

## АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ ЯРОВОГО ОВСА ПО ПРИЗНАКУ

### «МАССА 1000 ЗЕРЕН» В УСЛОВИЯХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

П. Н. Николаев<sup>1</sup>, О. А. Юсова<sup>1</sup>, С. В. Васюкевич<sup>1</sup>, Н. И. Аниськов<sup>2</sup>, И. В. Сафонова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Омский аграрный научный центр», пр. Королева, 26, г. Омск, 644012;

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр  
«Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова»,  
ул. Большая Морская, 42-44, г. Санкт-Петербург, 190000  
E-mail: ksanajusva@rambler.ru

Поступила в редакцию 25 мая 2018 г., принята к печати 27 мая 2019 г.

Целью исследований являлось определение параметров экологической пластичности и стабильности признака «масса 1000 зерен» у сортов ярового овса в условиях Омского Прииртышья. Объектом исследований являлись 9 сортов овса пленчатой формы и 3 сорта голозерной формы. В качестве стандартов использовались сорта Орион и Омский голозерный селекции ФГБНУ ОмАНЦ. Проведены исследования индекса условий среды, коэффициента экологической пластичности и стабильности, мультипликативности, адаптивности, а также устойчивости к стрессу и компенсаторной способности. На формирование массы 1000 зерен овса основное влияние оказывали условия выращивания (73,3% и 78,3% у пленчатых и голозерных сортов). Максимальная крупность зерна отмечена у сортов Иртыш 23, Сибирский геркулес (+9 и +14% к st.) и Прогресс (+14,2% к st.). Результаты исследования позволяют рекомендовать для включения в селекционные программы, а также для возделывания в условиях Омского Прииртышья пленчатые сорта овса Тарский 2, Иртыш 23, Иртыш 21, Орион, Скакун и Сибирский Геркулес ( $\Sigma$  рангов = 21,0÷37,0), а также голозерный сорт Левша ( $\Sigma$  рангов = 47,0). Данные сорта характеризуются адаптивностью к изменяющимся местным условиям выращивания по признаку «масса 1000 зерен» и предназначены для использования в кормовых и пищевых целях во всех зонах 9-го, 10-го и 11-го регионов РФ, а также в Республике Казахстан.

**Ключевые слова:** яровой овес, масса 1000 зерен, стабильность, пластичность, стрессоустойчивость.

## ADAPTIVE POTENTIAL OF SPRING OATS VARIETIES BY «MASS OF 1000 GRAINS» IN THE CONDITIONS OF OMSK PRIIRTYSHYE

P. N. Nikolaev<sup>1</sup>, O. A. Yusova<sup>1</sup>, S. V. Vasyukevich<sup>1</sup>, N. I. Aniskov<sup>2</sup>, I. V. Safonova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Omsk Agrarian Scientific Center, 26, Koroleva pr., Omsk, 644012, Russia;

<sup>2</sup> N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,  
42-44, Bol'shaya Morskaya St., St. Petersburg, 190000, Russia  
E-mail: ksanajusva@rambler.ru

The aim of the study was to determine the parameters of ecological plasticity and stability of 1000 grains mass of spring oats varieties in the conditions of Omsk Priirtyshye. Nine oats varieties of hulled forms and 3 varieties of hulless form were studied during the experiment. Varieties Orion and Omskyi hulless of Omsk Agrarian Scientific Center breeding were used as standards. Studies of environmental conditions index, coefficient of ecological plasticity and stability, multiplicativity, adaptability, stress resistance and compensatory ability were carried out in the framework of the research. The formation of mass of 1000 grains was mainly influenced by growing conditions (in 73.3% and 78.3% for hulled and hulless oats varieties, respectively). The maximum grain size was noted for the varieties Irtysh 23, Siberian hercules (+9% and +14% to standard) and Progress (+14.2% to standard). The results of the research allow to recommend hulled oat varieties Tarskyi 2, Irtysh 23, Irtysh 21, Orion, Skakun, Siberian hercules ( $\Sigma$  rang = 21,0 ÷ 37,0) and hulless variety Levsha ( $\Sigma$  rang = 47,0) for inclusion in breeding programs, as well as for cultivation in the conditions of Omsk Priirtyshye. These varieties are characterized by adaptability to changing local growing conditions by the mass of 1000 grains and are intended for use in feed and food purposes in all zones of the 9th, 10th and 11th regions of the Russian Federation, as well as in the Republic of Kazakhstan.

**Keywords:** spring oats, mass of 1000 grains, stability, plasticity, stress resistance.

## ВВЕДЕНИЕ

Яровой овес является одной из наиболее распространенных и важнейших зерновых культур в мировом земледелии. В России он занимает четвертое место по посевным площадям после пшеницы, ячменя и кукурузы на зерно. В Сибирском Федеральном округе основные площади овса сосредоточены в Алтайском и Красноярском крае, а также в Новосибирской и Тюменской областях. Овес получил широкое распространение благодаря тому, что он обладает не только уникальными кормовыми и пищевыми качествами, но и стабильной урожайностью в сложных климатических условиях Сибири, в отличие от других зернофуражных культур (Фомина, 2016).

В настоящее время особую актуальность приобрели вопросы выявления и создания адаптивных сортов овса (Holland et al., 2002), характеризующихся стабильностью основных признаков урожайности и качества зерна, в том числе крупности. Более крупное зерно отличается повышенной массой 1000 зерен – это сортовой признак, изменение которого зависит от условий выращивания. Сорта с крупным зерном более устойчивы к лимитирующим факторам среды и характеризуются высоким выходом продукции. Масса 1000 зерен, по мнению большинства исследователей, соответствует критерию адаптивности, так как является признаком, который характеризует конечный результат взаимодействия сорта и среды в процессе формирования продуктивности (Баталова, 2013; Сайнакова, 2015).

В связи с этим целью исследований являлось определение параметров экологической пластичности и стабильности признака «масса 1000 зерен» у сортов ярового овса в условиях Омского Прииртышья.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы проведена в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) на опытных полях ФГБНУ СибНИИСХ (южная лесостепь, г. Омск) в течение 2011–2016 гг. Площадь делянки составляла 10 м<sup>2</sup>, повторность опыта – 4-х кратная, норма высева – 4 млн. всхожих зерен на 1 га. Агротехника проведения опытов является общепринятой для Западно-Сибирского региона. Наблюдения, оценки и учеты проводились согласно методике ВИР (Лоскутов, 2012) Математическая обработка данных с целью выявления существенных различий осуществлялась при помощи метода дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

Рассчитан индекс условий среды ( $I_j$ ) по S. A. Eberhard и W. A. Russell (1966), а также определены линейная реакция сорта на среду ( $b_i$  – коэффициент экологической пластичности) и нелинейные отклонения от линии регрессии ( $\sigma^2 d$  – стабильность).

Коэффициент адаптивности (К.А.) рассчитан посредством деления показателя общей видовой реакции отдельных сортов на их количество по методике Животкова и др. (1994). Если К.А. превышает 100%, то такой сорт является потенциально адаптивным.

$$К.А. = \frac{Y_{ij} \times 100}{Y_j},$$

где  $Y_{ij}$  – масса 1000 зерен  $i$ -го сорта в  $j$ -й год испытания;  $Y_j$  – среднесортовая масса 1000 зерен за год.

Стрессоустойчивость и компенсаторная способность сортов определялись по А. А. Rossielle и S. Hemblin (1981) в изложении А. А. Гончаренко (2005).

$$\text{Устойчивость к стрессу} = Y_{\min} - Y_{\max}.$$

$$\text{Компенсаторная способность} = (Y_{\min} + Y_{\max})/2,$$

где  $Y_{\min}$  и  $Y_{\max}$  – минимальная и максимальная урожайность сорта.

Метод А. А. Грязнова (1996) основан на вычислении среднего индекса экологической пластичности (ИЭП) по формуле:

$$\text{ИЭП} = \left( \frac{УС_1}{СУО_1} + \frac{УС_2}{СУО_2} + \dots + \frac{УС_n}{СУО_n} \right) / n,$$

где  $УС_1, УС_2, УС_n$  – урожайность сорта в разные годы испытаний;  $СУО_1, СУО_2, СУО_n$  – средняя урожайность сортов в каждом из вариантов опыта.

В. А. Драгавцев с соавторами (1984) предложили использовать коэффициент мультипликативности (КМ), который позволяет сравнить изменчивость признака:

$$КМ = \frac{\bar{x}_i + b_i * y_i}{X_i},$$

где  $\bar{x}_i$  – среднее значение исследуемого признака у  $i$ -сорта;  $b_i$  – коэффициент линейной регрессии  $i$ -сорта;  $y_i$  – среднее значение по всем сортам для каждого  $j$ -го пункта эксперимента.

Наиболее адаптивные для условий Омского Прииртышья сорта определялись на основании суммы рангов по указанным методам.

Объектами исследований являлись сорта ярового овса пленчатой (разновидность *mutica*, *A. sativa*) и голозерной (разновидность *inermis*, *A. sativa*) форм, отличающиеся устойчивостью к головневым патогенам. Данные сорта в основном среднеспелые, они проходят государственное испытание, включены в Государственный реестр и допущены к использованию по Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам. Ниже приведена краткая характеристика сортов.

*Орион* – стандарт для сортов овса пленчатой формы при испытании по Омской области (Омский кормовой 1 × Ристо). Сорт продуктивный, устойчивый к засухе и полеганию. Патент № 0327, зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений РФ 22.04.1999 г.

*Иртыш 13* – индивидуальный отбор из сорта *Harmon* (Канада), высокопродуктивный, зерно крупное. Патент № 0326, 22.04.1999 г.

*Иртыш 21* (Мутика 611 × Мутика 570) × Скакун) – устойчивый к засухе и полеганию, высокопродуктивный и высококачественный сорт. Патент № 2102, 23.01.2004 г.

*Иртыш 23* (Памяти Богачкова × Мутика 810) – характеризуется стабильно высокими урожайностью и качеством зерна.

*Тарский 2* ((Мутика 290 × Бизантина 474) × К-12914) – устойчивый к засухе сорт. Патент № 0942, 28.03.2001 г.

*Памяти Богачкова* (Фаленский 3 × Мутика 559) – высокопродуктивный и скороспелый сорт. Патент № 0592, 05.04.2000 г.

*Скакун* (Фрезер × Астор) – среднеранний и среднеспелый сорт, устойчивый к полеганию, осыпанию и засухе, пластичный и высокоурожайный, включен в Госреестр ценных по качеству сортов с 1998 г. Оригинатор – НПО «Подмосковное» и Ульяновская опытная станция.

*Факел* (Иртыш 21 × Paul) – урожайный сорт, характеризуется повышенным содержанием сырого жира в зерне. Передан на ГСИ в 2014 г.

*Сибирский Геркулес* (Иртыш 21 × Левша) – урожайный сорт, пластичный по белковости, качество зерна повышенное. Передан на ГСИ в 2015 г.

*Сибирский голозерный* (Тарский 2 × Paul) – стандарт для сортов овса голозерной формы при испытании по Омской области. Сорт

засухоустойчивый, отличается высокой продуктивностью, качеством и крупностью зерна. Патент № 4073, 29.05.2008 г.

*Прогресс* (Иртыш 21 × Paul) – среднепозднеспелый сорт со средней засухоустойчивостью, высокой продуктивностью и крупностью зерна. Патент № 7208, 27.12.2013 г.

*Левша* – раннеспелый сорт, устойчивый к засухе и полеганию. Включен в список ценных по качеству сортов. Районирован в 2005 г. Оригинатор – Кемеровский НИИСХ.

Климатические условия в годы проведения исследований были достаточно контрастными и довольно полно отражали особенности южной лесостепной зоны Омской области, что повлияло на формирование качества и продуктивности сортов ярового овса. Засушливые условия наблюдались в 2012, 2014 и 2015 гг. (ГТК = 0,69÷0,80). Достаточным увлажнением отличались периоды вегетации 2011, 2013 и 2016 гг. (ГТК = 0,92÷0,99).

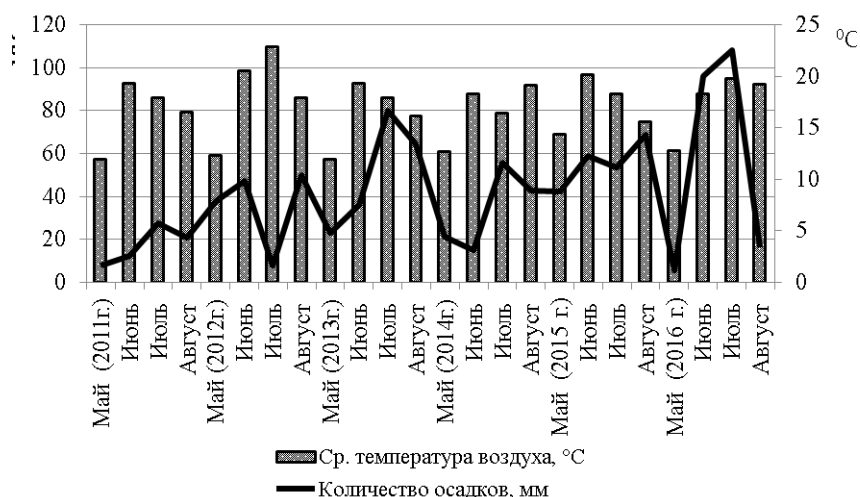


Рис. Характеристика вегетационных периодов 2011-2016 гг. (Омская ГМОС)

Превышение среднемноголетних показателей температуры установлено в мае 2011, 2014–2016 гг. (+0,3÷+2,8°C к норме), июне 2011, 2012, 2014–2016 гг. (+0,6÷+2,9°C), июле 2012, 2015 и 2016 гг. (+0,3÷+3,4°C). Температура воздуха в августе была существенно ниже среднемноголетних показателей (–0,8÷–2,4 °C) в периоды вегетации 2011, 2013–2015 гг., на уровне — в 2012 г. и превышала их в 2016 г. (+1,3°C).

Достаточным увлажнением характеризовались май 2012–2016 гг. (5,4÷45 мм осадков), июнь 2011, 2015 и 2016 гг. (27,3÷96,2 мм), июль 2011, 2013–2016 гг. (27,3÷108 мм) и август 2011, 2013–2015 гг. (21,0÷68,6 мм). В остальные месяцы периода исследований наблюдались засушливые условия (5,4÷15,7 мм).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В современных условиях оценке адаптивности сортов овса уделяется особое внимание (Holland et al.,

Таблица 1. Параметры адаптивной способности сортов овса по массе 1000 зерен

Сорт	Масса 1000 зерен	$b_i$	$\sigma^2 d$	К.А.,	ИЭП	К.М.	$Y_{min}-Y_{max}$	$(Y_{min} + Y_{max})/2$
------	------------------	-------	--------------	-------	-----	------	-------------------	-------------------------

2002). Она должна проводиться не только по урожайности, но и по крупности зерна. Данная проблема особенно актуальна в районах с неблагоприятными условиями климата, к которым в том числе относится Омское Прииртышье. В указанном регионе в среднем за период исследований с 2011 по 2016 гг. в питомнике КСИ масса 1000 зерен овса составила 37,5 г у пленчатых сортов и 28,7 г – у голозерных. Минимальная крупность зерна отмечена в 2012 и 2015 гг. (масса 1000 зерен составила 33,75 г) при минимальном индексе условий окружающей среды (–1,88). Наиболее крупное зерно (38,53 г) сформировалось в вегетационный период 2011 г. при высоком индексе условий окружающей среды (2,90). Максимально крупное зерно сформировали пленчатые сорта овса Иртыш 23 и Сибирский Геркулес (+9 и 14% к st.) на уровне стандарта Тарский 2 (38,53 г). Среди сортов голозерной формы повышенной крупностью зерна отличался сорт Прогресс (+14,2% к st.).

	Lim., г	$\bar{x}_i$ , г	отн. к ст., %			%				
Орион, st.	35,4–39,8	36,9	100,0	0,70	1,56	104,0	1,04	1,70	–4,40	37,60
Иртыш 13	29,5–39,0	35,8	97,0	0,94	2,97	100,0	1,00	1,90	–9,50	34,20
Иртыш 21	32,9–41,7	37,6	102,0	1,69	6,04	106,0	1,06	2,60	–8,80	37,30
Иртыш 23	36,3–46,6	42,1	114,0	1,55	7,54	119,0	1,19	2,30	–10,30	41,50
Тарский 2	34,4–43,7	38,5	104,0	1,72	0,70	109,0	1,09	2,60	–9,30	39,00
Памяти Богачкова	29,5–40,1	34,8	94,0	1,72	3,84	98,0	0,98	2,07	–10,60	32,70
Скакун	31,7–37,0	35,0	95,0	1,06	1,47	99,0	0,99	2,10	–5,30	34,50
Факел	34,3–38,9	36,7	99,0	0,45	2,31	104,0	1,04	1,40	–4,60	36,60
Сибирский геркулес	36,5–43,4	40,2	109,0	0,65	6,65	113,0	1,13	1,60	–5,50	39,20
Сибирский голозерный, st.	20,5–31,2	27,2	100,0	0,50	4,29	78,0	0,78	1,70	–10,70	25,80
Прогресс	26,2–35,4	31,1	114,2	0,37	1,99	87,0	0,87	1,20	–9,20	30,80
Левша	25,7–30,0	27,9	102,7	0,65	0,97	79,0	0,79	1,80	–4,30	27,80
$S \bar{x}_i$		1,3	3,5	0,15	0,67	3,67	0,04	0,14	0,76	1,38

Lim. – лимиты;  $\bar{x}_i$  – среднее значение показателя; st. – стандартный сорт;  $b_i$  – коэффициент линейной регрессии;  $\sigma^2d$  – величина стабильности реакции сортов (по S. A. Eberhart и W. A. Russell); К.А. – коэффициент адаптивности (по Л. А. Животкову);  $Y_{min}-Y_{max}$  – показатель стрессоустойчивости сорта;  $(Y_{min} + Y_{max})/2$  – компенсаторная способность (по А. А. Rossielle и J. Hemblin); ИЭП – индекс экологической пластичности (по А. А. Грязнову); К.М. – коэффициент мультипликативности (по В. А. Драгавцеву)

В настоящее время предложен ряд методик для определения требовательности сорта к условиям внешней среды. На первом этапе методом двухфакторного дисперсионного анализа устанавливается достоверность различий и значимость влияния среды и сортов на массу 1000 зерен. В результате исследований выявлено, что формирование массы 1000 зерен зависело от условий года (доля фактора А составила 73,3% и 78,3% у пленчатой и голозерной форм соответственно) при значительной доле взаимодействия факторов «генотип × среда» (19,4% и 18,7% у пленчатой и голозерной форм),  $F_{факт} > F_{05}$ .

Современный уровень земледелия пока не позволяет в достаточной степени нивелировать воздействие неблагоприятных природных факторов. Поэтому сорта должны отличаться как хорошей отзывчивостью на повышение плодородия, так и устойчивостью к лимитирующим факторам среды (Сурин и др., 2011). Метод S. A. Eberhart и W. A. Russell (1966) основан на расчете двух параметров: коэффициента регрессии ( $b_i$ ) и дисперсии ( $\sigma^2d$ ). Первый характеризует реакцию генотипа на изменение условий выращивания, второй — стабильность сорта в различных условиях среды. Чем выше значение коэффициента (при  $b_i > 1$ ), тем большей отзывчивостью на улучшение условий обладает данный образец. При  $b_i < 1$  сорт слабее реагирует на изменения условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых образцов. При  $b_i = 1$  изменение крупности зерна полностью соответствует изменению условий выращивания. В рамках настоящего исследования

установлено, что в результате улучшения условий выращивания масса 1000 зерен увеличивалась у следующих сортов: Тарский 2, Памяти Богачкова, Иртыш 21, Иртыш 23 и Скакун ( $b_i = 1,06 \div 1,72$ ). Перечисленные сорта формируют крупное зерно только при высоком уровне агротехники, что соответствует интенсивному типу. У остальных сортов масса 1000 семян слабо изменяется при ухудшении условий возделывания, что соответствует экстенсивному типу.

Немаловажное значение в селекционном процессе имеет такой показатель, как стабильность исследуемого признака (Hinch et al., 2007), т. е. способность сорта поддерживать его оптимальный уровень в различных почвенно-климатических условиях. В настоящем исследовании на стабильность признака указывает дисперсия  $\sigma^2d$  – чем меньше данный параметр, тем более стабильно сорт формирует крупное зерно в различных условиях выращивания. Высокой стабильностью реакции на условия среды характеризовались сорта Тарский 2 и Левша ( $\sigma^2d < 1$ ), остальные исследуемые сорта отличались низкой стабильностью (при  $\sigma^2d > 1$ ).

Высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и стабильностью реакции на них (при  $b_i > 1$ ,  $\sigma^2d < 1$ ) обладает сорт Левша. Данный сорт ежегодно используется в программах гибридизации лаборатории селекции зернофуражных культур для создания нового селекционного материала, что подтверждает его высокую ценность.

Расчет параметров адаптивности (по методике В. А. Драгавцева, 1984) основан на использовании нового показателя — коэффициента

мультипликативности (К.М.). Чем выше числовое значение данного коэффициента, тем сильнее увеличивается крупность зерна при улучшении условий выращивания. В настоящем исследовании высокие значения коэффициента мультипликативности отмечены у сортов Памяти Богачкова, Тарский 2, Скакун, Иртыш 21 и Иртыш 23 ( $KM = 2,07 \div 2,60$ ).

Надежной характеристикой сортов в различных условиях возделывания является показатель их устойчивости к стрессу (Rossielle, Hemblin, 1981). Стрессоустойчивость имеет отрицательное значение: чем меньше разрыв между  $min$  и  $max$  показателями, тем выше стрессоустойчивость сорта по данному признаку и тем шире диапазон его приспособительных возможностей. Высокой стрессоустойчивостью характеризуются сорта Левша, Орион, Факел, Скакун и Сибирский Геркулес ( $Y_{min} - Y_{max} = -4,3 \div -5,5$ ).

Оценку стрессоустойчивости сортов можно дополнить показателем компенсаторной способности, который выражает степень соответствия генотипа сорта факторам среды. В условиях Омского Прииртышья высокой компенсаторной способностью отличаются сорта ярового овса Иртыш 23, Сибирский Геркулес и Тарский 2 ( $(Y_{min} + Y_{max})/2 = 39,0 \div 41,5$ ).

Индекс экологической пластичности (ИЭП) позволяет оценить пластичность признака у сортов овса в регионах с неблагоприятными климатическими условиями (по А. А. Грязнову, 1996). ИЭП целесообразно принять за единицу: при ИЭП > 1 сорта характеризуются как пластичные. К таким сортам относятся Иртыш 23, Сибирский Геркулес, Тарский 2 и Иртыш 21 (ИЭП =  $1,06 \div 1,19$ ).

Для сравнения адаптивной реакции сортов применялся показатель среднесортовой массы 1000 зерен за год, выраженный в процентах (по методике Л. А. Животкова, 1994). Согласно результатам проведенных расчетов, наиболее пластичными являются пленчатые сорта Иртыш 23, Сибирский Геркулес, Тарский 2 (К.А. =  $109 \div 119\%$ ) и голозерный сорт Прогресс (К.А. = 87%). Менее адаптивными оказались сорта Иртыш 21, Орион, Факел и Иртыш 13 (К.А. =  $100 \div 106\%$ ), что соответствует стандарту.

По мнению многих авторов, оценка генотипов при помощи только одного метода недостаточно полно характеризует их стабильность и пластичность. Наиболее полную информацию можно получить при использовании нескольких методов, но в подобном случае для их сравнения удобнее применять принцип ранжирования сортов по параметрам и проводить оценку по сумме рангов, полученной для каждого сорта. При этом следует учитывать, что 1-й ранг наиболее высокий, а 12-й – наиболее низкий. В настоящем исследовании меньшая сумма рангов при использовании большинства методов оценки получена для пленчатых сортов Тарский 2, Иртыш 23, Иртыш 21, Орион, Скакун и Сибирский Геркулес ( $\sum$  рангов =  $21,0 \div 37,0$ ), а также для голозерного сорта Левша ( $\sum$  рангов = 47,0). Данные сорта наиболее способны к формированию крупного зерна в контрастных климатических условиях Омского Прииртышья, т.к. характеризуются устойчивостью к варьирующимся условиям выращивания по признаку «масса 1000 зерен».

Таблица 2. Ранги параметров адаптивной способности сортов овса по массе 1000 зерен

Сорт	$b_i$	$\sigma^2 d$	К.А.	ИЭП	К.М.	$Y_{min} - Y_{max}$	$(Y_{min} + Y_{max})/2$	$\Sigma$ рангов
Орион, st.	6,0	4,0	5,0	5,0	7,0	2,0	4,0	33,0
Иртыш 13	5,0	6,0	6,0	6,0	5,0	9,0	8,0	45,0
Иртыш 21	2,0	9,0	4,0	4,0	2,0	6,0	5,0	32,0
Иртыш 23	3,0	11,0	1,0	1,0	3,0	10,0	1,0	30,0
Тарский 2	1,0	1,0	3,0	3,0	2,0	8,0	3,0	21,0
Памяти Богачкова	1,0	7,0	8,0	8,0	1,0	11,0	9,0	45,0
Скакун	4,0	3,0	7,0	7,0	4,0	4,0	7,0	36,0
Факел	9,0	5,0	5,0	5,0	10,0	3,0	6,0	43,0
Сибирский геркулес	7,0	10,0	2,0	2,0	9,0	5,0	2,0	37,0
Сибирский голозерный, st.	8,0	8,0	11,0	11,0	8,0	12,0	12,0	70,0
Прогресс	10,0	12,0	9,0	9,0	11,0	7,0	10,0	68,0
Левша	7,0	2,0	10,0	10,0	6,0	1,0	11,0	47,0
$S \bar{x}_i$	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,03	4,2

## ВЫВОДЫ

1. В условиях Омского Прииртышья в питомнике КСИ в среднем за период исследований с 2011 по 2016 гг. масса 1000 зерен составила 37,5 г у пленчатых сортов овса и 28,7 г – у голозерных. Наиболее крупным зерном отличались сорта Иртыш 23, Сибирский геркулес и Прогресс ( $+9 \div +14,2\%$  к st.).

2. Согласно оценке по S. A. Eberhart и W. A. Russell, стабильно высокой массой 1000 зерен характеризовался пленчатый сорт Тарский 2 ( $\sigma^2d < 1$ ). Голозерный сорт Левша отличался высокой стабильностью и отзывчивостью на улучшение условий среды ( $b_i > 1$ ,  $\sigma^2d < 1$ ).

3. Сорта Памяти Богачкова, Тарский 2, Скакун, Иртыш 21 и Иртыш 23 характеризовались отзывчивостью на условия выращивания согласно оценке, как по S. A. Eberhart и W. A. Russell ( $b_i = 1,06 \div 1,72$ ), так и по В. А. Драгавцеву (К.М. =  $2,07 \div 2,60$ ).

4. Высокой стрессоустойчивостью ( $Y_{min} + Y_{max} = -4,3 \div -5,5$ ) отличались сорта Левша, Орион, Факел, Скакун и Сибирский Геркулес. Высокой степенью соответствия между факторами среды и генотипом характеризовались сорта Иртыш 23, Сибирский Геркулес и Тарский 2 ( $(Y_{min} + Y_{max})/2 = 39,0 \div 41,5$ ) (по А. А. Rossielle и J. Hemblin).

5. К пластичным сортам (по А. А. Грязнову) относятся Иртыш 23, Сибирский Геркулес, Тарский 2 и Иртыш 21 (ИЭП =  $1,06 \div 1,19$ ), к адаптивным (по А. А. Животкову) – пленчатые сорта Иртыш 23, Сибирский Геркулес и Тарский 2 (К.А. =  $109 \div 119\%$ ), а также голозерный сорт Прогресс (К.А. =  $87\%$ ).

6. Для включения в селекционные программы, а также для возделывания в условиях Омского Прииртышья рекомендуются пленчатые сорта овса Тарский 2, Иртыш 23, Иртыш 21, Орион, Скакун и Сибирский Геркулес ( $\Sigma$  рангов =  $21,0 \div 37,0$ ), а также голозерный сорт Левша ( $\Sigma$  рангов =  $47,0$ ). Данные сорта характеризуются адаптивностью к варьирующимся местным условиям выращивания по признаку «масса 1000 зерен».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баталова Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров: Орма, 2013. С. 228.
- Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 49–53.
- Грязнов А. А. Карабальский ячмень. Кустанай, 1996. 448 с.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Драгавцев В. А., Цильке В. А., Рейтер Б. Г. Генетика признаков продуктивности яровой пшеницы в Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1984. 229 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.
- Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса: методические указания. СПб.: ООО «Копи-Р», 2012. 62 с.
- Сайнакова А. Б., Литвинчук О. В. Оценка экологической пластичности и стабильности коллекционных образцов овса по массе 1000 зерен // Вестник Кемеровского государственного университета. 2015. № 4(64). С. 72–74.
- 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.
- Фомина М. Н. Урожайность пленчатых сортов овса и особенности ее формирования в условиях северной лесостепи Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 12. С. 24–27.
- Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop. Sci., 1966, v. 6, no. 1, pp. 36–40.
- Hincha D. K. Fructans from Oat and rye: Composition and Effects on Membrane Stability during Drying // Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes, 2007, no. 6, pp. 1611–1619. DOI: 10.1016/j.bbamem.2007.03.011
- Holland J B. Recurrent Selection for broad Adaptation Affects Stability of Oat / J. B. Holland, A. B. Jornstad, K. J. Frey, M. Gullord, D M. Wesenberg // Euphytica, 2002, no 2, pp 265–274.
- Rossiell A A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environvents // Crop. Sci., 1981, v 21, no 6, pp 27–29.

## REFERENCES

- Batalova G. A. *Oves v Volgo-Vyatskom regione* [Oats in the Volga-Vyatka region]. Kirov: Orma, 2013, pp. 228.
- Goncharenko 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.
- Gryaznov A. A. *Karabal'skij yachmen'* [Carbolic barley]. Kustanaj, 1996. 448 pp.
- Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
- Dragavcev V. A., Cil'ke V. A., Rejter B. G. *Genetika priznakov produktivnosti yarovoj pshenicy v Zapadnoj Sibiri* [Genetics of signs of productivity of spring wheat in Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 1984. 229 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» // *Selekciya i semenovodstvo*, 1994, no. 2, pp. 3–6.
- Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blinova E. V. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i sohranenyu mirovoj kollekcii yachmenya i ovsa: metodicheskie ukazaniya* [Methodical instructions for the study and preservation of the world collection of barley and oats: methodical instructions]. Saint-Peterburg.: ООО «Kopi-R», 2012. 62 p.
- Sajnakova A. B., Litvinchuk O. V. Ocenka ehkologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti kollekcionnyh obrazcov ovsa po masse 1000 zeren [Assessment of ecological plasticity and stability of collection samples of oats by weight of 1000 grains] // *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, no. 4(64), pp. 72–74.
- 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.
- Fomina M. N. Urozhajnost' plenchatyh sortov ovsa i osobennosti ee formirovaniya v usloviyah severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti [Yield of captive oat varieties and features of its formation in the conditions of the Northern forest-steppe of the Tyumen region] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2016, no. 12, pp. 24–27.
- Eberhart S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // *Crop. Sci.*, 1966, v. 6, no. 1, pp. 36–40.
- Hincha D. K. Fructans from Oat and rye: Composition and Effects on Membrane Stability during Drying // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes*, 2007, no. 6, pp. 1611–1619. DOI: 10.1016/j.bbamem.2007.03.011
- Holland J. B. Recurrent Selection for broad Adaptation Affects Stability of Oat / J. B. Holland, A. B. Jornstad, K. J. Frey, M. Gullord, D. M. Wesenberg // *Euphytica*, 2002, no. 2, pp. 265–274.
- Rossiell A. A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // *Crop. Sci.*, 1981, v. 21, no. 6, pp. 27–29.

УДК 633.11:581.1:631.52

DOI: 10.25695/AGRPH.2019.02.07

**ПРОНИКАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ КОРНЕЙ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО ВЛАГООБЕСПЕЧЕНИЯ  
(часть I)**

**В. В. Новохатин**

*НИИСХ Северного Зауралья, филиал ТюмНЦ СО РАН,  
625501 Тюменская обл., Тюменский район (код-3452),  
пос. Московский, ул. им. В. В. Бурлаки, 2  
E-mail: natalya.sharapov@bk.ru*

*Поступила в редакцию 21 ноября 2018 г., принята к печати 27 мая 2019 г.*

Зародышевые корни пшеницы, образующие первичную корневую систему, в условиях недостаточного увлажнения в основном обеспечивают растения влагой. Поэтому глубина проникновения корней в почву и активность их роста оказывают существенное влияние на засухоустойчивость. В условиях полуобеспеченной богары корни раннеспелых сортов до наступления фазы трубкования углубляются в почву на 120–134 см со среднесуточным приростом 4,0–4,27–4,88 см, который значительно больше, чем у позднеспелых (121–127 см и 3,0–3,5–3,76 см) и среднеспелых (117–125 см и 3,31–3,44 см) сортов. Меньшей активностью роста корней отличаются среднеспелые интенсивные сорта Целинная 26 и Казахстанская 3 (2,80–2,98 см сут<sup>-1</sup>). От фазы трубкования до колошения активность роста корней снижается почти в три раза (1,10–1,34 см сут<sup>-1</sup>), а в период от колошения до восковой спелости корни растут достаточно медленно (0,34–0,46 см сут<sup>-1</sup>). Рост корней у многих раннеспелых и среднеспелых сортов прекращается при наступлении фазы восковой спелости, и только у сортов Казахстанская 4, Саратовская 42, Казахстанская 10 и Целинная 26 он наблюдается до полной спелости. Корни растений пшеницы указанных сортов достигают 175–180 см, позднеспелых сортов – 188 см. Данные показатели подвержены сильной изменчивости, последовательно возрастающей от фазы кущения (5,05% и 8,86%) по межфазным периодам в 2–4–6 раз, что свидетельствует об их значительных сортовых различиях. В условиях необеспеченной богары при дефиците влаги и высоких температурах рост корней обусловлен глубиной проникновения влаги в почву. В сухостепных условиях корни растений пшеницы проникают в почву на 136–159 см, у раннеспелых сортов — на меньшую глубину. Лимитирующее влияние на глубину