

КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОГО ОВСА  
 СЕЛЕКЦИИ ОМСКОГО АГРАРНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА

GRAIN QUALITY OF SPRING OAT VARIETIES DEVELOPED  
 AT THE OMSK AGRICULTURAL SCIENTIFIC CENTER

**Ключевые слова:** овес, сырой жир, экологическая пластичность, стабильность, интенсивность, гомеостатичность, коэффициент вариации, ранг.

Среди яровых зерновых овес одна из основных, хорошо приспособленных к условиям Сибири культур. Зерно овса – это важнейший источник растительного белка, жира и крахмала. В селекции на производственные цели следует ориентироваться на высокое содержание в овсе белка и  $\sigma$ -глюканов при пониженном содержании жира. При фуражном использовании овса ценится высокое содержание белка и жира. Цель исследования – оценка адаптивности сортов овса Омской селекции по масличности зерна. Научно-исследовательская часть работы проводилась на опытных полях Омского АНЦ (южная лесостепь, г. Омск) в течение 2011-2016 гг. Объектами исследований являлись 10 сортов ярового овса селекции ФГБНУ ОмАНЦ (ФГБНУ СибНИИСХ), рекомендованные для возделывания в данном регионе, а также проходящие государственное испытание: пленчатые сорта – Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Иртыш 23, Тарский 2, Памяти Богачкова, Факел, Сибирский Геркулес, а также сорта голозерной группы – Сибирский голозерный и Прогресс. Адаптивность сортов овса по масличности зерна рассчитана по нескольким методам оценки:  $d$  – размах содержания сырого жира в зерне (по Зыкину),  $O$  – индекс экологической пластичности (по Баранскому),  $Hom$  – гомеостатичность (по Хангильдину),  $I$  – показатель интенсивности (по Удачину),  $St^2$  – относительная стабильность признака (по Соболеву), ПУСС – показатель уровня стабильности сорта (по Неттевичу),  $CV$  – коэффициент вариации (по Доспехову). Итоговая оценка адаптивности сортов по исследуемому признаку проводится по сумме рангов, полученных каждым сортом. Таким образом, наиболее адаптивны по масличности зерна в условиях южной лесостепной зоны Омской области сорта Сибирский голозерный, Факел, Прогресс и Иртыш 23 (сумма рангов =  $22 \div 38$ ).

**Keywords:** oats, crude fat, ecological plasticity, stability, intensity, ultrastability, coefficient of variation, rank.

Among spring cereal crops, oat is one of the main crops that are well adapted to the conditions of Siberia. Oat grains are an essential source of vegetable protein, fat, and starch. When breeding oat varieties for commercial purposes, the objective should be high content of protein and  $\sigma$ -glucans in oats along with reduced fat content. When oat is used as fodder, high protein and fat content is valued. The research goal was to evaluate the adaptability of oat varieties developed by the Omsk plant breeders for grain oil content. The research part of the work was carried out on the trial fields of the Omsk Agricultural Scientific Center (southern forest-steppe, the City of Omsk) from 2011 through 2016. The research targets were 10 spring oat varieties developed in the Omsk Agricultural Scientific Center and recommended for cultivation in this region, and the varieties which underwent state testing: chaffy varieties Orion, Irtysh 13, Irtysh 21, Irtysh 23, Tarskiy 2, Pamyati Bogachkova, Fakel, Sibirskiy Gerkules, along with the varieties of the hullless group - Sibirskiy golozernyy and Progress. The adaptability of oat varieties for grain oil content was calculated by using several evaluation methods:  $d$  - the range of crude fat content in grain (according to Zykin);  $O$  - ecological plasticity index (according to Baranskiy);  $Hom$  - ultrastability (according to Khangildin);  $I$  - intensity index (according to Udachin);  $St^2$  - character relative stability (according to Sobolev); variety stability level index (according to Nettevich);  $CV$  - coefficient of variation (according to Dospikhov). The outcome evaluation of variety adaptability regarding the studied character is made by the rank sums obtained by each variety. Consequently, the varieties Sibirskiy golozerniy, Fakel, Progress and Irtysh 23 (the rank sum =  $22 \div 38$ ) are the most adaptive in terms of grain oil content in the southern forest-steppe zone of the Omsk Region.

Юсова Оксана Александровна, к.с.-х.н., зав. лаб. генетики, биохимии и физиологии растений, Омский аграрный научный центр. 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.

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

**Васюкевич Сергей Владимирович**, к.с.-х.н., вед. н.с. 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.

**Vasyukevich Sergey Vladimirovich**, Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, 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

Среди яровых зерновых овес одна из основных, хорошо приспособленных к условиям Сибири культур. В силу неприхотливости к почвам и климату и сравнительно короткого вегетационного периода данная культура с успехом выращивается во всех районах Омского региона.

Овес является культурой разностороннего использования как в животноводческой, так и продовольственной промышленности. В России производство овса в 2017 г. составило 5,5 млн т. Основные объемы зерна овса произведены в Приволжском (1726,2 тыс. т) и Сибирском (1998,5 тыс. т) Федеральных округах.

Зерно овса – это важнейший источник растительного белка, жира и крахмала [1]. К биохимическому составу зерна овса современным производством предъявляются различные требования в зависимости от направления использования. В селекции на производственные цели следует ориентироваться на высокое содержание в овсе белка и  $\sigma$ -глюканов при пониженном содержании сырого жира. При фуражном использовании овса ценится высокое содержание белка и жира.

Зерно пленчатого и голозерного овса богато жирами (7-9%), по сравнению с кукурузой (5,8%), просом (5,5%), сорго (5,3%), ячменем (4,6%) и пшеницей (3,8%). Жиры содержатся во всех частях зерновки овса, но в большем количестве они аккумулируют в эндосперме [2, 3]. При этом содержание жира меняется в зависимости от

генотипа сорта и климатических особенностей региона.

Для оценки адаптивного потенциала сортов предложен целый ряд критериев [4-6], которые, различаясь, имеют характерные преимущества и недостатки. По этой причине **цель** исследования – оценка адаптивности сортов овса Омской селекции по масличности зерна.

### Методы исследований

Научно-исследовательская часть работы проводилась на опытных полях Омского АНЦ (южная лесостепь, г. Омск) в течение 2011-2016 гг. Агротехника и методика проведения опытов общепринятые для Западно-Сибирского региона, наблюдения, оценки и учеты в питомниках – согласно методике ВИР по изучению коллекции ячменя и овса [7]. Площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, тповторность 4-кратная. Норма высева – 4 млн всхожих зерен на 1 га. Математическую обработку с целью выявления существенных различий проводили методом дисперсионного анализа [8].

В.А. Зыкин для характеристики поведения сорта использует показатель размаха содержания сырого жира в зерне (d) [9].

$$d = Y_{\max} - Y_{\min},$$

где  $Y_{\max}$  – максимальное содержание сырого жира, %;

$Y_{\min}$  – минимальное содержание жира, %.

Рассчитан индекс экологической пластичности, предложенный Баранским Д.И. [10]. Экологическую пластичность он выражал по формуле:

$$O = \frac{\bar{M}}{\sigma},$$

где  $O$  – коэффициент экологической пластичности;

$\bar{M}$  – среднее содержание жира в зерне, %;

$\sigma$  – среднее квадратическое отклонение.

В.В. Хангильдин предложил для расчета гомеостатичности использовать показатель  $Hom$ :

$$Hom = \frac{\bar{x}}{CV},$$

где  $\bar{x}$  – средняя арифметическая величина содержания жира в зерне, %;

$CV$  – коэффициент вариации зерна [11].

По методике Р.А. Удачина реакция сортов на благоприятные условия выращивания оценивается через показатель интенсивности:

$$I = \frac{\bar{x}_{\text{опт}} - \bar{x}_{\text{лим}}}{x_{\text{cp}}} \times 100\%,$$

где  $x_{\text{cp}}$  – среднее значение содержания жира в зерне у набора сортов на всех фонах испытания;

$\bar{x}_{\text{опт}}$ ,  $\bar{x}_{\text{лим}}$  – среднее значение содержания сырого жира в зерне изучаемого сорта на оптимальном и лимитированном фонах [12].

Н.А. Соболев оценивал экологическую стабильность по показателю относительной стабильности признака  $St^2$ :

$$St^2 = \frac{\bar{x}^2 - S^2}{\bar{x}^2},$$

где  $\bar{x}^2$  – среднее содержание сырого жира в зерне сорта;

$S^2$  – общая дисперсия содержания жира в зерне данного сорта [13].

При оценке стабильности сорта Э.Д. Неттевич использовал показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), который получают умножением среднего содержания жира сорта  $x_i$  на индекс стабильности  $L$ :

$$ПУСС = \bar{x}_i \cdot L,$$

где  $L$  рассчитывается путем деления среднего содержания жира в зерне сорта (т/га) на коэффициент вариации урожайности. ПУСС выражается в % к стандарту [14].

Б.А. Доспехов в качестве меры определения относительной стабильности сорта использует коэффициент вариации:

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%,$$

где  $S$  – стандартное отклонение;

$\bar{x}$  – среднее арифметическое содержание жира в зерне [8].

Наиболее адаптивные для условий южной лесостепи Западной Сибири сорта выделяли на основании суммы рангов по перечисленным методам.

Содержание сырого жира в зерне овса определяли в аппарате Сокслета по разности обезжиренного и необезжиренного остатка [15].

Объектами исследований являлись 10 сортов ярового овса селекции ФГБНУ ОмАНЦ (ФГБНУ СибНИИСХ), рекомендованные для возделывания в данном регионе, а также проходящие государственное испытание. Ниже приведена краткая характеристика сортов.

**Орион** (Омский кормовой 1 × Ристо). Стандарт при испытании пленчатых сортов овса в Омской области, среднеспелый, засухоустойчивый, характеризуется высоким потенциалом продуктивности, иммунности и высокой устойчивости к полеганию. Включен в Госреестр по Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому регионам. Патент № 0327, зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений РФ 22.04.1999 г.

**Иртыш 13** (получен методом индивидуально-отбора из сорта 'Harmon', Канада). Сорт среднеспелый, устойчив к засухе, к пыльной и покрытой головне и корончатой ржавчине, сочетает высокую продуктивность и крупность зерна. Включен в Госреестр по 10-му региону. Патент № 0326 от 22.04.1999 г.

**Иртыш 21** ((Мутика 611 × Мутика 570) × Скакун). Сорт среднеспелый, засухоустойчивый. Отличается устойчивостью к поражению пыльной и покрытой головней, полеганию, высокой продуктивностью и качеством зерна. Сорт включен в Госреестр по 9-му и 10-му регионам. Патент № 2102 от 23.01.2004 г.

**Иртыш 23** (Памяти Богачкова × Мутика 810). Сорт среднеспелый, характеризуется стабильно высоким качеством зерна и урожайностью. Устойчив к пыльной и покрытой головне, корончатой ржавчине.

**Тарский 2** [(Мутика 290 × Бизантина 474) × К-12914]. Сорт среднеспелый, устойчив к засухе, к пыльной и покрытой головне, среднеустойчив к корончатой ржавчине, склонен к полеганию. Включен в Госреестр по 10-му региону. Патент № 0942 от 28.03.2001 г.

**Памяти Богачкова** (Фаленский 3 × Мутика 559). Сорт среднеспелый, высокоустойчив к пыльной и покрытой головне, средне устойчив к корончатой ржавчине. Сочетает высокую продуктивность и скороспелость. Включен в Госреестр по 10-му региону. Патент № 0592 от 05.04.2000 г.

**Факел** (Иртыш 21 × Paul), характеризуется как высокоурожайный, устойчивый к головневым патогенам с повышенным содержанием сырого жира в зерне. Включен в Госреестр в 2018 г.

**Сибирский Геркулес** (Иртыш 21 × Левша). Сорт характеризуется повышенным качеством зерна урожайностью, пластичен по содержанию белка в зерне. Передан на ГСИ в 2015 г.

**Сибирский голозерный** (Тарский × Paul), стандарт при испытании голозерных сортов овса в Омской области. Устойчив к полеганию, сред-

неспелый (74 сут.), засухоустойчивость средняя, слабо восприимчив к головневым заболеваниям и корончатой ржавчине. Высокая продуктивность сочетается с высоким качеством и крупностью зерна. Включен в Госреестр по 10-му региону. Патент № 4073 от 29.05.2008 г.

**Прогресс** (Иртыш × Paul). Сорт средне низкорослый, устойчив к полеганию, слабо восприимчивый к головневым заболеваниям и корончатой ржавчине на инфекционном фоне. Включен в Госреестр по 10-му региону. Патент № 7208 от 27.12.2013 г.

По информации Гидрометеорологического центра, в границах г. Омска (зона южной лесостепи) на протяжении испытания сортов с 2011 по 2016 гг. складывались неоднородные условия. Период вегетации сортов овса (с мая по август) 2011 и 2014 гг. носило засушливый характер (ГТК 0,90-0,92), очень сухой период жизни растений прослеживался в 2012 г. Достаточным увлажнением отличались периоды вегетации 2013 и 2015 гг., сумма осадков была выше среднемноголетней в 2-3 раза на фоне недостатка тепла (-0,3÷-2,4°C). Превышение средних температур воздуха было отмечено в июле 2011 г., июле-августе 2012, 2016 гг., августе 2014 г. (+0,4 ÷ +3,2°C) и недостаток их в августе 2011, 2012 гг., в июле 2013, 2014 гг. (-0,6 ÷ -3,4°C) (рис. 1).



Рис. 1. Характеристика вегетационных периодов 2011-2016 гг. (Омская ГМОС)

**Результаты и обсуждение**

Согласно результатам двухфакторного дисперсионного анализа основных биохимических показателей за 2011-2016 гг. выявлено, что доля генотипической изменчивости по содержанию сырого жира у голозерных форм составляла 56,3%, но с высокой долей вклада условий года (32,8%). У пленчатых форм на содержание сырого жира в зерне основное влияние оказывали условия года (61%) [16, 17].

Сорта пленчатых и голозерных форм овса различаются по исследуемому показателю. Так, в среднем за 2011-2016 гг., сорта овса голозерной формы превышали по содержанию жира на 2,28% сорта пленчатых форм.

Масличность зерна менялась от 2,63% в 2014 г. (Орион) до 7,03% в 2011 г. (Иртыш 13) у сортов пленчатой формы и от 5,93% в 2016 г. (Прогресс) до 7,64% (Сибирский голозерный) в 2014 г. у голозерных сортов (табл. 1). Вегетационный период 2014 г. являлся самым неблагоприятным для формирования повышенной мас-

личности зерна (4,55% в среднем по опыту, при минимальном по опыту индексе условий окружающей среды  $I_j = -0,64$ ). Максимальное содержание сырого жира в зерне наблюдалось в 2011, 2013 гг. (5,56 и 5,58% в среднем по опыту при  $I_j = 0,37$  и  $0,39$  соответственно). Максимальная масличность отмечена у сортов пленчатой группы Иртыш 13 (+0,48% к st.) и Факел (+0,20% к st.).

В настоящее время с целью выявления характера адаптивной способности сорта, установления его потенциала используется ряд математических уравнений, которые различаются по оригинальности, значимости, пределам варьирования достоверности. По данной причине для всестороннего изучения исследуемых сортов овса по признаку «содержание сырого жира в зерне», получения объективных сведений высокой степени точности об адаптивности по данному признаку целесообразно использование нескольких методов оценки.

**Таблица 1**

**Выраженность и изменчивость содержания сырого жира в зерне сортов ярового овса Омской селекции, %**

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	$X_i$	к st.
Орион, st.	6,95	5,19	5,06	2,63	3,19	3,60	4,44	-
Иртыш 13	7,03	4,99	4,24	4,95	4,49	3,82	4,92	+0,48
Иртыш 21	4,43	5,35	5,08	3,27	3,38	6,06	4,59	+0,15
Иртыш 23	3,44	4,08	5,00	4,23	4,20	4,15	4,18	-0,26
Тарский 2	4,45	4,86	5,10	4,85	3,59	3,53	4,40	-0,04
Памяти Богачкова	4,41	3,67	4,60	5,43	2,81	3,28	4,03	-0,41
Факел	4,60	4,35	5,15	4,93	4,23	4,59	4,64	+0,20
Сибирский Геркулес	4,80	4,88	5,40	5,00	4,24	3,36	4,61	+0,17
Сибирский голозерный, st.	7,59	6,64	7,64	6,58	6,64	6,34	6,91	-
Прогресс	7,61	6,18	7,01	5,99	6,96	5,93	6,61	-0,30
НСР <sub>05</sub>	0,50	0,86	0,89	1,94	0,56	0,45	-	-
$X_j$	5,56	5,08	5,58	5,17	4,55	4,34	-	-
$I_j$	+0,52	+0,02	+0,54	+0,13	-0,49	-0,7	-	-

В системе экологических испытаний немало важен такой показатель, как размах содержания жира в зерне ( $d$ ), который позволяет оценить уровень стабильности сортов и показывает соотношение разницы между максимальным и минимальным содержанием жира, выраженной в процентах к максимальному содержанию [9]. Чем ниже показатель, тем стабильнее содержание жира в контрастных условиях. Нами зафиксирован высокий размах по исследуемому признаку у пленчатых сортов овса Орион и Иртыш 13 ( $d = 4,32$  и  $3,21$ ), в меньшей степени – у сортов Иртыш 21 и Памяти Богачкова ( $d = 2,79$  и  $2,62$ ) (табл. 2). Значительную изменчивость по масличности зерна данных сортов подтверждает коэффициент вариации по Доспехову ( $CV > 20\%$ ). Средняя изменчивость ( $10 < CV < 20\%$ ) отмечена у сортов Сибирский Геркулес, Иртыш 23 и Тарский 2 ( $d = 1,56 \div 2,04$ ). Незначительной изменчивостью ( $CV < 10\%$ ) характеризовался пленчатый сорт Факел и голозерные – Сибирский голозерный и Прогресс ( $d = 0,92 \div 1,68$ ).

По реализации потенциала содержания жира все исследуемые сорта превышают стандарты. Максимален данный признак у сортов Сибирский голозерный, Факел, Прогресс, Тарский 2, Сибирский Геркулес, Иртыш 23 ( $83,6 \div 90,4\%$ ).

Изначально определение уровня адаптивности сорта рекомендовал использовать Д.И. Баранский [10]. Прослеживая отклик определенного набора сортов в неодинаковых почвенно-климатических условиях, он акцентировал внимание на различное поведение сортов; некоторые из них откликаются на изменения условий, другие кажутся независимыми от них. На основании проведенных исследований можно отметить, что на одном уровне со стандартом ( $O = 4,1$ ) по пластичности сорта Иртыш 13, Иртыш 21 и Памяти Богачкова. Остальные пленчатые сорта по данному методу расчета стабильны. В группе голозерных сортов наблюдаются стабильность стандарта Сибирский голозерный ( $O = 11,9$ ) и пластичность сорта Прогресс ( $O = 9,7$

Таблица 2

Параметры адаптивности по содержанию сырого жира в зерне сортов ярового овса

Сорт	$d$	Реализация потенциала масличности, %	$O$	$Hom$	$I$	$St^2$	ПУСС	$CV, \%$
Орион, st.	4,32	63,9	4,1	0,123	97,3	0,87	100,0	36,2
Иртыш 13	3,21	70,0	4,7	0,231	65,2	0,95	208,1	21,2
Иртыш 21	2,79	75,7	4,3	0,198	60,8	0,94	166,4	23,2
Иртыш 23	1,56	83,6	8,4	0,351	37,3	0,98	268,6	11,9
Тарский 2	1,57	86,3	6,5	0,284	35,7	0,97	228,8	15,5
Памяти Богачкова	2,62	74,2	4,2	0,169	65,0	0,94	124,7	23,8
Факел	0,92	90,0	13,7	0,624	19,8	0,99	530,1	7,43
Сибирский Геркулес	2,04	85,4	6,4	0,290	44,3	0,97	244,7	15,6
Сибирский голозерный, st.	1,30	90,4	11,9	0,826	18,8	0,99	100,0	8,36
Прогресс	1,68	86,9	9,7	0,642	25,4	0,99	180,0	10,0
$S_{\bar{x}}$	0,33	2,88	1,09	0,075	7,9	0,01	68,3	2,8

Примечание.  $d$  – размаха содержания сырого жира в зерне (по Зыкину);  $O$  – индекс экологической пластичности (по Баранскому);  $Hom$  – гомеостатичность (по Хангильдину);  $I$  – показатель интенсивности (по Удачину);  $St^2$  – относительная стабильность признака (по Соболеву); ПУСС – показатель уровня стабильности сорта (по Неттевичу);  $CV$  – коэффициент вариации (по Доспехову).

В.В. Хангильдин применял независимый показатель, оценивающий устойчивость сортов к влиянию отрицательных условий среды [11]. Незначительную изменчивость исследуемого признака в разных условиях он объяснял высокой гомеостатичностью. В наших исследованиях достоверно превышали стандарт по данному признаку сорта Иртыш 13, Иртыш 21, Иртыш 23, Тарский 2 и Сибирский Геркулес ( $\text{Hom} = 0,198 \div 0,351$ ), максимум отмечен у сорта Факел ( $\text{Hom} = 0,624$ ). В группе голозерных, несмотря на высокие индексы гомеостатичности ( $O = 0,826$  и  $0,642$ ), сорт Прогресс уступал стандарту.

Рациональный прием оценки всевозможного отношения сортов к окружающей среде установил Р.А. Удачин [12]. Согласно данному методу, для оценки результатов ответной реакции сортов использован показатель интенсивности (И). Исследуемые нами сорта овса по содержанию сырого жира в зерне характеризовались разным уровнем интенсивности. Максимальные показатели отмечены у сортов Орион, Иртыш 13, Памяти Богачкова и Иртыш 21 ( $I = 60,8 \div 97,3$ ). К стабильным относятся сорта Прогресс, Тарский 2, Иртыш 23, Сибирский Геркулес ( $I = 18,8 \div 44,3$ ).

Одним из факторов, определяющих адаптивность сорта, является стабильность его признаков [18]. Н.А. Соболев выявлял экологическую адаптивность сортов по показателю относительной стабильности признака ( $St^2$ ) [13]. Оценка сорта изменялась в пределах от 0 до 1, чем выше уровень, тем стабильнее способен сорт формировать зерно с высоким содержанием сырого жира. За исследуемый период высокий уровень адаптивности проявили сорта овса: Сибирский голозерный, Прогресс, Факел, Иртыш 23 ( $St^2 = 0,98 \div 0,99$ ).

Очередной параметр анализа количественного выражения стабильности предложил Э.Д.

Неттевич [14]. Согласно данному методу, при оценивании стабильности сорта хозяйственную ценность по содержанию жира в зерне овса более беспристрастно сумеет учесть комплексный показатель, учитывающий уровень содержания жира и стабильность в сравнении со стандартом. По данным нашего исследования максимальные значения выявлены у пленчатых сортов Иртыш 13, Тарский 2, Факел, Иртыш 23, Сибирский Геркулес ( $\text{ПУСС} = 208,1 \div 530,1$ ) и голозерного сорта Прогресс ( $\text{ПУСС} = 180,0$ ).

С точки зрения общеизвестных специалистов, определение [19, 20], поведения генотипов в широком ареале условий среды возделывания одним или двумя способами мало для правильной и разносторонней оценки пластичности и стабильности сортов. Это связано с тем, что различные подходы к оценке экологической пластичности и стабильности, с одной стороны, позволяют более глубоко и всесторонней оценке оценивать соответствующие свойства. Хотя, даже аналогичные подходы к определению адаптивных свойств приводят у разных исследователей к противоречивым результатам. В этой связи большой практический интерес представляет не только знание абсолютных значений параметров адаптивных свойств, но и взаимосвязь между ними, что позволит ученым более направленно вести селекцию на получение необходимых признаков и свойств. Располагая ассортиментом оценочных показателей адаптивных параметров, можно провести ранжирование и заключительную оценку проводить по сумме рангов, полученных каждым сортом.

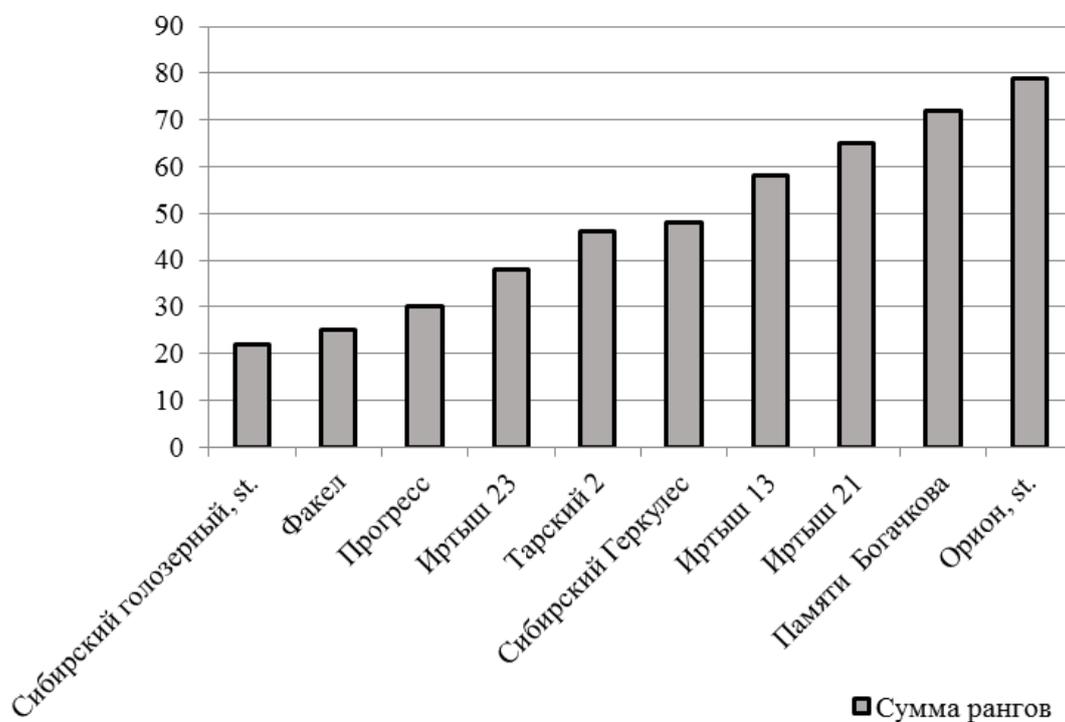
Следует принимать во внимание, что 1-й ранг более высокий (табл. 3). Ранжированная оценка сортов позволила выделить адаптивные следующие сорта овса, способные реализовать потенциальную масличность зерна: Сибирский голозерный, Факел, Прогресс и Иртыш 23 (сумма рангов =  $22 \div 38$ ) (рис. 2).

Таблица 3

**Ранжирование сортов ярового овса по параметрам адаптивности содержания жира в зерне**

Сорт	d	Реализация потенциала масличности	O	Ном	И	St <sup>2</sup>	ПУСС	CV	Сумма рангов
Орион, st.	12	12	12	12	1	6	12	12	79
Иртыш 13	11	9	8	8	2	4	8	8	58
Иртыш 21	10	10	9	9	4	5	9	9	65
Иртыш 23	3	6	5	5	7	2	5	5	38
Тарский 2	4	5	6	7	8	3	7	6	46
Памяти Богачкова	9	11	11	11	3	5	11	11	72
Факел	1	2	1	4	11	1	4	1	25
Сибирский Геркулес	6	7	7	6	6	3	6	7	48
Сибирский голозерный, st.	2	1	2	1	12	1	1	2	22
Прогресс	5	3	3	2	10	1	3	3	30

Примечание. d – размаха содержания сырого жира в зерне (по Зыкину); O – индекс экологической пластичности (по Баранскому); Ном – гомеостатичность (по Хангильдину); И – показатель интенсивности (по Удачину); St<sup>2</sup> – относительная стабильность признака (по Соболеву); ПУСС – показатель уровня стабильности сорта (по Неттевичу); CV – коэффициент вариации (по Доспехову).



**Рис. 2. Адаптивность сортов ярового овса по масличности зерна**

**Выводы**

1. В условиях лесостепной зоны Омского региона выявлена значительная изменчивость масличности зерна у сортов овса селекции Ом-

ского аграрного научного центра (2,63÷7,03% у сортов пленчатой формы и 5,93÷7,64% – голозерной).

2. Максимальное содержание сырого жира в зерне наблюдалось в 2011 и 2013 гг. (5,56 и 5,58% в среднем по опыту, при высоком индексе условий окружающей среды  $I_j = 0,37$  и  $0,39$  соответственно).

3. Расчет адаптивности сортов овса селекции Омского АНЦ по масличности зерна с использованием нескольких методов оценки показал, что наиболее адаптивны по данному признаку в условиях южной лесостепной зоны Омской области сорта Сибирский голозерный, Факел, Прогресс и Иртыш 23 (сумма рангов =  $22 \div 38$ ).

### Библиографический список

1. Баталова, Г. А. Зернофуражные культуры России / Г. А. Баталова. – Текст: непосредственный // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2013. – Т. 171. – С. 131-135.
2. Лоскутов, И. Г. Овес (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность: монография / И. Г. Лоскутов. – Санкт-Петербург, 2007. – С. 336. – Текст: непосредственный.
3. Смищук, Н. Г. Селекция голозерного овса в СибНИИСХ / Н. Г. Смищук, С. В. Васюкевич. – Текст: непосредственный // Аграрная наука Сибири XXI века (к 180-летию сибирской аграрной науки): материалы Международной научно-практической конференции (г. Омск, 29-30 июля 2008 г.) / РАСХН, Сиб. отд-ние. – Омск, 2008. – С. 211-214.
4. Борисова, Ю. В. Изменчивость некоторых количественных признаков продуктивности у голозерных сортов овса / Б. В. Борисова. – Текст: непосредственный // Наука и инновация агропромышленного комплекса: VI Международная научно-практическая конференция. – Кемерово, 2007. – С. 69-71.
5. Белкина, Р. И. Технологические и биохимические свойства зерна овса в условиях Северного Зауралья / Р. И. Белкина, М. И. Марикова. – Текст: непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 5. – С. 55-57.
6. Фомина, М. Н. Качество зерна коллекционных сортов овса в условиях Северного Зауралья / М. Н. Фомина, Ю. П. Логинов. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственная наука и ее влияние на развитие агропромышленного комплекса Кузбасса: сборник научных трудов. – Кемерово, 1994. – С. 180-181.
7. 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. – Текст: непосредственный.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с. – Текст: непосредственный.
9. Зыкин, В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1984. – 24 с. – Текст: непосредственный.
10. Баранский, Д. И. Экологическая пластичность и ее роль в процессе перерождения сортосмеси / Д. И. Баранский. – Текст: непосредственный // *Vigrum select. Biggiry* Одеської сільськогосподарської станції. – 1926. – Вып. 2. – С. 81-91.
11. Хангильдин, В. В. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности / В. В. Хангильдин, Р. Р. Асфондиярова, Л. И. Секатуева. – Текст: непосредственный // Селекция и семеноводство. – 1997. – № 2. – С. 3-6.
12. Удачин, Р. А. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы / Р. А. Удачин, А. П. Головоченко. – Текст: непосредственный // Селекция и семеноводство. – 1990. – № 5. – С. 2-6.
13. Соболев, Н. А. Проблема отбора и оценки селекционного материала / Н. А. Соболев. – Киев, 1980. – С. 100-106. – Текст: непосредственный.
14. Неттевич, Э. Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна / Э. Д. Неттевич,

А. И. Моргунов, М. И. Максименко. – Текст: непосредственный // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 1. – С. 66-73.

15. Плешков, Б. В. Практикум по биохимии растений / Б. В. Плешков. – 3-е изд., доп. и перераб. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 255 с. – Текст: непосредственный.

16. Николаев, П. Н. Адаптивный потенциал сортов овса селекции Омского аграрного научного центра / П. Н. Николаев, О. А. Юсова, С. В. Васюкевич [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник НГАУ. – 2019. – № 1 (50). – С. 42-51.

17. Юсова, О. А. Качество зерна овса в условиях южной лесостепи Западной Сибири. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 12. – С. 32-35.

18. Hinch D.K., et al. (2007). Fructans from oat and rye: composition and effects on membrane stability during drying. *Biochim. Biophys. Acta.* 178 (6): 1611-1619. DOI: 10.1016/j.bbame. 2007.03.011.

19. Kadi, Z., Adjel, F., Bouzerzour, H. (2010). Analysis of the genotype X environment interaction of barley grain yield (*Hordeum vulgare* L.) under semi arid conditions. *Advances in Environmental Biology.* 4 (1): 34-40.

20. Saad, F.F., El-Mohsen, A.A., Al-Soudan, I.H. (2013). Parametric statistical methods for evaluating barley genotypes in multi-environment trials. *World Essays Journal.* 1 (4): 125-136.

### References

1. Batalova G.A. Zernofurazhnye kultury Rossii // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. – 2013. – Т. 171. – С. 131-135.

2. Loskutov I.G. Oves (*Avena* L.). Rasprostranenie, sistematika, evolyutsiya i selektsionnaya tsennost: monografiya // I.G. Loskutov. – Sankt-Peterburg, 2007. – С. 336.

3. Smishchuk N.G. Seleksiya golozernogo ovsa v SibNIISKh / N.G. Smishchuk, S.V. Vasuykevich // Agrarnaya nauka Sibiri XXI veka (k 180-letiyu sibirskoy agrarnoy nauki): Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konf. (g. Omsk.

29-30 iyulya 2008 g.). RASKhN Sib. otделение. – Omsk, 2008. – С. 211-214.

4. Borisova Yu.V. Izmenchivost nekotorykh kolichestvennykh priznakov produktivnosti u golozernykh sortov ovsa / B.V. Borisova // VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya: Nauka i innovatsiya agropromyshlennogo kompleksa. – Kemerovo, 2007. – С. 69-71.

5. Belkina R.I. Tekhnologicheskie i biokhimiicheskie svoystva zerna ovsa v usloviyakh Severnogo Zauralya / R.I. Belkina, M.I. Marikova // Agrarnyy vestnik Urala. – 2009. – No. 5. – С. 55-57.

6. Fomina M.N. Kachestvo zerna kolleksiionnykh sortov ovsa v usloviyakh Severnogo Zauralya / M.N. Fomina, Yu.P. Loginov // Selskokhozyaystvennaya nauka i ee vliyanie na razvitie agropromyshlennogo kompleksa Kuzbassa: Sbornik nauch. trudov. – Kemerovo, 1994. – С. 180-181.

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

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

9. Zykin V.A. Parametry ekologicheskoy plastichnosti selskokhozyaystvennykh rasteniy, ikh raschet i analiz / V.A. Zykin, V.V. Meshkov, V.A. Sapega. – Novosibirsk: SO VASKhNIL, 1984. – С. 24.

10. Baranskiy D.I. Ekologicheskaya plastichnost i ee rol v protsesse pererozhdeniya sortosmesi / Baranskiy D.I. // Bigrum select. Bigiry Odeskoi silkogosi dosvigoroi stantsii. 1926. Vyp. 2. С. 81-91.

11. Khangildin V.V. Metodika vyyavleniya potentsialnoy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu urozhaynosti / V.V. Khangildin, R.R. Asfondiyarova, L.I. Sekatueva // Seleksiya i semenovodstvo. – 1997. – No. 2. – С. 3-6.

12. Udachin R.A. Metodika otsenki ekologicheskoy plastichnosti sortov pshenitsy / R.A. Udachin, A.P. Golovochenko // Seleksiya i semenovodstvo. – 1990. – No. 5. – С. 2-6.

13. Sobolev N.A. Problema otbora i otsenki selektsionnogo materiala. – Kiev, 1980. – S. 100-106.
14. Nettevich E.D. Povyshenie effektivnosti otbora yarovoy pshenitsy na stabilnost, urozhaynost i kachestvo zerna / E.D. Nettevich, A.I. Morgunov, M.I. Maksimenko // Vestn. s.-kh. nauki. – 1985. – No. 1. – S. 66-73.
15. Pleshkov B.V. Praktikum po biokhimmii rasteniy / B.V. Pleshkov. 3-e izd., dop. i pererab. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 255 s.
16. Nikolaev P.N. Adaptivnyy potentsial sortov ovsa selektsii Omskogo agrarnogo nauchnogo tsentra / P.N. Nikolaev, O.A. Yusova, S.V. Vasyukevich, N.I. Aniskov, I.V. Safonova // Vestnik NGAU. – 2019. – No. 1 (50). – S. 42-51.
17. Yusova O.A. Kachestvo zerna ovsa v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2017. – T. 31. – No. 12. – S. 32-35.
18. Hinch D.K., et al. (2007). Fructans from oat and rye: composition and effects on membrane stability during drying. *Biochim. Biophys. Acta.* 178 (6): 1611-1619. DOI: 10.1016/j.bbame. 2007.03.011.
19. Kadi, Z., Adjel, F., Bouzerzour, H. (2010). Analysis of the genotype X environment interaction of barley grain yield (*Hordeum vulgare* L.) under semi arid conditions. *Advances in Environmental Biology.* 4 (1): 34-40.
20. Saad, F.F., El-Mohsen, A.A., Al-Soudan, I.H. (2013). Parametric statistical methods for evaluating barley genotypes in multi-environment trials. *World Essays Journal.* 1 (4): 125-136.

