

ОЦЕНКА АДАПТИВНОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО ПРИЗНАКУ «МАССА 1000 ЗЕРЕН» К ЗАСУШЛИВЫМ УСЛОВИЯМ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Н. А. Морозов, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции зерновых культур, директор ORCID ID: 0000-0002-9065-6390;

И. В. Самсонов, заведующий лабораторией селекции ячменя, ivan_samsonov.84@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6516-3175;

Н. А. Панкратова, младший научный сотрудник отдела селекции зерновых культур, nata.pankratova.1967@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3366-5960

Прикумская опытно-селекционная станция – филиал

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»,

356803, Ставропольский край, Буденновский р-он, г. Буденновск, ул. Вавилова, 4;

e-mail: fgupposs@mail.ru

Необходимым условием для стабильного роста зернового производства ячменя в стране является расширение посевов, наиболее адаптированных к условиям региона сортов, способных обеспечить высокий и стабильный уровень продуктивности в изменяющихся условиях среды. Продуктивность – это сложный количественный показатель, который складывается за счет различных элементов структуры урожая, одним из которых является масса 1000 зерен. Целью данного исследования была оценка образцов ярового ячменя различного географического происхождения на адаптивность по признаку «масса 1000 зерен» к засушливым условиям Ставропольского края и их дальнейшее использование в селекционной работе. Материалом для исследования послужили 60 образцов ярового ячменя. Для определения стабильности использовали коэффициент вариации (V %), экологическую пластичность (bi), гомеостатичность (Hom) и стрессоустойчивость ($Y_{min}-Y_{max}$). В среднем за 2016–2021 гг. исследования масса 1000 зерен по сортам колебалась от 35 до 50 г. Максимальные значения признака «масса 1000 зерен» отмечены у сортов Виктор (Россия) – 50,1 г (+5,0 % к стандарту) и Нутанс 74840 (Россия) – 49,7 г (+4,2 % к стандарту). Высокой стабильностью ($V = 5,9-9,8$ %), стрессоустойчивостью ($Y_{min}-Y_{max} = -8-11$) и гомеостатичностью ($Hom = 43,1-101,2$) характеризовались сорта экстенсивного типа ($bi = 0,49-0,86$): Нутанс 74840 (Россия), Прикумский 22 (Россия), Прикумский 14 (Россия) и стандарт Странник. Сорта Адапт (Украина), Водограй (Украина) и Новониколаевский (Россия) в большей степени отзывались на улучшение среды ($bi = 1,21-1,59$), но значительно снижали массу 1000 зерен при ее ухудшении ($Y_{min}-Y_{max} = -17-21$). Для засушливых условий Ставропольского края лучшим селекционным материалом являются наиболее адаптивные сорта Нутанс 74840 и Странник.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, масса 1000 зерен, адаптивность, пластичность, гомеостатичность, стрессоустойчивость.

Для цитирования: Морозов Н. А., Самсонов И. В., Панкратова Н. А. Оценка адаптивности ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» к засушливым условиям Ставропольского края // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 4. С. 16–21. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-16-21.



ESTIMATION OF SPRING BARLEY ADAPTABILITY TO THE ARIDITY OF THE STAVROPOL TERRITORY ACCORDING TO THE TRAIT “1000-GRAIN WEIGHT”

N. A. Morozov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the department of grain crop breeding, director, ORCID ID: 0000-0002-9065-6390;

I. V. Samsonov, head of the laboratory for barley breeding, ivan_samsonov.84@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6516-3175;

N. A. Pankratova, junior researcher of the department of grain crop breeding, nata.pankratova.1967@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3366-5960

FSEP “Prikumskaya Experimental Breeding Station”,

356803, Russia, Stavropol Area, Budyonnovsky district, Budennovsk, Vavilov Str., 4;

e-mail: fgupposs@mail.ru

A necessary condition for the stable improvement of barley production in the country is the extension of crops, varieties which are most adapted to the conditions of the region, capable of providing a high and stable level of productivity under changing climatic conditions. Productivity is a complex quantitative indicator, which is formed by various yield structure elements, one of which is ‘1000-grain weight’. The purpose of the current study was to estimate adaptability of the spring barley samples of various geographical origins to the arid conditions of the Stavropol Territory according to the trait ‘1000-grain weight’ and their further use in breeding work. The objects of the study were 60 spring barley samples. In order to determine stability, there has been used a coefficient of variation (V %), ecological adaptability (bi), homeostaticity (Hom), and stress tolerance ($Y_{min}-Y_{max}$). On average, during 2016–2021, the trait ‘1000-grain weight’ among the varieties ranged from 35 to 50 grams. The maximum values of the trait ‘1000-grain weight’ were identified in the varieties ‘Victor’ (Russia) with 50.1g (+5.0% to the standard) and ‘Nutans 74840’ (Russia) with 49.7g (+4.2%). The varieties of the extensive type ($bi = 0.49-0.86$) ‘Nutans 74840’ (Russia), ‘Prikumsky 22’ (Russia), ‘Prikumsky 14’ (Russia) and the standard variety ‘Strannik’ were characterized with high stability ($V = 5.9-9.8$ %), stress

tolerance ($Y_{min}-Y_{max} = -8-11$) and homeostaticity ($Hom = 43.1-101.2$). The varieties 'Adapt' (Ukraine), 'Vodogray' (Ukraine) and 'Novonikolaevsky' (Russia) responded to the weather improvement to a greater extent ($bi = 1.21-1.59$), but significantly reduced 1000-grain weight when it worsened ($Y_{min}-Y_{max} = -17-21$). The varieties 'Nutans 74840' and 'Strannik' turned to be the most adaptive ones for the aridity of the Stavropol Territory, and therefore the best breeding material.

Keywords: spring barley, variety, 1000-grain weight, adaptability, homeostasis, stress resistance.

Введение. Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) занимает одно из ведущих мест в сельскохозяйственном производстве России. Его урожай существенно лимитируют неблагоприятные почвенно-климатические условия (Абдуллаев и др., 2019). Необходимым условием для стабильного роста зернового производства ячменя является расширение посевов наиболее адаптированных к условиям регионов сортов, способных обеспечить высокий и стабильный уровень продуктивности в изменяющихся условиях среды (Ерошенко и др., 2022).

Продуктивность – это комплексный показатель, формирующийся за счет различных элементов структуры урожая, которые находятся в сложной корреляции как между собой, так и с урожаем зерна. К одним из наиболее значимых элементов структуры урожая относится масса 1000 зерен. Она является надежным индикатором, отражающим реакцию генотипа на изменения условий среды при селекционной работе на адаптивность и продуктивность (Кинчаров и др., 2020; Шоева и др., 2021).

Крупность зерна показывает семенную и продовольственную значимость сорта. Определяет запас питательных веществ, всхожесть, пищевые и кормовые достоинства сорта (Дубинина и др., 2016). И в то же время она ограничена сортовыми особенностями растения, продолжительностью его развития, то есть сортовой спецификой в сочетании с условиями среды. Недостаток продуктивной влаги и повышенные температуры в период налива зерна приводят к значительному снижению крупности зерна (Аниськов и др., 2020).

Следовательно, необходимость определения адаптивного потенциала генофонда ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» путем экологического испытания с использованием различных статических методов оценки является актуальной задачей для селекции (Юсова и др., 2020).

Цель исследования – выявить генотипы ярового ячменя, устойчивые к засушливым условиям Ставропольского края, по признаку «масса 1000 зерен» для дальнейшего их использования в селекционной работе.

Материалы и методы исследований. Исследование проводили в период с 2016 по 2021 г. на опытном поле Прикумской опытно-селекционной станции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», расположенной в засушливой зоне Ставропольского края. Количество осадков, выпадающих в течение года, варьирует от 300 до 550 мм. Почвы опытного участка каштановые, с содержанием гумуса менее 2,0 %. Содержание подвижного

фосфора колеблется от 32 до 49 мг/кг, калия – 320–450 мг/кг.

Погодные условия вегетационного периода ярового ячменя в годы исследования (2016–2021 гг.) были контрастными и в полной мере отражали особенности засушливой зоны Ставропольского края.

Количество выпавших осадков по годам колебалось от 31,9 до 211,1 мм. Среднесуточная температура воздуха варьировала от 15,9 до 18,5 °С. По количеству осадков типичность данной зоны отражал 2019 год. За период апрель–июнь выпала среднемноголетняя норма осадков – 133,2 мм. Среднесуточная температура была выше среднемноголетнего значения (17,2 °С) на 1,3 °С. 2018 г. характеризовался как острозасушливый. Существенный недостаток осадков (104,2 мм) сопровождался более высокими среднесуточными температурами – 18,5 °С. В 2020 г. при оптимальном температурном режиме (17,4 °С), осадков выпало на 18 % ниже среднемноголетней нормы (136,1 мм). Наиболее благоприятные по влагообеспеченности были 2016, 2017 и 2021 годы. Количество выпавших осадков составило от 158,4 до 211,1 мм. По температурному режиму более прохладным был 2017 г. – 15,9 °С, жарким 2021 г. – 18,2 °С.

Особое воздействие на формирование крупности зерна оказывает температурный режим в период налива зерна. В засушливой зоне Ставропольского края он, как правило, начинается в третьей декаде мая и заканчивается в конце июня. За годы исследования средняя температура в период формирования зерна была выше нормы на 1,2–2,6 °С в 2018–2020 годах. Близко к среднемноголетнему значению температура воздуха сложилась в 2017 и 2021 гг. – 22,1–22,8 °С. Наиболее благоприятный температурный режим в период налива зерна отмечен в 2017 г. – 20,1 °С.

Объектом для исследования послужили 60 образцов ярового ячменя различного географического происхождения. В качестве стандарта высевали сорт Странник (Прикумская ОСС – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»). Посев проводили сеялкой ССФК-7 по предшественнику чистый пар. Повторность однократная, площадь делянок 1 м², норма высева – 2,7 млн всхожих семян на 1 га.

Расчет показателей адаптивности и стабильности сортов ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» проводили по: коэффициент вариации ($V\%$) по Б. А. Доспехову (2014), гомеостатичность (Hom) по методике В. В. Хангильдина и Н. А. Литвиненко (1981), стрессоустойчивость ($Y_{min}-Y_{max}$) по уравнениям А. А. Rosielle и J. Hamblin в изложе-

нии А. А. Гончаренко (2005), экологическую пластичность (bi) по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966) в изложении В. З. Пакудина и Л. М. Лопатина (1984).

Результаты и их обсуждение. Масса 1000 зерен – это сортовой признак, но в значительной степени зависит от условий возделывания. За годы исследования (2016–2021) наиболее благоприятные условия для формирования крупного зерна сложились в 2017 г. ($I_j = +8,49$), когда масса 1000 зерен у большинства образцов (68,6 %) составила от 51 до 59 г.

Худшие условия для налива зерна отмечались в 2018, 2019 и 2021 годах. Индекс среды имел отрицательное значение ($I_j = -3,92; -3,54; -4,53$ соответственно). Средний показатель массы 1000 зерен варьировал от 39,7 до 40,1 г. В эти годы от 14,5 до 22,7 % образцов сформировали массу 1000 зерен менее 35 г 2016 и 2020 гг. характеризовались как умеренно благоприятные ($I_j = +2,66$ и $+0,85$). Средняя величина изучаемого признака составила 46,2–44,3 г соответственно и варьировала по сортам от 36,4 до 54,8 г (рис. 1).

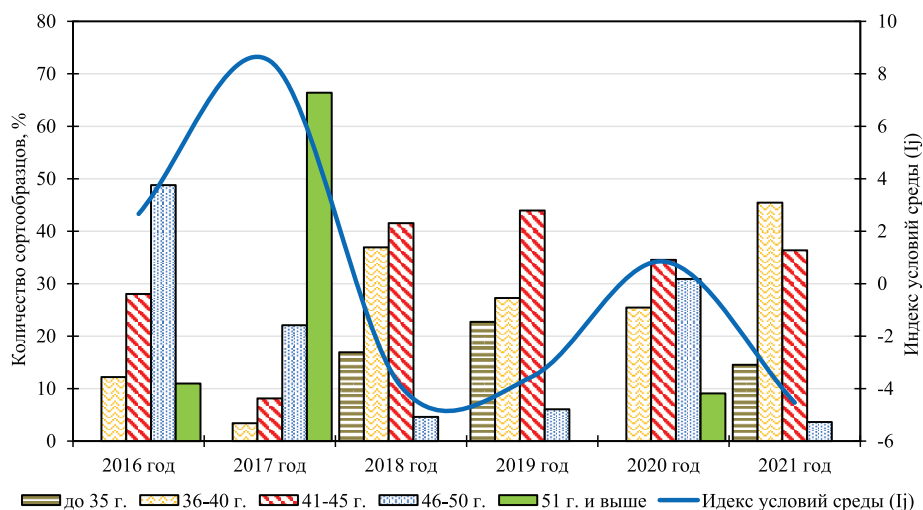


Рис. 1. Распределение признака «масса 1000 зерен» у сортов ярового ячменя в зависимости от условий года (2016–2021 гг.)

Fig. 1. Distribution of the trait '1000-grain weight' of the spring barley varieties depending on the conditions of the year (2016–2021)

В засушливых регионах России ужесточение гидротермического режима в период налива зерна (май–июнь) является основной проблемой при получении крупного зерна. Средние величины признака «масса 1000 зерен» за годы исследования (2016–2021) позволили определить, что у 23,4 % образцов гене-

тический потенциал по изучаемому признаку не превышает 40 г. Большинство сортов (30 %) имели абсолютный вес зерна, равный 44–45 г. На долю более крупнозерных сортов (49–50 г) приходилось лишь 3,4 % от общего количества исследуемых образцов (рис. 2).

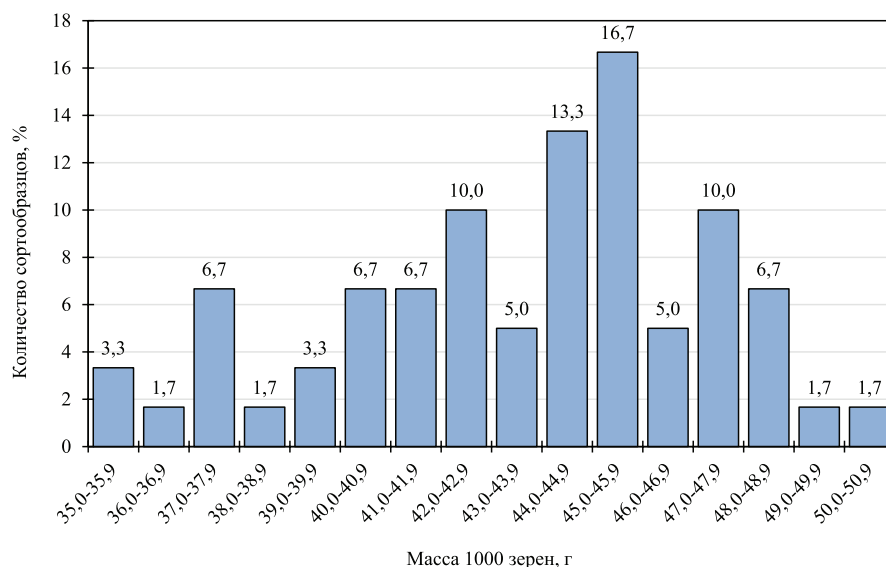


Рис. 2. Распределение сортов ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» в среднем за 2016–2021 гг.

Fig. 2. Distribution of the spring barley varieties according to the trait '1000-grain weight', mean in 2016–2021

Для оценки адаптивности сортов ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» нами было выделено 14 сортов ярового ячменя различного географического происхождения, сформировавшие за годы исследования (2016–2021) в засушливой части Ставропольского края наиболее крупное зерно.

В среднем за шесть лет исследований масса 1000 зерен у выделенных образцов варьировала от 46,0 до 50,1 г. Максимальные значения признака «масса 1000 зерен» отмечены у сортов российской селекции Виктор – 50,1 г и Нутанс 74840 – 49,7 г.

Выше среднего значения по опыту (47,8 г) имели сорта: Прикумский 14 (Россия) – 47,9 г; Волгоградский 12 (Россия) – 48,1 г; Новониколаевский (Россия) – 48,3 г; Эней УА

(Россия) – 48,8 г и Адапт (Украина) – 48,7 г. Величина изучаемого показателя у стандартного сорта Странник в среднем составила 47,7 г.

Следует отметить, что среди выделенных сортов в наиболее неблагоприятные 2018, 2019 и 2021 гг. высоким абсолютным весом зерна характеризовались российские сорта Нутанс 74840 – 45,7–46,3 г, Виктор – 46,0–47,0 г и стандартный сорт Странник – 45,1–47,2 г. В благоприятном 2017 г. – Виктор (Россия) – 59,2 г и Водограй (Украина) – 59,7 г. В умеренно благоприятном 2016 г. – Нутанс 74840 (Россия) – 53,6 г, Водограй (Украина) – 53,9 г и Адапт (Украина) – 54,8 г. В 2020 г. – Новониколаевский (Россия) – 51,0 г, Нутанс 74840 (Россия) – 51,7 г и Прикумский 14 (Россия) – 52,1 г (табл.1).

Таблица 1. Масса 1000 зерен образцов ярового ячменя за 2016–2021 годы
Table 1. '1000-grain weight' of the spring barley samples in 2016–2021

Сортообразец, страна	Масса 1000 зерен, г						
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее
Странник (стандарт)	46,7	53,1	46,2	47,2	48,1	45,1	47,7
Прикумский 14, Россия	48,1	52,9	45,9	45,9	52,1	42,2	47,9
Прикумский 22, Россия	50,4	54,2	44,1	44,7	49,0	42,9	47,6
Прикумский юбилейный, Россия	49,4	56,8	45,9	43,2	47,7	41,8	47,5
Нутанс 74840, Россия	53,6	55,1	45,7	45,9	51,7	46,3	49,7
Виктор, Россия	52,8	59,2	46,0	47,0	49,0	46,4	50,1
Белгородец, Россия	48,4	56,0	41,9	41,8	46,3	41,7	46,0
Безенчукский 2, Россия	46,9	56,3	43,2	42,3	48,2	42,4	46,6
Волгоградский 12, Россия	48,9	56,3	45,8	46,4	48,2	43,2	48,1
Новониколаевский, Россия	52,1	58,1	40,6	43,2	51,0	44,8	48,3
Биос 1, Россия	46,9	57,8	43,9	44,3	49,9	40,4	47,2
Эней УА, Россия	52,5	58,1	43,8	45,2	48,5	44,9	48,8
Адапт, Украина	54,8	58,5	43,5	47,0	46,7	41,8	48,7
Водограй, Украина	53,9	59,7	41,2	38,6	49,5	41,8	47,5
Zechtaler, Германия	52,1	52,9	41,1	41,8	44,4	43,9	46,0
Среднее	50,5	56,3	43,9	44,3	48,7	43,3	47,8
Индекс условий среды (Ij)	2,66	8,49	–3,92	–3,54	0,85	–4,53	

Значительные колебания погодных факторов в годы исследования (2016–2021) способствовали существенному варьированию у изучаемых генотипов признака «масса 1000 зерен» (от 5,9 до 18,1 %). Наибольшее варьирование имел сорт Водограй (Украина) – 18,1 %. Слабой

изменчивостью характеризовался стандартный сорт Странник – 5,9 %, а также образцы Нутанс 74840 (Россия) – 8,6 %, Прикумский 14 (Россия) – 9,5 % и Прикумский 22 – 9,8 %, что говорит о высокой стабильности признака «масса 1000 зерен» у данных сортов (табл. 2).

Таблица 2. Параметры адаптивности образцов ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» (в среднем за 2016–2021 гг.)
Table 2. Adaptability parameters of the spring barley samples varieties according to the trait '1000-grain weight' (mean in 2016–2021)

Сортообразец	Масса 1000 зерен, г		Коэффициент вариации, (V%)	Стрессоустойчивость, (Ymin–Ymax)	Гомеостатичность, (Hom)	Экологическая пластичность, (bi)
	min	max				
Странник (стандарт)	45,1	53,1	5,9	–8	101,2	0,49
Прикумский 14	42,2	52,9	9,5	–11	47,0	0,68
Прикумский 22	42,9	54,2	9,8	–11	43,1	0,86
Прикумский юбилейный	41,8	56,8	12,4	–15	25,5	1,02
Нутанс 74840	45,7	55,1	8,6	–9	61,9	0,80
Виктор	46,0	59,2	11,0	–13	34,3	0,99
Белгородец	41,7	56,0	13,4	–14	24,0	1,11
Безенчукский	42,3	56,3	12,9	–14	25,8	1,03
Волгоградский 12	43,2	56,3	10,4	–13	35,5	0,85
Новониколаевский	40,6	58,1	14,6	–18	19,0	1,34
Биос 1	40,4	57,8	14,4	–17	18,8	1,13
Эней УА	43,8	58,1	12,0	–14	28,5	1,08
Адапт	41,8	58,5	13,4	–17	21,8	1,21
Водограй	38,6	59,7	18,1	–21	12,4	1,59
Zechtaler	41,1	52,9	10,3	–12	38,0	0,91

Одним из важных показателей адаптивности сортов к неблагоприятным факторам среды является стрессоустойчивость. На основании проведенного исследования было установлено, что самую высокую устойчивость к стрессу имели сорт Нутанс 74840 (Россия) и стандарт Странник. Разница между минимальной и максимальной массой 1000 зерен составила менее 10 г. Наибольший стресс к внешним факторам среды испытывал сорт Водограй (Украина) $Y_{min}-Y_{max} = -21$, а также Новониколаевский (Россия) $Y_{min}-Y_{max} = -18$, Биос 1 (Россия) $Y_{min}-Y_{max} = -17$ и Адапт (Украина) $Y_{min}-Y_{max} = -17$.

Для определения в генотипе признаков адаптивности большой интерес представляет оценка гомеостатичности – способности организма сводить к минимуму последствия неблагоприятных условий среды. Согласно полученным данным высокой гомеостатичностью по признаку «масса 1000 зерен» отличались сорта, характеризовавшиеся наибольшей стабильностью и стрессоустойчивостью, – Странник $Hom = 101,2$ и Нутанс 74840 (Россия) $Hom = 61,9$. Низкой гомеостатичностью отличались сорта Водограй (Украина) $Hom = 12,4$, Биос 1 (Россия) $Hom = 18,8$ и Новониколаевский (Россия) $Hom = 19,0$.

В условиях со значительными колебаниями климата возникает необходимость определения пластичности или степени адаптации сорта к условиям выращивания. Методика, разработанная S. A. Eberhart, W. A. Russell и основанная на расчете коэффициента линейной регрессии (b_i), позволяет выявить реакцию генотипа на изменение условий выращивания и определить его пластичность.

Широкие пределы варьирования коэффициента регрессии ($b_i =$ от 0,49 до 1,59) за 2016–2021 гг. исследования позволили разделить сорта на три группы пластичности. Первая группа включала в себя образцы, которые в меньшей степени снижали массу 1000 зерен в экстремальной среде и являлись более адаптивными к ухудшению условий произрастания. Это сорта экстенсивного типа ($b_i = 0,49-0,91$): Прикумский 14 (Россия), Прикумский 22 (Россия), Нутанс 74840 (Россия),

Волгоградский 12 (Россия), Zechtaler (Германия) и стандартный сорт Странник.

Во второй группе находились пластичные сорта ($b_i = 0,99-1,08$): Прикумский юбилейный (Россия), Виктор (Россия), Безенчукский (Россия), Эней УА (Россия). Изменение изучаемого признака у данных образцов соответствовало изменяющимся условиям выращивания.

В третью группу входили сорта интенсивного типа, характеризовавшиеся высокой отзывчивостью на улучшение среды ($b_i = 1,11-1,59$): Белгородец (Россия), Новониколаевский (Россия), Биос 1 (Россия), Адапт (Украина) и Водограй (Украина). Такие сорта менее приспособлены к неблагоприятной среде и способны формировать крупное зерно только в лучших условиях возделывания.

Выводы. Проведенные за 2016–2021 гг. исследования позволили выделить 14 образцов ярового ячменя с массой 1000 зерен более 45 г и дать им комплексную оценку на адаптивность к засушливым условиям Ставропольского края.

Среди выделенных образцов более крупное зерно сформировал сорт Виктор (Россия). Масса 1000 зерен в среднем за шесть лет составила 50,1 г (+5,0 % к стандарту). Сорт пластичен ($b_i = 0,99$) и способен поддерживать постоянство изучаемого признака ($V = 11\%$) в изменяющихся условиях среды. Рекомендуется для селекционных программ в засушливых и влагообеспеченных регионах страны.

Для регионов с жесткими климатическими условиями селекционную ценность представляют сорта экстенсивного типа ($b_i = 0,49-0,80$) Странник и Нутанс 74840 (Россия), сочетающие в себе по признаку «масса 1000 зерен» высокую стабильность ($V = 5,9-8,6\%$), стрессоустойчивость ($Y_{min}-Y_{max} = -8; -9$) и гомеостатичность ($Hom = 101,2-61,9$).

Максимально отзывчивые на улучшение среды ($b_i = 1,21-1,59$) образцы – Адапт (Украина), Новониколаевский (Россия) и Водограй (Украина) в большей степени испытывали стресс к внешним факторам среды ($Y_{min}-Y_{max} = -17-21$). Такие сорта способны реализовать свой потенциал в благоприятных условиях и могут служить источником крупнозерности в селекции интенсивных сортов.

Библиографические ссылки

1. Абдуллаев Р. А., Яковлева О. В., Косарева И. А., Радченко Е. Е., Баташева Б. А. Скрининг резистентных к мучнистой росе образцов ячменя из Эфиопии по устойчивости к абиотическим стрессорам // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180(4). С. 152–158. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-152-158.
2. Анисков Н. И., Сафонова И. В. Сравнительная оценка показателей пластичности, стабильности и гомеостатичности сортов озимой ржи селекции ВИР по признаку «масса 1000 зерен» // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181(3). С. 56–63. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-56-63.
3. Гончаренко А. А. Об адаптивной способности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005 № 6. С. 49–53.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
5. Дубинина О. А., Самофалова Н. Е., Вожжова Н. Н. Адаптивный потенциал сортов озимой твердой пшеницы по признаку «масса 1000 зерен» // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 3–7.
6. Ерошенко Л. М., Ромахин М. М., Ерошенко Н. А., Дедушев И. А., Ромахина В. В., Болдырев М. А. Урожайность, пластичность, стабильность и гомеостатичность сортов ярового ячменя в ус-

ловиях Нечерноземной зоны // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. № 183(1). С. 38–47. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-38-47.

7. Кинчаров А. И., Таранова Т. Ю., Демина Е. А., Чекмасова К. Ю. Селекционная оценка признака масса 1000 зерен в засушливых условиях [Электронный ресурс] // Успехи современного естествознания. 2020. № 5. С. 7–12. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37384> (дата обращения: 05.05.2022).

8. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. Т. 4. С. 109–113.

9. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекцион.-генет. ин-та. Одесса, 1981. Вып. 1 (39). С. 8–14.

10. Шоева О. Ю., Глаголева А. Ю., Кукоева Т. В. Влияние локуса B1p1, контролирующего синтез меланина в колосе ячменя, на размер и вес зерна // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. № 182(2). С. 89–95. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-89-95.

11. Юсова О. А., Николаев П. Н., Анисков Н. И., Сафонова И. В. Адаптивность сортов ячменя по признаку «масса 1000 зерен» в условиях лесостепи Омской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 2. С. 24–28. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10205.

References

1. Abdullaev R. A., Yakovleva O. V., Kosareva I. A., Radchenko E. E., Batasheva B. A. Screening resistantnykh k muchnistoi rose obraztsov yachmenya iz Efiopii po ustoichivosti k abioticheskim stressoram [Screening of powdery mildew resistant barley samples from Ethiopia according to abiotic stressors' tolerance] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2019. № 180(4). S. 152–158. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-152-158.

2. Anis'kov N. I., Safonova I. V. Sravnitel'naya otsenka pokazatelei plastichnosti, stabil'nosti i gomeostatichnosti sortov ozimoi rzhii selektsii VIR po priznaku «massa 1000 zeren» [Comparative estimation of indicators of adaptability, stability, and homeostasis of winter rye varieties of VIR breeding according to the trait '1000-grain weight'] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2020. № 181(3). S. 56–63. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-56-63.

3. Goncharenko A. A. Ob adaptivnoi sposobnosti i ekologicheskoi ustoichivosti sortov zernovykh kul'tur [On the adaptive capacity and environmental sustainability of grain varieties] // Vestnik RASKhN. 2005. № 6. S. 49–53.

4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.

5. Dubinina O. A., Samofalova N. E., Vozhzhova N. N. Adaptivnyi potentsial sortov ozimoi tvrdoi pshenitsy po priznaku «massa 1000 zeren» [Adaptive potential of winter durum wheat varieties according to the trait '1000-grain weight'] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 3–7.

6. Eroshenko L. M., Romakhin M. M., Eroshenko N. A., Dedushev I. A., Romakhina V. V., Boldyrev M. A. Urozhainost', plastichnost', stabil'nost' i gomeostatichnost' sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Nечерноземной зоны [Productivity, adaptability, stability, and homeostasis of spring barley varieties in the conditions of the Nonchernozem zone] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2022. № 183(1). S. 38–47. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-38-47.

7. Kincharov A. I., Taranova T. Yu., Demina E. A., Chekmasova K. Yu. Seleksionnaya otsenka priznaka «massa 1000 zeren» v zasushlivykh usloviyakh [Breeding evaluation of the trait '1000-grain weight' in arid conditions] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2020. № 5. S. 7–12. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37384> (data obrashcheniya: 05.05.2022).

8. Pakudin V. Z., Lopatina L. M. Otsenka ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Estimation of ecological adaptability and stability of crop varieties] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 1984. Т. 4. С. 109–113.

9. Khangil'din V. V., Litvinenko N. A. Gomeostatichnost' i adaptivnost' sortov ozimoi pshenitsy [Homeostaticity and adaptability of winter wheat varieties] // Nauch.-tekhn. byul. Vsesoyuz. selekcion.-genet. in-ta. Odessa, 1981. V. 1 (39). S. 8–14.

10. Shoeva O. Yu., Glagoleva A. Yu., Kukoeva T. V. Vliyanie lokusa B1p1, kontroliruyushchego sintez melanina v kolose yachmenya, na razmer i ves zerna. Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii [The effect of the B1p1 locus, which controls melanin synthesis in the barley ear, on grain size and weight]. 2021. № 182(2). S. 89–95. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-89-95.

11. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Anis'kov N. I., Safonova I. V. Adaptivnost' sortov yachmenya po priznaku «Massa 1000 zeren» v usloviyakh lesostepi Omskoi oblasti [Adaptability of barley varieties according to the trait '1000-grain weight' in the forest-steppe of the Omsk region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. Т. 34, № 2. С. 24–28. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10205.

Поступила: 28.06.22; доработана после рецензирования: 04.08.22; принята к публикации: 05.08.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Морозов Н. А., Самсонов И. В. – концептуализация исследования; Панкратова Н. А. – подготовка опыта; Панкратова Н. А. – выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных; Самсонов И. В. – анализ данных и их интерпретация; Самсонов Иван Владимирович – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.