу = Y_{min} - Y_{max}, \quad (3)$$

где Y_{min} – минимальная урожайность сорта; Y_{max} – максимальная урожайность сорта.

Показатель гомеостатичности (Ном) вычислялся по В. В. Хангильдину (1977):

$$Ном = \frac{\bar{x}_i}{CV}, \quad (4)$$

где \bar{x}_i – средняя урожайность сорта; CV – коэффициент вариации урожайности.

Наиболее адаптивные к условиям южной лесостепи Западной Сибири сорта определялись на основании суммы рангов по указанным методам.

Климатические условия в годы проведения исследований были достаточно контрастными, т. е.

типичными для южной лесостепной зоны Омской области.

Период вегетации 2012 г. характеризовался как засушливый с превышением температуры воздуха с мая по июль на 0,8–3,4°C и недобором осадков с июня по август (12,8÷88,8%) (рис.).

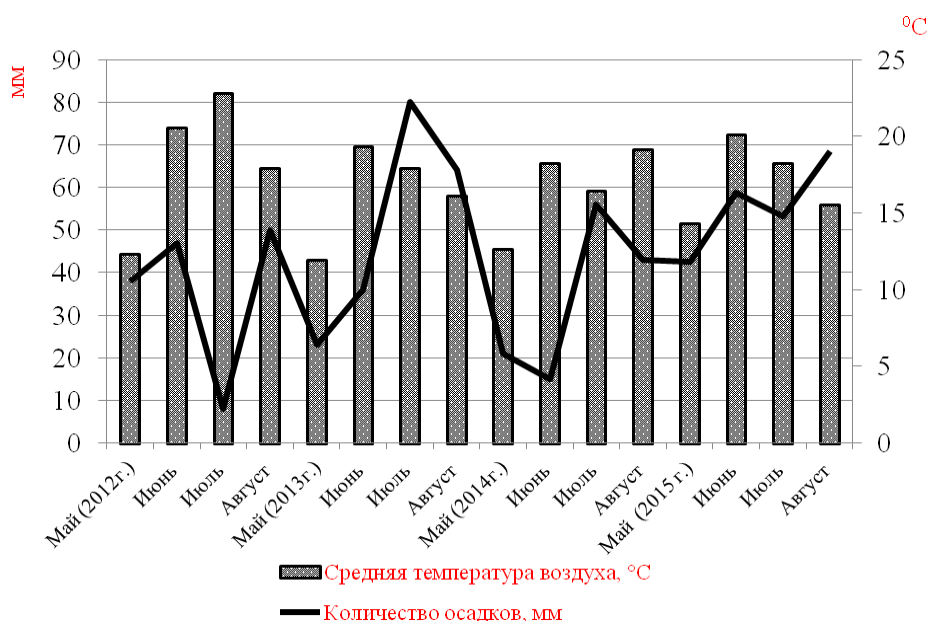


Рис. Характеристика вегетационных периодов 2012–2015 гг. (Омская ГМОС)

Период вегетации 2013 г. характеризовался достаточным увлажнением, сумма осадков в 2–3 раза превышала среднемноголетние показатели в мае, июле и августе на фоне недостатка тепла (температура воздуха на 0,3÷1,2°C ниже нормы) в течение всего периода вегетации.

В 2014 г. наблюдалось неравномерное распределение тепла: жаркая погода в мае и июне сменилась похолоданием в июле (с недобором температур порядка 3,0°C), а в августе установлено превышение суммы температур на 1,2°C. В июне отмечался дефицит осадков (–16,7% по отношению к среднемноголетним данным), в июле и августе – дожди ливневого характера (132,9 и 122,3% по отношению к норме).

В период вегетации 2015 г. на фоне обильных осадков наблюдалось неравномерное распределение тепла: жара в мае и июне (температура воздуха на 2,8 и 2,5°C выше нормы) сменилась похолоданием в июле и августе (температура воздуха на 1,2 и 2,4°C ниже нормы).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из основных критериев оценки качественных показателей ячменя является содержание белка в зерне. Согласно данным двухфакторного дисперсионного анализа, на формирование белка в зерне ячменя основное влияние оказали условия выращивания (доля вклада года составила 92,7%, при $F_{\text{факт}} > F_{05}$).

Согласно данным биохимического анализа зерна, в среднем за период исследований содержание белка составило 15,3%. В неблагоприятный по погодным условиям 2013 г. наблюдалось снижение его содержания до 13,2% (при минимальном индексе

условий окружающей среды $I_j = -2,1$). Наиболее благоприятным периодом для формирования белка оказался 2012 г. (содержание белка в зерне составило 17,5% при $I_j = +2,2$). Высоким уровнем содержания белка характеризовались сорта Зерноградский 581, Сокол, Наран, Гетман, Одон, Витязь, Задонский 8, Илек и Волгарь (+0,6÷+1,3% к ст.).

В современных условиях селекционеры применяют различные методы оценки пластичности и стабильности, позволяющие получить дополнительную информацию для отбора ценного исходного материала при селекции на адаптивность.

Наиболее часто в научных исследованиях отдается предпочтение методу S. A. Eberhart и W. A. Russell (1966), основанному на расчете двух параметров – коэффициента линейной регрессии (b_i) и дисперсии ($\sigma^2 d$). Чем выше значение коэффициента экологической пластичности ($b_i > 1$), тем выше будет уровень содержания белка в зерне при возделывании сортов в благоприятных условиях. Сорта Margret, Тулеевский, Г-21199, Двина и Челябинский 99 характеризовались высоким коэффициентом линейной регрессии ($b_i = 1,11 \div 1,42$), однако содержание белка в их зерне оказалось низким (–0,5÷+0,4% к ст.). Следовательно, можно предположить, что условия произрастания не соответствовали требованиям данных сортов. Сорт Одон, напротив, характеризовался как повышенным содержанием белка в зерне (+0,8% к ст.), так и высоким коэффициентом линейной регрессии ($b_i = 1,42$). Перечисленные сорта требовательны к условиям произрастания, что свидетельствует о том, что они являются сортами интенсивного типа.

Таблица 1. Параметры адаптивной способности и содержание белка в зерне коллекционные образцов ячменя

Сорт	Содержание белка, %			bi	σ^2d	К.А., %	Ном	Пусс, %	$Y_{\min}-Y_{\max}$
	Lim.	$\bar{\chi}$	\pm к ст.						
Омский 95, st.	13,6–18,8	15,1	–	1,24	2,15	99	0,9	100,0	–5,2
Гетман	12,8–17,6	15,8	+0,7	1,05	2,13	103	1,1	125,0	–4,8
Margret	11,9–17,2	14,6	–0,5	1,24	0,02	95	1,0	103,0	–5,3
Княжич	13,2–17,4	15,6	+0,5	1,02	1,41	102	1,2	135,0	–4,2
Безенчукский 3	13,2–17,5	15,3	+0,2	1,01	0,02	100	1,3	143,0	–4,3
Северянин	14,1–18,0	15,3	+0,2	0,93	1,03	100	1,3	143,0	–3,9
Илек	13,5–17,6	15,7	+0,6	0,92	0,63	103	1,4	158,0	–4,1
Тулеевский	12,8–17,6	15,0	–0,1	1,11	0,24	98	1,1	119,0	–4,8
Наран	14,7–17,9	16,1	+1,0	0,73	0,55	105	1,9	220,0	–3,2
Г-21199	12,7–18,1	15,1	0,0	1,28	0,21	99	1,0	109,0	–5,4
Одон	12,5–18,7	15,9	+0,8	1,42	0,55	104	1,0	113,0	–6,2
2951 hs	12,5–17,1	15,3	+0,2	1,10	1,26	100	1,1	121,0	–4,6
Волгарь	13,1–17,1	15,7	+0,6	0,93	0,96	103	1,4	158,0	–4,0
Поволжский 65	12,7–17,7	15,2	+0,1	1,20	0,60	99	1,0	109,0	–5,0
Казак	13,4–16,5	15,5	+0,4	0,71	0,67	101	1,7	190,0	–3,1
Витязь	13,6–17,6	15,8	+0,7	0,69	2,09	103	1,5	171,0	–4,0
Двина	13,4–18,5	15,5	+0,4	1,20	0,25	101	1,1	123,0	–5,1
Задел	12,5–17,6	15,6	+0,5	1,15	1,24	102	1,1	124,0	–5,1
Сокол	13,5–17,5	16,1	+1,0	0,91	0,90	105	1,5	174,0	–4,0
Зерноградский 581	15,4–17,7	16,4	+1,3	0,54	0,08	107	2,8	330,0	–2,3
Ворсинский 2	13,6–17,0	14,9	–0,2	0,81	0,98	97	1,3	140,0	–3,4
Задонский 8	14,9–17,2	15,8	+0,7	0,53	0,22	103	2,5	283,0	–2,3
Хаджибей	12,9–17,2	14,8	–0,3	0,99	0,41	97	1,2	128,0	–4,3
Приазовский 9	13,1–17,0	14,7	–0,4	0,93	0,19	96	1,3	138,0	–3,9
Беатрис	11,3–16,7	13,9	–1,2	1,27	0,02	91	0,9	87,0	–5,4
Челябинский 99	11,9–17,3	14,6	–0,5	1,26	0,01	95	1,0	102,0	–5,4
Золотник	14,1–18,0	15,4	0,3	0,76	2,07	98	1,3	144,0	–3,9
Зевс	12,8–17,2	14,2	–0,9	1,05	1,16	93	1,0	101,0	–4,4
$S \bar{\chi}$		0,5		0,05	2,7	1,3	0,3	20,6	0,5

bi – коэффициент линейной регрессии, σ^2d – величина стабильности реакции сортов (по S. A. Eberhart и W. A. Russell);

К.А. – коэффициент адаптивности (по Л. А. Животкову);

Ном – показатель гомеостатичности (по В. В. Хангильдину);

Пусс – показатель уровня стабильности сорта (по Э. Д. Неттевичу);

$Y_{\min}-Y_{\max}$ – показатель стрессоустойчивости сорта (по А. А. Rossielle и J. Hemblin).

Остальные исследуемые сорта экстенсивного типа (при значении $bi < 1$) отличались слабой реакцией на улучшение условий выращивания.

Сравнение коллекционных образцов по величине стабильности (σ^2d) показало, что стабильно высоким содержанием белка характеризовались сорта Илек, Наран, Одон, Волгарь, Сокол, Зерноградский 581 и Задонский 8 ($\sigma^2d = 0,08 \div 0,90$).

Современный уровень земледелия еще не позволяет в достаточной степени нивелировать влияние неблагоприятных природных факторов. Поэтому создаваемые сорта должны отличаться как высокой отзывчивостью на повышение плодородия почвы, так и устойчивостью к лимитирующим факторам среды (Сурин и др., 2011). Согласно результатам настоящего

исследования, высокой стабильностью и отзывчивостью на улучшение условий среды характеризовался только сорт Одон (при $bi > 1$ и $\sigma^2d < 1$).

Л. А. Животков с соавт. (1994) предложили методику оценки адаптивности сортов, основанную на сравнении общевидовой адаптивной реакции на конкретные условия вегетации со средней величиной для сравниваемых сортов. Данная величина служит показателем нормы реакции определенной совокупности сортов на факторы внешней среды в каждом конкретном году. Реакцию на указанные факторы каждого из испытываемых сортов можно определить при ее сравнении со среднесортной через процентное соотношение, где за 100% принимается среднегенотипическая величина. Согласно значениям коэффициента

адаптивности ($K.A. > 100$), наиболее высокой адаптивностью характеризуются сорта Гетман, Илек, Княжич, Наран, Одон, Витязь, Задел. Согласно В. В. Хангильдину (1977), состояние гомеостаза у сортов – это способность растений поддерживать внутреннее равновесие и реализовывать генетически определенный потенциал сорта на уровне фенотипа при отклонениях условий от нормы. Критерием гомеостатичности сорта служит его способность к наименьшему снижению урожайности при ухудшении условий возделывания. Установлено, что высокой гомеостатичностью обладают следующие коллекционные образцы: Зерноградский 581, Задонский 8, Наран, Казак, Сокол, Витязь, Илек, Волгарь, Золотник, Ворсинский 2, Приазовский, Северянин и Безенчукский 3 ($Hom = +0,4 \div +1,9$ к ст.).

Объективно оценить адаптивность сортов можно по показателю уровня стабильности сорта. Данный показатель является комплексным, поскольку позволяет учитывать уровень стабильности качества зерна в сравнении с сортом-стандартом. В исследуемых сортах Пусс варьировался от 87 до 390%. Наиболее стабильными по содержанию белка оказались сорта Гетман, Княжич, Безенчукский 2, Северянин, Илек, Волгарь, Казак, Витязь, Двина, Задел, Сокол, Зерноградский 581, Ворсинский 2, Задонский 8, Хаджибей, Приазовский 9 и Золотник ($Пусс = +25,0 \div +130,0$ % к ст.).

Устойчивость сортов к стрессу – важный показатель адаптивности (Du et al., 2011), который определяется по разности между минимальным и максимальным содержанием белка в зерне (Rossielle et al., 1981). Данный параметр имеет отрицательный знак. Чем он меньше, тем выше стрессоустойчивость сорта, то есть тем шире диапазон его приспособленных возможностей. По уровню стрессоустойчивости все изучаемые сорта подразделяются на три группы:

С высокой стрессоустойчивостью ($Y_{min} - Y_{max} = -2,3 \div -3,5$) – сорта

В условиях южной лесостепи Омской области в среднем за период исследований с 2012 по 2015 гг. содержание белка в зерне сортов ячменя из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР) составило 15,3%. Наиболее высоким уровнем содержания белка в зерне характеризовались сорта Зерноградский 581, Сокол, Наран, Гетман, Одон, Витязь, Задонский 8, Илек и Волгарь ($+0,6 \div +1,3$ % к ст.).

Стабильно высоким содержанием белка отличались сорта Илек, Наран, Одон, Волгарь, Сокол, Зерноградский 581 и Задонский 8 ($\sigma_d = 0,08 \div 0,90$). Высокой стабильностью и отзывчивостью на улучшение условий среды характеризовался сорт Одон (при $b_i > 1$ и $\sigma_{2d} < 1$). Высоким уровнем стабильности (по

Сокол, Зерноградский 581, Волгарь и Задонский 8 ($K.A. = +3 \div +8$ % к ст.).

Зерноградский 581, Задонский 8, Казак, Наран и Ворсинский 2.

С средней стрессоустойчивостью ($Y_{min} - Y_{max} = -3,6 \div -4,5$) – сорта Северянин, Приазовский 9, Золотник, Волгарь, Витязь, Сокол, Илек, Княжич, Хаджибей и Зевс.

С низкой стрессоустойчивостью ($Y_{min} - Y_{max} = -4,6 \div -6,2$) – сорта 2951 hs, Гетман, Тулеевский, Поволжский 65, Двина, Задел, Margret, Г-21199, Беатрис, Челябинский 99 и Одон.

По мнению многих исследователей, оценка адаптивности сортов по одному или двум показателям не позволяет в полной мере определить их стабильность и пластичность. Повысить эффективность такой оценки может использование различных приемов и показателей оценки экологической пластичности. По данным показателям оцениваются различные стороны адаптивности сортов. Наиболее полную информацию можно получить при помощи нескольких методов, однако в рассматриваемом случае удобнее всего использовать принцип ранжирования сортов по параметрам и проводить оценку по сумме рангов каждого сорта. При этом следует учитывать, что первый ранг наиболее высокий. Коллекционные образцы ячменя Гетман, Княжич, Безенчукский 3, Северянин, Илек, Тулеевский, Наран, Одон, 2951 hs, Волгарь, Поволжский 65, Казак, Витязь, Двина, Задел, Сокол, Зерноградский 581, Ворсинский 2 и Задонский 8 получили наиболее высокие оценки по большинству показателей, что соответствует меньшей сумме рангов по сравнению со стандартом ($\sum \text{рангов} = 55 \div 70$). Перечисленные сорта ячменя можно рекомендовать для включения в селекционные программы, а также для возделывания в условиях южной лесостепи Западной Сибири, поскольку они характеризуются наибольшей адаптивностью и высоким содержанием белка в зерне.

ВЫВОДЫ

Э. Д. Неттевичу) отличались сорта Гетман, Княжич, Безенчукский 2, Северянин, Илек, Волгарь, Казак, Витязь, Двина, Задел, Сокол, Зерноградский 581, Ворсинский 2, Задонский 8, Хаджибей, Приазовский 9 и Золотник ($Пусс = +25,0 \div +130,0$ % к ст.).

Высоким коэффициентом адаптивности (по Л. А. Животкову) характеризовались сорта Гетман, Илек, Княжич, Наран, Одон, Витязь, Задел, Сокол, Зерноградский 581, Волгарь и Задонский 8 ($K.A. = +3 \div +8$ % к ст.).

Высокой гомеостатичностью (по В. В. Хангильдину) отличались сорта Зерноградский 581, Задонский 8, Наран, Казак, Сокол, Витязь, Илек, Волгарь, Золотник, Ворсинский 2, Приазовский, Северянин и Безенчукский 3 ($Hom = +0,4 \div +1,9$ к ст.).

Высокой стрессоустойчивостью (по А. А. Rossielle и J. Hemblin) характеризовались сорта зерноградский 581, Задонский 8, Казак, Наран и Ворсинский 2 ($Y_{min}-Y_{max} = -2,3 \div -3,5$).

Для включения в селекционные программы, а также для возделывания в условиях южной лесостепи Омской области рекомендуются сорта ячменя Гетман, Княжич, Безенчукский 3, Северянин, Илек, Тулеевский,

Наран, Одон, 2951 hs, Волгарь, Поволжский 65, Казак, Витязь, Двина, Задел, Сокол, зерноградский 581, Ворсинский 2 и Задонский 8, которые получили высокие оценки по большинству показателей (Σ рангов = $55 \div 70$). Данные сорта характеризуются наибольшей адаптивностью и высоким содержанием белка в зерне.

Таблица 2. Ранги параметров адаптивной способности коллекционных сортов.

Сорт	bi	σ^2d	К.А., %	Ном	Пусс, %	$Y_{min}-Y_{max}$	Сумма рангов
Омский 95, st.	2,0	10,0	9,0	14,0	24,0	15,0	74,0
Гетман	13,0	2,0	5,0	9,0	14,0	12,0	55,0
Margret	3,0	4,0	13,0	12,0	21,0	16,0	69,0
Княжич	14,0	8,0	6,0	8,0	12,0	8,0	56,0
Безенчукский 3	14,0	15,0	8,0	7,0	9,0	9,0	62,0
Северянин	16,0	21,0	8,0	7,0	9,0	5,0	66,0
Илек	18,0	16,0	5,0	6,0	7,0	7,0	59,0
Тулеевский	9,0	12,0	10,0	9,0	18,0	12,0	70,0
Наран	23,0	23,0	2,0	3,0	3,0	3,0	57,0
Г-21199	4,0	24,0	9,0	10,0	20,0	17,0	84,0
Одон	1,0	1,0	4,0	11,0	19,0	18,0	54,0
2951 hs	10,0	6,0	8,0	9,0	17,0	11,0	61,0
Волгарь	17,0	11,0	5,0	6,0	7,0	6,0	52,0
Поволжский 65	7,0	7,0	9,0	10,0	20,0	13,0	66,0
Казак	24,0	20,0	7,0	4,0	4,0	2,0	64,0
Витязь	25,0	17,0	5,0	5,0	6,0	6,0	64,0
Двина	5,0	9,0	7,0	9,0	16,0	14,0	60,0
Задел	8,0	3,0	6,0	9,0	15,0	14,0	55,0
Сокол	19,0	14,0	3,0	5,0	5,0	6,0	52,0
Зерноградский 581	20,0	25,0	1,0	1,0	1,0	1,0	49,0
Ворсинский 2	21,0	13,0	11,0	7,0	10,0	4,0	49,0
Задонский 8	26,0	27,0	5,0	2,0	2,0	1,0	63,0
Хаджибей	15,0	26,0	11,0	8,0	13,0	9,0	82,0
Приазовский 9	17,0	19,0	12,0	7,0	11,0	5,0	71,0
Беатрис	11,0	8,0	15,0	13,0	25,0	17,0	89,0
Челябинский 99	61,0	5,0	13,0	15,0	22,0	17,0	78,0
Золотник	22,0	22,0	10,0	7,0	8,0	5,0	74,0
Зевс	12,0	18,0	14,0	11,0	23,0	10,0	88,0

bi – коэффициент линейной регрессии, σ^2d – величина стабильности реакции сортов (по S. A. Eberhart и W. A. Russell);

К.А. – коэффициент адаптивности (по Л. А. Животкову);

Ном – показатель гомеостатичности (по В. В. Хангильдину);

Пусс – показатель уровня стабильности сорта (по Э. Д. Неттевичу);

$Y_{min}-Y_{max}$ – показатель стрессоустойчивости сорта (по А. А. Rossielle и J. Hemblin).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аниськов Н. И., Поползухин П. В. Яровой ячмень в Западной Сибири. Омск: ООО «Вариант-Омск», 2010. 388 с.

- Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 49–53.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агрпромиздат, 1985. 351 с.
- Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.
- Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестник с.-х. науки. 1985. № 1. С. 66–73
- Сурин Н. А., Ляхова Н. Е., Герасимов С. А. Повышение устойчивости сортов ячменя к стрессовым факторам с помощью селекции в условиях Восточной Сибири // Научные исследования – основа модернизации сельскохозяйственного производства. Тюмень, 2011. С. 129–136.
- Хангильдин В. В., Асфондиярова Р. Р. Проявление гомеостаза у гибридов гороха посевного // Биологические науки. 1977. № 1. С. 116–121.
- Du J.B., Yuan S., Chen Y.E. Comparative expression Analysis of dehydrins between two Barley varieties, wild Barley and tibetan hulless Barley associated with different stress resistance // *Acta Physiologiae Plantarum*, 2011, v.33, no. 2, pp. 567–574. DOI: 10.1007/s11738-010-0580-0.
- Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties // *Stap. sci.*, 1966, v.6, no 1, pp. 36–40.
- Nevo E. Evolution of wild Barley at «Evolution Canyon»: Adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and Barley improvement // *Israel Journal of Plant Sciences*, 2015, v. 62, no. 1–2, pp. 22–32. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.
- Robinson L.H., Lahnstein J., Eglinton J. K. The Identification of a Barley Haze active Protein that influences Beer haze stability: Cloning and Characterisation of the Barley se Protein as a Barley Trypsin Inhibitor of the Chloroform/Methanol Type // *Journal of Cereal Science*, 2007, v. 45, no 3, pp. 343–352. DOI: 10.1016/j.jcs.2006.08.012.
- Rossielle A. A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // *Stap. Sci.*, 1981, v. 21, no 6, pp. 27–29.

REFERENCES

- Anis'kov N I., Popolzuhi P V. *Yarovoj yachmen' v Zapadnoj Sibiri* [Spring barley in Western Siberia.]. Omsk: OOO «Variant-Omsk», 2010. 38 p.
- Goncharenk A A. Ob adaptivnosti i ehkologicheskoy ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur [On the adaptability and environmental sustainability of varieties of grain crops] // *Vestnik RASKHN*, 2005, no 6, pp 49–53.
- Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
- Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. Metodika vyyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnyh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu «urozhajnosti» [The method of revealing the potential productivity and adaptability of varieties and selection forms of winter wheat in terms of «yield» // *Selekcija i semenovodstvo*, 1994, no 2, pp. 3–6.
- Nettevich E.H. D., Morgunov A. I., Maksimenko M. I. Povyshenie ehffektivnosti otbora yarovoj pshenicy na stabil'nost', urozhajnost' i kachestvo zerna [Increasing the efficiency of selection of spring wheat for stability, yield and grain quality] // *Vestnik s.-h. nauki*, 1985, no 1, pp. 66–73.
- Surin N. A., Lyahova N. E., Gerasimov S. A. Povyshenie ustojchivosti sortov yachmenya k stressovym faktoram s pomoshch'yu selekcii v usloviyah Vostochnoj Sibiri [Increase of resistance of barley varieties to stress factors using breeding in the conditions of Eastern Siberia] // *Nauchnye issledovaniya – osnova modernizacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva*. Tyumen', 2011, pp. 129–136.
- Hangil'din V. V., Asfondiyarova R. R. Proyavlenie gomeostaza u gibridov goroha posevnogo [The manifestation of homeostasis in hybrids of peas] // *Biologicheskie nauki*, 1977, no 1, pp. 116–121.
- Du J.B., Yuan S., Chen Y.E. Comparative expression Analysis of dehydrins between two Barley varieties, wild Barley and tibetan hulless Barley associated with different stress resistance // *Acta Physiologiae Plantarum*, 2011, v. 33, no. 2, pp. 567–574. DOI: 10.1007/s11738-010-0580-0.
- Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties // *Stap. sci.*, 1966, v. 6, no 1, pp. 36–40.
- Nevo E. Evolution of wild Barley at «Evolution Canyon»: Adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and Barley improvement // *Israel Journal of Plant Sciences*, 2015, v. 62, no 1–2. pp. 22–32. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.
- Robinson L.H., Lahnstein J., Eglinton J.K. The Identification of a Barley Haze active Protein that influences Beer haze stability: Cloning and Characterisation of the Barley se Protein as a Barley Trypsin Inhibitor of the Chloroform/Methanol Type // *Journal of Cereal Science*, 2007, v. 45, no 3, pp. 343–352. DOI: 10.1016/j.jcs.2006.08.012.
- Rossielle A. A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // *Stap. Sci.*, 1981, v. 21, no 6, pp. 27–29.