

- Goncharenko A. A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivosti sortov zernovykh kul'tur [On the adaptability and ecological sustainability of grain varieties] // *Vestnik RASKHN*, 2005, no. 6, pp. 49–53.
- Gryaznov A. A. *Karabaykskiy yachmen'* [Karabalk barley]. Kustanay, 1996, pp. 448.
- Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment technique]. M.: Agropromizdat, 1985, 352 pp.
- Zykin V. A., Meshkov V. V., Sapega V. A. *Parametry ekologicheskoy plastichnosti sel'skokhozyaystvennykh rasteniy, ikh raschet i analiz: Metodicheskiye rekomendatsii* [Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis: Methodical recommendations]. Novosibirsk: Sib. otdeleniye VASKHNIL, 1984, pp. 24.
- Nikolayev P. N., Yusova O. A., Anis'kov N. I., Safonova I. V. Agrobiologicheskaya kharakteristika mnogoryadnykh golozernykh sortov yachmenya selektsii Omskogo ANC [Agrobiological characteristics of multilayer naked barley varieties of the Omsk Agrarian Scientific Center selection] // *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii*, 2019, no. 180(1), pp. 37-43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43
- Koval' S. F. *Strategiya i taktika otbora v selektsii rasteniy: Monografiya* [Selection strategy and tactics in plant breeding: Monograph]. Omsk: VFOU VPO OmGAU, 2010, pp. 228.
- Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blinova E. V. *Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyu mirovoy kolleksii yachmenya i ovsa* [Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats]. Saint-Petersburg: VIR, 2012, 63 pp.
- Nikolayev P. N., Yusova O. A., Vasyukevich V. S., Anis'kov N. I., Safonova I. V. Adaptivnyy potentsial sortov ovsa selektsii Omskogo agrarnogo nauchnogo tsentra [Adaptive potential of oat varieties of the Omsk Agrarian Scientific Center selection] // *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, no. 1(50), pp. 42–51.
- Orlyanskiy N. A. *Selektsiya i semenovodstvo zernovoy kukuruzy na povysheniye adaptivnosti v usloviyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya: avtoref. diss. ... d-ra s.-kh. nauk: 06.01.05* [Breeding and seed production of grain corn to increase adaptability in the conditions of the Central Black Earth Region]. Belgorod, 2004, 42 p.
- Surin N.A., Zobova N.V., Lyakhova N.E. Geneticheskiy potentsial i selektsionnaya znachimost' yachmenya Sibiri [Genetic potential and breeding significance of Siberian barley] // *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*, 2014, no. 2, pp. 378–386.
- Surin N. A., Zobova N. V., Lyakhova N.E. *Tekhnologiya povysheniya adaptivnosti yarovogo yachmenya v Sibiri s pomoshch'yu selektsii* [Technology for increasing the adaptability of spring barley in Siberia using breeding]. Krasnoyarsk: Grotesk, 2011, pp. 46.
- Khangil'din V. V., Asfondiyarova R. R. Proyavleniye gomeostaza u gibridov gorokha posevnogo [Manifestation of homeostasis in pea hybrids] // *Biologicheskiye nauki*, 1977, no. 1, pp. 116–121.
- Shchennikova I. N. Vliyaniye pogodnykh usloviy na rost i razvitiye rasteniy yachmenya [The influence of weather conditions on the growth and development of barley plants] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2014, no. 4, pp. 9–13.
- Wricke C. Under line method zur Ertassung der ecologischen Strenbreite in Feldversuchen // *Z. Pflanzenerziehung*. 1962. Vol. 47. № 1. pp. 92–96.

УДК 664.617:633.13:1 925.116

DOI: 10.25695/AGRPH.2022.01.06

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ СОРТОВ ОВСА ПО ПРИЗНАКУ МАСЛИЧНОСТИ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

О. А. Юсова¹, П. Н. Николаев¹, С. В. Васюкевич¹, И. В. Сафонова², Н. И. Аниськов²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр»
644012, г. Омск, пр. Королева, д. 26

E-mail: yusova@55anc.ru, nikolaev@55anc.ru;

² ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова»
190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42

E-mail: i.safonova@vir.nw.ru

Поступила в редакцию 12 июля 2021 г., принята к печати 24 февраля 2022 г.

Масличность зерна овса, которая в основном варьируется от 6 до 8%, определяет пищевые достоинства данной культуры. Целью исследований являлось определение адаптивной способности овса по признаку масличности зерна. Представлены данные исследований, проведенных с 2011 по 2019 гг. в лесостепной зоне Западной Сибири. В среднем за период исследований содержание сырого жира в зерне овса составило 4,6%. Масличность в группе пленчатых сортов изменялась от 2,2% (Памяти Богачкова) до 7,0% (Иртыш 13), в группе голозерных – от 4,9% (Прогресс) до 7,6% (Сибирский голозерный). Повышенная масличность отмечена в 2011 г. (5,6%), пониженная – в 2019 г. (3,9%). В среднем за период исследований достоверно превышали стандарт по данному показателю пленчатые сорта Иртыш 13, Факел и Сибирский геркулес (+0,2...0,4% к ст.). Согласно результатам ранговой оценки, наиболее адаптивными по исследуемому признаку являются голозерные сорта Сибирский голозерный и Прогресс (сумма рангов = 23 и 31), которые характеризуются повышенными значениями следующих показателей: гомеостатичность

(Hom = 82,1 и 76,2) и индекс стабильности (ИС = 106,7 и 105,8) – по В. В. Хангильдину, коэффициент адаптивности – по S. A. Eberhart (KA = 150,6 и 135,6%), фактор стабильности – по D. Lewis (S.F. = 1,2 и 1,6), селекционная ценность – по Н.А. Орлянскому (Sc = 39,8 и 25,2), коэффициент стрессоустойчивости – по А. В. Быкову (Kст. = 0,9 и 0,8). В группе пленчатых сортов наиболее адаптивными оказались Факел и Сибирский геркулес (сумма рангов = 33 и 44), которые выделились по следующим показателям: гомеостатичность – по В. В. Хангильдину (Hom = 18,3 и 8,6), фактор стабильности – по D. Lewis (S.F. = 1,5), эквалента пластичности – по С. Wricke (Wi = 1,2 и 1,5), селекционная ценность – по Н. А. Орлянскому (Sc = 12,6 и 11,2), коэффициент стрессоустойчивости – по А. В. Быкову (Kст. = 0,8 и 0,7).

Ключевые слова: яровой овес, гомеостатичность, стабильность, стрессоустойчивость, пластичность, адаптивность.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF OAT VARIETIES STABILITY BASED ON GRAIN OIL CONTENT IN CONDITIONS OF FOREST-STEPPE ZONE OF WESTERN SIBERIA

O. A. Yusova¹, P. N. Nikolaev¹, S. V. Vasyukevich¹, I. V. Safonova², N. I. Aniskov²

¹ Omsk Agrarian Scientific Center

26, Koroleva pr., Omsk, 644012, Russia

E-mail: yusova@55anc.ru, nikolaev@55anc.ru;

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

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

E-mail: i.safonova@vir.nw.ru

The oil content of oat grain, which mainly varies from 6 to 8%, determines the nutritional value of this crop. The aim of the research was to determine the adaptive ability of oats based on the grain oil content. The study was carried out from 2011 to 2019 in the forest-steppe zone of Western Siberia. On average, over the period of study, the content of crude fat in oat grain was 4.6%. The oil content in the group of filmy varieties varied from 2.2% (Pamyati Bogachkova) to 7.0% (Irtysh 13), in the group of naked varieties - from 4.9% (Progress) to 7.6% (Sibirskiy Golozernyy). An increased oil content was noted in 2011 (5.6%), a decreased – in 2019 (3.9%). On average, over the period of study, the filmy varieties Irtysh 13, Fakel and Sibirskiy Gerkules significantly exceeded the standard for this indicator (+ 0.2 – 0.4% to st.). According to the results of the rank assessment, the naked varieties Sibirskiy Golozernyy and Progress were the most adaptive in terms of the studied trait (the sum of ranks = 23 and 31). They were characterized by increased values of the following indicators: homeostaticity (Hom = 82.1 and 76.2) and stability index (SI = 106.7 and 105.8) – according to V. V. Hangildin, adaptability coefficient – according to S. A. Eberhart (KA = 150.6 and 135.6%), stability factor – according to D. Lewis (S.F. = 1.2 and 1.6), breeding value – according to N. A. Orlyanskiy (Sc = 39.8 and 25.2), stress resistance coefficient – according to A.V. Bykov (Kst. = 0.9 and 0.8). In the group of naked varieties, Fakel and Sibirskiy Gerkules turned out to be the most adaptive (sum of ranks = 33 and 44). These varieties stood out according to the following indicators: homeostaticity – according to V. V. Hangildin (Hom = 18.3 and 8.6), stability factor – according to D. Lewis (SF = 1.5), plasticity ecovalent – according to C. Wricke (Wi = 1.2 and 1.5), breeding value – according to N. A. Orlyanskiy (Sc = 12.6 and 11.2), stress resistance coefficient – according to A. V. Bykov (Kst. = 0.8 and 0.7).

Key words: spring oats, homeostaticity, stability, stress resistance, plasticity, adaptability.

ВВЕДЕНИЕ

Овес яровой (*Avenasativa* L.) относится к числу важнейших зернофуражных культур в РФ. Помимо Сибирского региона, возделывание овса также широко распространено в Нечерноземной и Центрально-Черноземной зонах, а за рубежом – в Канаде, Польше и Австралии. Основной объем получаемого зерна овса (до 80%) используется для фуражных целей и лишь 20% – для продовольственных.

Масличность зерна овса, которая в основном варьируется от 6 до 8%, определяет пищевые достоинства данной культуры. Благодаря специфическому составу масел (свободные, связанные и прочносвязанные) зерно овса оказывает благоприятное воздействие на организм человека (кровеносная, выделительная и другие системы) и поэтому находит широкое применение в диетологии (Баталова, 2013; Фомина, 2016). Несмотря на

незначительное содержание масла, овес превышает по данному показателю такие культуры, как ячмень, кукуруза и пшеница (Лоскутов, 2007; Войцукская, Лоскутов, 2019).

Содержание сырого жира в зерне овса и стабильность данного показателя определяются как генотипом сорта, так и условиями окружающей среды (Лоскутов, 2007; Николаев и др., 2019). Поэтому при создании адаптивных сортов овса повышенное внимание уделяется его стабильности в изменяющихся условиях окружающей среды. Чем менее сорт приспособлен к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям, тем в большей степени варьируется содержание масла в зерне (Николаев и др., 2019; Косяненко, 2009).

Целью исследований являлось определение адаптивной способности овса по признаку масличности зерна.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Представлены данные исследований, проведенных с 2011 по 2019 гг. в условиях южной лесостепной зоны Западной Сибири (Лоскутов и др., 2012). Проведена математическая обработка полученных данных (Доспехов, 1985) и рассчитаны следующие показатели адаптивности:

- гомеостатичность (Ном) (Хангильдин, Асфондиярова, 1977);
- индекс стабильности (ИС) (Хангильдин, Асфондиярова, 1977);
- показатель интенсивности (И) (Удачин, Головченко, 1990);
- эквалента пластичности (Wi) (Wricke, 1962);
- фактор стабильности (S.F.) (Lewis, 1954);
- селекционная ценность (Sc) (Орлянский, 2004);
- коэффициент стрессоустойчивости (Кст.) (Быков, 2017);
- коэффициент вариации (CV) (Доспехов, 1985);
- коэффициент выравненности (В) (Доспехов, 1985);
- коэффициент адаптивности (КА) (Животков, 1994);
- индекс экологической пластичности (Jsp) (Eberhart, Russell, 1966).

Среднегодовое значение ГТК составило 0,82 (засушливые условия), по годам установлено следующее распределение:

- периоды вегетации 2011 и 2014 гг. – засушливые условия (ГТК = 0,90–0,92);

- 2012 г. – очень сухие (ГТК = 0,69);
- 2015 г. – сухие и холодные (ГТК = 0,70);
- 2013, 2018 и 2019 гг. – достаточное увлажнение (ГТК = 0,99...1,10).

Объектами исследований являлись 10 сортов ярового овса: Орион (стандарт), Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2, Памяти Богачкова, Скакун, Факел, Сибирский геркулес (пленчатые), Сибирский голозерный (стандарт) и Прогресс (голозерные).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ результатов исследований сортов ярового овса в резко континентальных условиях Западной Сибири показал, что масличность в группе пленчатых сортов изменялась от 2,2% в 2018 г. у сорта Памяти Богачкова до 7,0% в 2011 г. у сорта Иртыш 13. У голозерных сортов данный признак варьировался от 4,9% (сорт Прогресс, 2019 г.) до 7,6% (Сибирский голозерный, 2013 г.) (табл. 1).

Наиболее благоприятные условия для формирования повышенного содержания сырого жира сложились в 2011 г. (в среднем по питомнику оно составляло 5,6% при высоком положительном индексе условий окружающей среды $I_j = 1,0$). Минимальное значение исследуемого показателя отмечено в 2019 г. (3,9%, $I_j = -0,7$).

В среднем за период исследований достоверно превышали стандарт по изучаемому признаку пленчатые сорта Иртыш 13, Факел и Сибирский геркулес (+0,2...0,4% к ст.).

Таблица 1. **Выраженность и изменчивость сортов овса по масличности зерна**

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	X _i
Пленчатые сорта										
Орион, st.	7,0	5,2	5,1	2,6	3,2	3,6	3,5	3,8	3,1	4,1
Иртыш 13	7,0	4,4	4,2	5,0	4,5	3,8	3,3	4,0	4,4	4,5
Иртыш 21	4,4	5,4	5,1	3,3	3,4	6,1	3,3	3,0	3,9	4,2
Тарский 2	4,5	4,9	5,1	4,9	3,6	3,5	3,3	2,8	3,3	4,0
Памяти Богачкова	4,5	3,7	4,6	5,4	2,8	3,3	2,7	2,2	2,7	2,5
Скакун	4,1	4,2	5,7	5,4	3,5	3,1	4,3	2,7	2,7	4,0
Факел	4,6	4,4	5,2	4,9	4,2	4,6	4,2	3,5	3,2	4,3
Сибирский геркулес	4,8	4,9	5,4	5,0	4,2	3,4	3,8	3,3	3,9	4,3
Голозерные сорта										
Сиб. голозерный, st.	7,6	6,6	7,6	6,6	6,6	6,3	6,7	7,3	7,0	6,9
Прогресс	7,6	6,2	7,0	6,0	7,0	5,9	6,3	5,3	4,9	6,2
X _j	5,6	5,0	5,5	4,9	4,3	4,4	4,1	3,8	3,9	4,6
I _j	+1,0	+0,4	+0,9	+0,3	-0,3	-0,2	-0,5	-0,8	-0,7	-
НСР ₀₅	0,5	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	-

Примечание: X_i – средняя масличность сорта; X_j – средняя масличность в год исследований; I_j – индекс условий окружающей среды.

На основе двухфакторного дисперсионного анализа определена доля влияния изучаемых факторов (сорт и годы). Определяющее влияние на формирование содержания сырого жира оказал фактор А (условия года) – 56,67%, доля фактора Б (сорт)

составила 21,13%, что позволило провести оценку адаптивных свойств.

Эквалента пластичности (Wi), определяемая по С. Wricke (1962), характеризует степень варьирования признака в различных условиях среды.

Очень высокая экостабильность характерна для сортов Тарский 2 ($W_i = 1,1$), Сибирский геркулес ($W_i = 1,2$), Факел ($W_i = 1,5$) и Прогресс ($W_i = 2,4$) (табл. 2).

Малой долей и высокой экостабильностью отличаются сорта Сибирский голозерный, Памяти Богачкова и Скакун ($W_i = 2,9; 3,3; 4,2$).

Средней экостабильностью характеризуются сорта Иртыш 13, Орион и Иртыш 21 ($W_i = 5,1; 7,9; 7,9$).

Таблица 2. Эковалента пластичности сортов овса по маслячности зерна

Наименование сорта	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	W_i
Пленчатые сорта										
Орион, st.	3,4	0,5	0,04	3,1	0,4	0,1	0,01	0,2	0,1	7,9
Иртыш 13	2,3	0,3	1,4	0,02	0,1	0,2	0,5	0,1	0,3	5,1
Иртыш 21	0,6	0,6	0,0001	1,5	0,3	4,5	0,2	0,1	0,2	7,9
Тарский 2	0,3	0,3	0,01	0,3	0,01	0,04	0,1	0,1	0,0001	1,1
Памяти Богачкова	0,01	0,1	0,03	2,5	0,2	0,02	0,1	0,3	0,02	3,3
Скакун	0,7	0,02	0,7	1,3	0,03	0,4	0,6	0,2	0,3	4,2
Факел	0,5	0,1	0,003	0,1	0,1	0,3	0,1	0,003	0,2	1,5
Сибирский геркулес	0,2	0,04	0,04	0,2	0,1	0,5	0,004	0,04	0,1	1,2
Голозерные сорта										
Сиб. голозерный, st.	0,1	0,5	0,04	0,4	0,4	0,1	0,1	1,3	0,1	2,9
Прогресс	0,1	0,2	0,2	0,3	1,04	0,01	0,2	0,01	0,4	2,4
$S_{\bar{x}}$	0,4	0,1	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,1	0,04	0,8

Результаты расчета следующего показателя пластичности – индекса экологической пластичности (J_{sp}) (табл. 3) – не противоречат полученным ранее результатам. Так, согласно S. A. Eberhart и W. A. Russell (1966), все изученные сорта можно распределить по трем группам:

1. Сорта широкого ареала ($J_{sp} > 1,0$ за пять лет изучения): Прогресс, Факел, Скакун.

2. Сорта среднего ареала ($J_{sp} > 1,0$ за четыре года изучения): Сибирский голозерный, Сибирский геркулес, Памяти Богачкова, Тарский 2, Иртыш 21, Иртыш 13.

3. Сорт узкого ареала ($J_{sp} > 1,0$ за три года изучения): Орион.

Таким образом, сорта Прогресс, Факел и Скакун являются пластичными согласно результатам расчетов, проведенных по двум указанным выше методикам.

Высокая степень адаптивности характерна для сортов Сибирский голозерный, Прогресс, Иртыш 13 и Сибирский геркулес ($KA = 91,3...150,6\%$) (рис.).

Средняя адаптивность отмечена у сортов Иртыш 21, Орион, Скакун и Тарский 2 ($KA = 86,3...91,0\%$).

Низким уровнем адаптивности отличается сорт Память Богачкова ($KA = 76,9\%$).

Таблица 3. Индекс экологической пластичности (J_{sp}) сортов ярового овса по содержанию в зерне сырого жира

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Пленчатые сорта									
Орион ^{***} , st.	1,7	1,3	1,2	0,6	0,8	0,9	0,9	0,9	0,7
Иртыш 13 ^{**}	1,6	1,1	1,0	1,1	1,0	0,9	0,7	0,9	1,0
Иртыш 21 ^{**}	1,1	1,3	1,2	0,8	0,8	1,4	0,8	0,7	0,9
Тарский 2 ^{**}	1,1	1,2	1,3	1,2	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8
Памяти Богачкова ^{**}	1,3	1,0	1,3	1,5	0,8	0,9	0,8	0,6	0,8
Скакун [*]	1,0	1,1	1,4	1,4	0,9	0,8	1,1	0,7	0,7
Факел [*]	1,1	1,0	1,2	1,2	1,0	1,1	1,0	0,8	0,7
Сибир. геркулес ^{**}	1,1	1,1	1,3	1,2	1,0	0,8	0,9	0,8	0,9
Голозерные сорта									
Сиб. голозерный ^{**} , st.	1,1	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	1,0	1,1	1,0
Прогресс [*]	1,2	1,0	1,2	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8
$S_{\bar{x}}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Примечание: * – сорта широкого ареала; ** – сорта среднего ареала; *** – сорта узкого ареала.

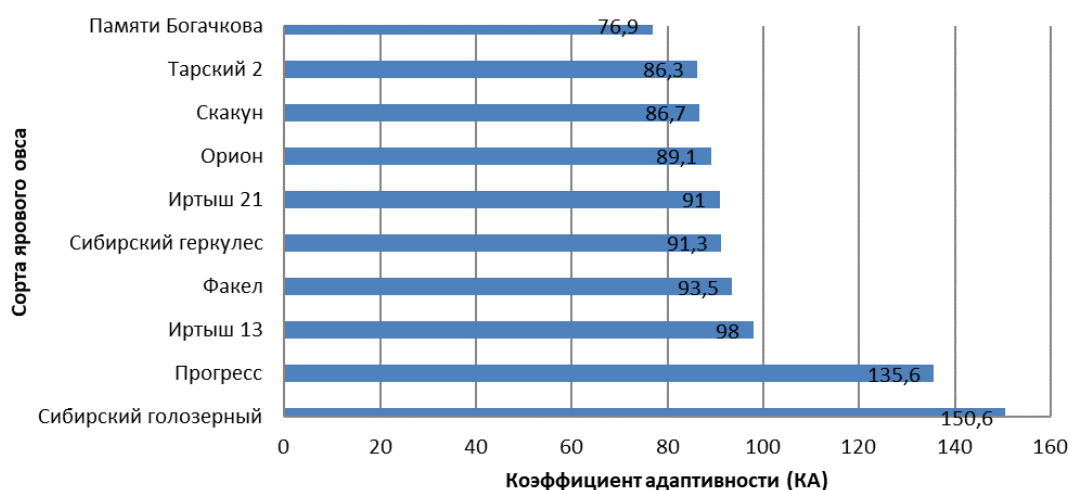


Рис. Коэффициент адаптивности (КА, %) сортов ярового овса в среднем за 2011–2019 гг.

Согласно результатам расчетов индекса стабильности, к группе высокостабильных по Хангильдину (1977) отнесены сорта Сибирский голозерный и Прогресс (ИС = 105,8 и 106,7) (табл. 4).

Группа стабильных сортов: Факел, Сибирский геркулес, Иртыш 13 и Тарский 2 (ИС = 18,5...29,8).

Группа нестабильных сортов: Иртыш 21, Скакун, Орион и Памяти Богачкова (ИС = 11,5...14,6).

Результаты расчетов, проведенных по D. Lewis (1954), подтверждают полученные данные. Так, высокая стабильность характерна для сортов Сибирский голозерный, Факел, Прогресс и Сибирский геркулес (S.F. = 1,2...1,7).

В группу сортов интенсивного типа вошли сорта Орион, Памяти Богачкова, Иртыш 13, Скакун и

Иртыш 21 (при коэффициенте интенсивности (И) от 73,5 до 105,4).

К типу полунтенсивных сортов относятся Тарский 2, Прогресс и Сибирский геркулес (И = 49,6...58,7).

Сорта Сибирский голозерный и Факел относятся к экстенсивному типу (И = 18,7...37,9).

Наибольшая величина гомеостатичности отмечена у сортов Сибирский голозерный (Ном = 82,09) и Прогресс (Ном = 76,2), наименьшая – у сортов Орион (Ном = 2,86), Памяти Богачкова (Ном = 3,5), Иртыш 21 (Ном = 4,79), Скакун (Ном = 4,86) и Иртыш 13 (Ном = 5,19).

Таблица 4. Параметры стрессоустойчивости, гомеостатичности и селекционной ценности сортов овса по показателю масличности в среднем за 2011–2019 гг.

Сорт	ИС	И	Ном	Sc	К ст.	S.F.	CV, %	В
Пленчатые сорта								
Орион ^{1***} , st.	12,4	105,4	2,9	6,4	0,7	2,6	33,3	66,7
Иртыш 13 ^{1**}	19,6	83,6	5,2	9,4	0,8	2,2	23,0	77,0
Иртыш 21 ^{1***}	14,8	73,5	4,8	8,6	0,6	2,0	28,5	71,5
Тарский 2 ^{2**}	18,5	58,2	8,0	8,6	0,7	1,8	21,4	78,6
Памяти Богачкова ^{1***}	11,5	92,6	3,5	5,0	0,6	2,5	30,8	69,2
Скакун ^{1***}	14,7	75,9	4,9	7,5	0,6	2,1	30,4	69,6
Факел ^{3**}	29,8	37,9	18,3	12,6	0,8	1,5	14,6	85,4
Сибирский геркулес ^{2**}	22,7	49,6	8,6	11,2	0,7	1,7	18,9	81,1
Голозерные сорта								
Сибирский голозерный ^{3*} , st.	106,7	18,7	82,1	39,8	0,9	1,2	6,6	93,4
Прогресс ^{2*}	105,8	53,2	76,2	25,2	0,8	1,6	14,7	85,3
$S_{\bar{x}}$	9,2	8,3	7,6	3,4	0,1	0,2	2,7	2,7

Примечание: Кст. – коэффициент стрессоустойчивости по А. В. Быкову; Ном – показатель гомеостатичности по В.В. Хангильдину; Sc – селекционная ценность сорта по Н. А. Орлянскому; S.F. – фактор стабильности по D. Lewis; CV – коэффициент вариации по Б. А. Доспехову.; В – коэффициент выравниваемости по Б. А. Доспехову.; ИС – индекс стабильности по В. В. Хангильдину; И – интенсивность по Р. А. Удачину; * – высокостабильные; ** – стабильные; *** – нестабильные; ¹ – интенсивные; ² – полунтенсивные; ³ – экстенсивные.

Повышенными показателями селекционной ценности характеризуются сорта Сибирский голозерный ($Sc = 39,8$), Прогресс ($Sc = 25,2$), Факел ($Sc = 12,64$) и Сибирский геркулес ($Sc = 11,15$).

Коэффициент стрессоустойчивости (Кст.) изменяется от 0 до 1. Чем выше данный показатель, тем чаще сорт может формировать высокую масличность зерна в условиях стресса. Результаты оценки полученных данных свидетельствуют о высокой стрессоустойчивости сортов Сибирский голозерный, Прогресс, Факел, Иртыш 13 и Сибирский геркулес (Кст. = 0,72...0,89).

Слабая изменчивость масличности зерна отмечена у сорта Сибирский голозерный ($CV = 6\%$), средняя – у сортов Факел, Прогресс и Сибирский геркулес ($CV = 14,6; 14,7; 18,9\%$). Остальным сортам свойственна высокая изменчивость ($CV > 20\%$).

Высокой хозяйственной ценностью характеризуются сорта Сибирский голозерный, Факел, Прогресс и Сибирский геркулес ($B = 93,4; 85,4; 85,3; 81,1$).

Определение поведения генотипов в широком диапазоне изменчивости условий среды при помощи одного или двух способов не позволяет разносторонне оценить стабильность сортов. Данное обстоятельство обусловлено тем, что использование различных методов позволяет как более глубоко и всесторонне оценивать соответствующие свойства, так и приводит к получению противоречивых результатов. Таким образом, рекомендуется проводить ранжирование с учетом того, что 1-й ранг – более высокий, а 12-й ранг – более низкий. Ранжированная оценка сортов по показателям адаптивности и определение наименьшей суммы рангов позволили выделить адаптивные сорта овса, способные реализовывать потенциал содержания сырого жира в зерне (табл. 5). Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что повышенной адаптивностью в условиях южной лесостепи Западной Сибири обладают голозерные сорта Сибирский голозерный и Прогресс (сумма рангов = 23 и 31), а также пленчатые сорта Факел и Сибирский геркулес (сумма рангов = 33 и 44).

Таблица 5. Характеристика сортов ярового овса по сумме рангов масличности зерна

Сорт	Ном	ИС	КА	И	S.F.	Wi	Sc	К ст.	CV	B	Σ рангов
Пленчатые сорта											
Орион, st.	10,0	9,0	7,0	1,0	10,0	9,0	9,0	6,0	10,0	10,0	81,0
Иртыш 13	6,0	5,0	3,0	3,0	8,0	8,0	5,0	4,0	6,0	6,0	54,0
Иртыш 21	8,0	7,0	6,0	5,0	6,0	10,0	6,0	8,0	7,0	7,0	70,0
Тарский 2	5,0	6,0	9,0	6,0	5,0	1,0	7,0	7,0	5,0	5,0	56,0
Памяти Богачкова	9,0	10,0	10,0	2,0	9,0	6,0	10,0	10,0	9,0	9,0	84,0
Скакун	7,0	8,0	8,0	4,0	7,0	7,0	8,0	9,0	8,0	8,0	74,0
Факел	2,0	3,0	4,0	9,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	33,0
Сиб. геркулес	4,0	4,0	5,0	8,0	4,0	2,0	4,0	5,0	4,0	4,0	44,0
Голозерные сорта											
Сиб. голозерный, st.	1,0	1,0	1,0	10,0	1,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	23,0
Прогресс	3,0	2,0	2,0	7,0	3,0	4,0	2,0	2,0	3,0	3,0	31,0

ВЫВОДЫ

1. В условиях южной лесостепной зоны Западной Сибири в среднем за период исследований, проведенных с 2011 по 2019 гг., масличность зерна овса составила 4,6%.

2. Согласно результатам ранговой оценки, наиболее адаптивными являются голозерные сорта Сибирский голозерный и Прогресс (сумма рангов = 23 и 31), которые характеризуются повышенными значениями следующих показателей:

– гомеостатичность – по В. В. Хангильдину (Ном = 82,09 и 76,2);

– индекс стабильности – по В. В. Хангильдину (ИС = 106,7 и 105,8);

– коэффициент адаптивности – по S. A. Eberhart (КА = 150,6 и 135,6%);

– фактор стабильности – по D. Lewis (S.F. = 1,21 и 1,55);

– селекционная ценность – по Н. А. Орлянскому ($Sc = 39,8$ и 25,2);

– коэффициент стрессоустойчивости – по А. В. Быкову (Кст. = 0,89 и 0,81).

3. В группе пленчатых сортов наиболее адаптивными оказались сорта Факел и Сибирский геркулес (сумма рангов = 33 и 44), которые выделились по следующим показателям:

– гомеостатичность – по В. В. Хангильдину (Ном = 18,3 и 8,64);

– фактор стабильности – по D. Lewis (S.F. = 1,46 и 1,45);

– эквалента пластичности – по С. Wricke (Wi = 1,15 и 1,46);

– селекционная ценность – по Н. А. Орлянскому ($Sc = 12,64$ и 11,15);

– коэффициент стрессоустойчивости – по А. В. Быкову (Кст. = 0,80 и 0,72).

Список литературы

- Быков А. В. Морфо-биологические особенности и агроклиматический потенциал урожайности сортов *Betavulgarisi. var. conditinaalef* в Западной Сибири // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2017. № 7(2). С. 59–62 DOI: 10.23670/IRJ.2017.61.020
- Баталова Г. А. Зернофуражные культуры России // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2013. Т. 171. С. 131–135.
- Войцукская Н. П., Лоскутов И. Г. Селекционная ценность европейских образцов овса в условиях Кубанской опытной станции ВИР // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019. № 180(1). С. 52–58. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-52-58
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 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.
- Косыаненко Л. П. Агроэкологическое обоснование повышения потенциала продуктивности серых хлебов // *Аграрная Россия*. 2009. № 5. С. 4–6.
- Лоскутов И. Г. Овес (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2007. 336 с.
- Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 63 с.
- Николаев П. Н., Юсова О. А., Васюкевич В. С., Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Адаптивный потенциал сортов овса селекции Омского аграрного научного центра // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. 2019. № 1(50). С. 42–51.
- Орлянский Н. А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05. Белгород, 2004. 42 с.
- Удачин Р. А., Головченко А. П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // *Селекция и семеноводство*. 1990. № 5. С. 2–6.
- Фомина М. Н. Урожайность пленчатых сортов овса и особенности ее формирования в условиях лесостепи Тюменской области // *Достижение науки и АПК*. 2016. № 12. С. 24–27.
- Хангильдин В. В., Асфондиярова Р. Р. Проявление гомеостаза у гибридов гороха посевного // *Биологические науки*. 1977. № 1. С. 116–121.
- Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop. Sci.* 1966. Vol. 6. no. 1. pp. 36–40.
- Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // *Heredity*. 1954. no. 8. pp. 333–356.
- Wricke C. Under line method zur Ertassung der ecologischen Strenbreite in Feldversuchen // *Z. Pflanzenerziehung*. 1962. Vol. 47. no. 1. pp. 92–96.

References

- Bykov A. V. Morfo-biologicheskiye osobennosti i agroklimaticheskii potentsial urozhaynosti sortov *Betavulgarisi. var. Conditinaalef* v Zapadnoy Sibiri [Morpho-biological characteristics and agroclimatic potential of productivity of *Betavulgarisi* varieties. var. *conditinaalef* in Western Siberia] // *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, 2017, no. 7(2), pp. 59–62. DOI: 10.23670/IRJ.2017.61.020
- Batalova G. A. Zernofurazhnyye kul'tury Rossii [Grain fodder crops of Russia] // *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii*, 2013, no. 171, pp. 131–135.
- Voytutskaya N. P., Loskutov I. G. Seleksionnaya tsennost' yevropeyskikh obraztsov ovsa v usloviyakh Kubanskoй opytnoy stantsii VIR [Breeding value of European oat samples in the conditions of the Kuban experimental station of All-Russian Institute of Plant Genetic Resources] // *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii*, 2019, no. 180(1), pp. 52–58. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-52-58
- Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment technique]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 352 p.
- Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatuyeva L. I. Metodika vyyavleniya potentsial'noy produktivnosti i adaptivnosti sortov i seleksionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «urozhaynosti» [Methodology for identifying potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat in terms of "productivity"] // *Seleksiya i semenovodstvo*, 1994, no. 2, pp. 3–6.
- Kosyanenko L. P. Agroekologicheskoye obosnovaniye povysheniya potentsiala produktivnosti serykh khlebov [Agroecological substantiation of increasing the productivity potential of gray crops] // *Agrarnaya Rossiya*, 2009, no. 5, pp. 4–6.
- Loskutov I. G. Oves (*Avena L.*). *Rasprostraneniye, sistematika, evolyutsiya i seleksionnaya tsennost'* [Oat (*Avena L.*). Distribution, taxonomy, evolution and breeding value]. Saint-Petersburg: Publishing house of All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 2007, 336 p.
- Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blinova E. V. *Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyyu mirovoy kollektsii yachmenya i ovsa* [Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats]. Saint-Petersburg: Publishing house of All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 2012, 63 p.

- Nikolayev P. N., Yusova O. A., Vasyukevich V. S., Anis'kov N. I., Safonova I. V. Adaptivnyy potentsial sortov ovsa seleksii Omskogo agrarnogo nauchnogo tsentra [Adaptive potential of oat varieties of the Omsk Agrarian Scientific Center breeding] // *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, no. 1(50), pp. 42–51.
- Orlyanskiy N. A. Seleksiya i semenovodstvo zernovoy kukuruzy na povysheniye adaptivnosti v usloviyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya: avtoref. diss. ... d-ra s.-kh. nauk: 06.01.05 [Breeding and seed production of grain corn to increase adaptability in the conditions of the Central Black Earth Region]. Belgorod, 2004, 42 p.
- Udachin R. A., Golovchenko A. P. Metodika otsenki ekologicheskoy plastichnosti sortov pshenitsy [Methodology for assessing the ecological plasticity of wheat varieties] // *Seleksiya i semenovodstvo*, 1990, no. 5, pp. 2–6.
- Fomina M. N. Urozhaynost' plenchatykh sortov ovsa i osobennosti yeye formirovaniya v usloviyakh lesostepi Tyumenskoy oblasti [Productivity of filmy oat varieties and peculiarities of its formation in the forest-steppe conditions of the Tyumen region] // *Dostizheniye nauki i APK*, 2016, no. 12, pp. 24–27.
- Khangil'din V. V., Asfondiyarova R. R. Proyavleniye gomeostaza u gibridov gorokha posevnogo [Manifestation of homeostasis in pea hybrids] // *Biologicheskiye nauki*, 1977, no. 1, pp. 116–121.
- Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop. Sci.* 1966. Vol. 6. no. 1. pp. 36–40.
- Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // *Heredity*. 1954. no. 8. pp. 333–356.
- Wricke C. Under line method zur Ermittlung der ecologischen Strenbreite in Feldversuchen // *Z. Pflanzenerziehung*. 1962. Vol. 47. no. 1. pp. 92–96.

УДК 633.111.1: 631.53.011.2: 57.081.23

DOI: 10.25695/AGRPH.2022.01.07

О СВЯЗИ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА**ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**

Т. С. Рутковская¹, М. В. Архипов¹, Е. Н. Пасынкова², Н. С. Прияткин¹, П. Ю. Конончук¹,
Н. В. Кочерина¹, К. В. Симон³

¹ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»,
195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14,
E-mail: tatiana-ekan@yandex.ru

²Ленинградский НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха»
188338, п. Белогорка, Гатчинский район, Ленинградская область

³ФГАОВ ВО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого»,
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29
E-mail: prini@mail.ru

Поступила в редакцию 18 января 2022 г., принята к печати 24 февраля 2022 г.

Проведено комплексное экспериментальное исследование образцов семян пшеницы сорта Дарья (50 образцов), различающихся годом репродукции и технологией выращивания. Для реализации метода микрофокусной съемки семян пшеницы использован аппаратно-программный комплекс на основе передвижной рентгенодиагностической установки ПРДУ-02 для контроля качества семян и зерна. Определение массовой доли компонентов в образцах зерна пшеницы осуществлялось традиционными лабораторными методами в соответствии с требованиями действующих ГОСТ. Посевные качества семян пшеницы оценивались согласно ГОСТ 12038-84 с дополнительной морфометрией проростков (длина корня, длина ростка). Установлен ряд взаимосвязей рентгеновских и биохимических характеристик зёрен и их посевных качеств. В частности, установлены корреляции между показателями натуры зерна и длины ростка ($r=0,77$), содержания фосфора и длины ростка ($r=-0,69$), сырой золы и длины ростка ($r=-0,74$), округлости семян и длины ростка ($r=-0,47$), суммарного количества скрытых дефектов и длины ростка ($r=-0,38$). Разработанный подход в дальнейшем может служить дополнительным инструментом в экспресс-оценке посевных качеств семян пшеницы.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, семена пшеницы, посевные качества семян, биохимические показатели качества зерна, микрофокусная рентгенография, анализ изображений семян