

АДАПТИВНОСТЬ ПО СОДЕРЖАНИЮ БЕЛКА В ЗЕРНЕ СОРТОВ ОВСА СЕЛЕКЦИИ ОМСКОГО АГРАРНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА

П. Н. Николаев¹, О. А. Юсова¹, С. В. Васюкевич¹, Н. И. Аниськов², И. В. Сафонова²¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр», 644012, г. Омск, пр. Королева, 26;²ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова», 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44
E-mail: ksanajusva@rambler.ru

Поступила в редакцию 15 апреля 2019 г., принята к печати 21 ноября 2019 г.

Цель исследования заключалась в оценке и анализе адаптивного потенциала сортов ярового овса селекции Омского АНЦ по показателю «содержание белка в зерне» при помощи наиболее распространенных статистических параметров. Экспериментальная часть работы проводилась на опытных полях Омского АНЦ (южная лесостепь) в течение 2011–2016 гг. Объектами исследования являлись 12 сортов ярового овса (как селекции ФГБНУ ОмАНЦ, так и инорайонной селекции), рекомендованных для возделывания в данном регионе, а также проходящих государственное испытание. Проведена математическая обработка полученных данных, рассчитаны размах содержания белка в зерне (d), индекс экологической пластичности (O), гомеостатичность (Hom), показатель интенсивности (И), относительная стабильность признака (St²), показатель уровня стабильности сорта (ПУСС, %), а также относительная стабильность сорта (CV). Наиболее адаптивные к условиям южной лесостепи Западной Сибири сорта были выделены на основании суммы рангов по перечисленным методам. Сорта, набравшие меньшую сумму рангов, получили самые высокие оценки по большинству параметров. По сумме рангов к стабильным сортам (слабо отзывчивым на изменение условий окружающей среды) относятся Иртыш 23, Памяти Богачкова, Тарский 2 и Иртыш 13 (сумма рангов = 36÷40) – данные сорта предпочтительнее выращивать в более жестких погодных условиях. К пластичным сортам по сумме рангов относятся Скакун, Левша, Иртыш 21 и Сибирский Геркулес (сумма рангов = 50÷56) – изменение содержания белка в их зерне в значительной степени зависело от условий выращивания.

Ключевые слова: яровой овес, содержание белка, стабильность, пластичность, факторы среды, адаптивность, ранг, коэффициенты экологической пластичности, гомеостатичность.

ADAPTIVITY IN GRAIN PROTEIN CONTENT OF OAT VARIETIES OF OMSK AGRICULTURAL SCIENTIFIC CENTER SELECTION

P. N. Nikolayev¹, O. A. Yusova¹, S. V. Vasyukevich¹, N. I. Aniskov², I. V. Safonova²¹Omsk Agrarian Scientific Center, 26, pr. Koroleva, Omsk, 644012;²The N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42-44, Bol'shaya Morskaya St., Saint-Petersburg, 190000
E-mail: ksanajusva@rambler.ru

The purpose of the study was to evaluate and analyze the adaptive potential of spring oat varieties of the Omsk agricultural scientific centre (ASC) selection in terms of “grain protein content” using the most widespread statistical parameters. The experimental part of the work was carried out on the experimental fields of the Omsk ASC (southern forest-steppe) during 2011–2016. The objects of the study were 12 varieties of spring oat recommended for cultivation in the region, as well as undergoing state testing. Next parameters were studied: the range of protein content in the grain, ecological plasticity index, homeostaticity, intensity indicator, relative trait stability, an indicator of the level of the variety stability, the relative stability of the variety. Mathematical data processing was carried out. The varieties most adaptive to the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia were identified on the basis of the sum of ranks by the methods used. Varieties with the lowest rank sum received the highest ratings by most parameters. According to the sum of ranks, the varieties Irtysh 23, Pamyati Bogachkova, Tarskyi 2 and Irtysh 13 (sum of ranks = 36÷40) are stable (poorly responsive to changes in environmental conditions) – these varieties are preferable to grow in more severe weather conditions. Skakun, Levsha, Irtysh 21 and Sibirskiy Hercules belong to plastic varieties by the sum of the ranks (sum of ranks = 50÷56) – the change in the grain protein content of these varieties depended to a large extent on the growing conditions.

Keywords: spring oats, protein content, stability, plasticity, environmental factors, adaptability, rank, ecological plasticity coefficients, homeostaticity.

ВВЕДЕНИЕ

Овес является одной из основных зернофуражных культур в Западной и Восточной Сибири, где он занимает третье место по посевным площадям после пшеницы и ячменя. Данная культура получила широкое применение благодаря ценным кормовым и пищевым качествам, а также более стабильной урожайности в экстремальных климатических условиях по сравнению с другими зерновыми культурами. Овес выращивается не только для получения зерна, но и широко используется в качестве зеленого корма, а также для приготовления сенажа и силоса в смеси с однолетними бобовыми культурами (викой, горохом). Ценность как зерна овса, так и продуктов его переработки обусловлена особенностями его биохимического состава, а именно высоким содержанием белка (9–18%) и сбалансированностью по аминокислотному составу (Баталова, 2013; Лоскутов, Полонский, 2017).

Овес широко применяется в пищевой промышленности и животноводстве. В настоящее время наблюдается недостаток необходимого количества овса, что обусловлено выращиванием культуры на малоплодородных почвах и в конце севооборотов, а также использованием сортов с нестабильным качеством зерна (Колесникова и др., 2006; Фомина, 2013). Причинами нестабильности производства овса с высоким содержанием белка в зерне являются экологические факторы: уровень увлажнения, инсоляция, качество почвы. Поскольку овес является одним из основных источников белка в кормах для животноводства, расширение площади его выращивания является весьма актуальным. Дальнейшее увеличение площади посевов овса в Сибири зависит от множества факторов, основными из которых являются сорт и его адаптивность по содержанию белка в зерне.

Под адаптивностью понимается способность сорта генерировать урожай зерна высокого качества на фоне существенной изменчивости агрометеорологических условий (Юсова, Васюкевич, 2014; Косяненко, 2006).

Для оценки адаптивности сортов по содержанию белка в зерне применяется ряд показателей, по которым определяется стабильность качества зерна сортов. К настоящему времени адаптивный потенциал сортов овса селекции Омского АНЦ изучен недостаточно.

В связи с этим цель настоящего исследования заключалась в оценке и анализе адаптивного потенциала сортов ярового овса селекции Омского АНЦ по показателю «содержание белка в зерне».

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы проводилась на опытных полях Омского аграрного научного центра (южная лесостепь) в течение 2011–2016 гг. Агротехника проведения опытов является общепринятой для Западно-Сибирского региона. Все наблюдения, оценки и учеты проведены согласно методике ВИР по изучению коллекции ячменя и овса (Лоскутов и др., 2012). Площадь делянки – 10 м², повторность опыта – четырёхкратная, норма высева – 4 млн. всхожих зерен на 1 га.

Математическая обработка данных проведена по Б. А. Доспехову (1985).

В. А. Зыкин для характеристики поведения сорта использует показатель размаха содержания белка в зерне (d) (Зыкин и др., 1984):

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

где Y_{\max} – максимальное содержание белка, %; Y_{\min} – минимальное содержание белка, %.

Индекс экологической пластичности, предложенный Д. И. Баранским (Баранский, 1926), рассчитан по формуле:

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

где O – коэффициент экологической пластичности; \bar{M} – среднее содержание белка в зерне, %; σ – среднее квадратическое отклонение.

В. В. Хангильдин для определения стабильности сортов предложил использовать показатель гомеостатичности (Hom):

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

где \bar{x} – средняя арифметическая величина содержания белка в зерне, %; CV – коэффициент вариации зерна (Хангильдин и др., 1997).

Реакция сортов на условия выращивания оценивалась согласно методике Р. А. Удачина (Удачин, Головоченко, 1990) по показателю интенсивности:

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

где $x_{\text{ср}}$ – среднее значение содержания белка в зерне набора сортов на всех фонах испытания; $\bar{x}_{\text{онт}}$, $\bar{x}_{\text{лим}}$ – среднее значение содержания белка в зерне изучаемого сорта на оптимальном и лимитированном фонах.

Н. А. Соболев (Соболев, 1980) для оценки экологической стабильности сорта использовал показатель относительной стабильности признака (St^2):

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

где \bar{x}^2 – среднее содержание белка в зерне сорта; S^2 – общая дисперсия содержания белка в зерне сорта.

Э. Д. Неттевич предложил использовать показатель уровня стабильности сорта (ПУСС, %), который определяется путем умножения среднего содержания белка в зерне сорта x_i на индекс стабильности L (Неттевич и др., 1985):

$$ПУСС = \bar{x}_i \times L,$$

где L рассчитывается путем деления среднего содержания белка в зерне сорта (t г/га) на коэффициент вариации урожайности; \bar{x}_i – среднее содержание белка в зерне сорта.

Б. А. Доспехов для определения относительной стабильности сорта использовал коэффициент вариации (Доспехов, 1985):

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

где CV – стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности; S – стандартное отклонение; \bar{x} – среднее арифметическое содержание белка в зерне.

Наиболее адаптивные к условиям южной лесостепи Западной Сибири сорта были выделены на основании суммы рангов по перечисленным методам. Сорта, набравшие меньшую сумму рангов, получили самые высокие оценки по большинству параметров.

Объектами исследований являлись 12 сортов ярового овса как селекции ФГБНУ ОмАИЦ, так и инорайонной селекции, рекомендованных для возделывания в данном регионе, а также проходящих государственное испытание. К сортам пленчатой группы относятся Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Иртыш 23, Тарский 2, Памяти Богачкова, Скакун, Факел и Сибирский Геркулес; к сортам голозерной группы – Сибирский голозерный, Прогресс и Левша. Данные

сорта характеризуются устойчивостью к засухе, болезням и полеганию, а также обладают высоким потенциалом продуктивности.

Согласно информации Гидрометеорологического центра, в границах г. Омска (зона южной лесостепи) с 2011 по 2016 гг. отмечались различные климатические условия. Период вегетации сортов овса (с мая по август) в 2011 и 2014 гг. характеризовался как засушливый (ГТК 0,90–0,92), в 2012 г. – как очень сухой. Периоды вегетации в 2013 и 2015 гг. отличались достаточным увлажнением, сумма осадков была выше среднееголетней в 2–3 раза на фоне недостатка тепла (–0,3÷–2,4°C). Превышение средней температуры воздуха было отмечено в июле 2011 г., июле – августе 2012 и 2016 гг., августе 2014 г. (+0,4÷+3,2°C), температура воздуха ниже средней зафиксирована в августе 2011 и 2012 гг., а также в июле 2013 и 2014 гг. (–0,6÷–3,4°C) (рис. 1).

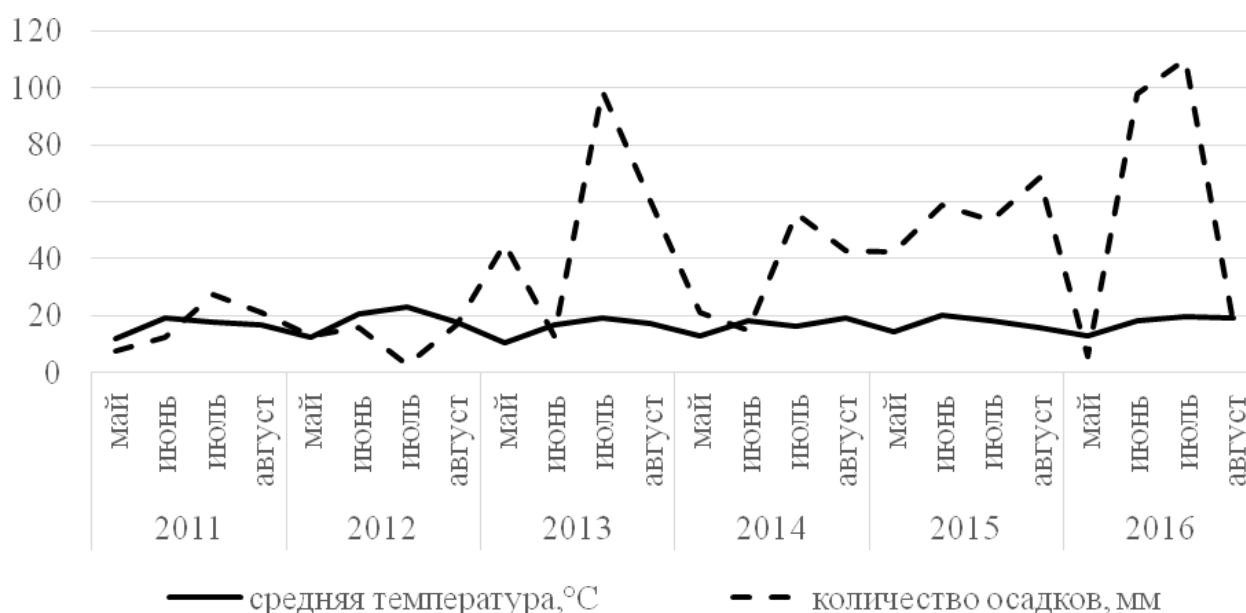


Рис. 1. Характеристика вегетационных периодов 2011–2016 гг. (Омская ГМОС)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание белка в зерне овса зависит от генетических особенностей сорта и условий выращивания, а также в значительной степени от формы овса. Так, у сортов голозерной формы содержание белка в зерне было в среднем на 1,18% выше, чем у пленчатых сортов. Наибольшее содержание белка в зерне отмечено в 2012 и 2016 гг. (13,21 и 13,29% у сортов пленчатой формы; 17,30 и 17,09% у голозерных сортов) при максимальном индексе условий окружающей среды $I_j = 1,00$ и 1,26. Минимальное содержание белка (10,26 и

13,08% у пленчатых и голозерных сортов соответственно) зафиксировано в 2011 г. при $I_j = -1,25$ (табл. 1).

Достоверное увеличение содержания белка в зерне отмечено у сорта Левша (+1,09% к st.). Содержание белка на уровне стандарта установлено у пленчатых сортов Иртыш 13, Иртыш 23, Тарский 2, Памяти Богачкова, Скакун, Факел, Сибирский Геркулес (11,0÷11,7%) и у голозерного сорта Прогресс (15,62%).

Повышение качества зерна должно сопровождаться также увеличением адаптивности и устойчивости растений к неблагоприятным факторам.

Таблица 1. Содержание белка в зерне сортов ярового овса (%)

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	X_i	d	Реализация потенциала формирования белка, %
Орион, st.	10,04	12,26	11,63	10,57	10,26	13,44	11,37	3,40	70,10

Агрофизика 2019 № 4

Иртыш 13	10,48	12,00	11,42	10,74	10,51	12,08	11,21	1,60	85,73
Иртыш 21	9,53	11,73	10,77	10,06	9,85	12,00	10,66	2,47	76,83
Иртыш 23	10,37	12,32	11,72	11,69	11,50	12,10	11,62	1,95	83,22
Тарский 2	10,18	12,57	11,44	10,61	10,46	11,81	11,18	1,39	87,57
Памяти Богачкова	10,29	11,64	11,99	10,71	10,41	11,86	11,15	1,70	84,75
Скакун	9,65	12,06	11,90	10,89	10,01	11,49	11,00	2,41	78,09
Факел	10,48	10,76	10,97	9,87	10,33	13,58	11,00	3,71	66,27
Сибирский Геркулес	11,31	11,30	12,10	10,50	11,34	13,65	11,70	3,15	73,08
X_j	10,26	11,84	11,55	10,63	10,52	12,45	11,21	2,42	78,41
Голозерная форма									
Сибирский голозерный, st.	12,67	17,24	16,61	14,13	16,56	18,00	15,87	5,33	66,41
Прогресс	12,73	16,91	16,30	14,22	17,35	16,18	15,62	4,62	70,42
Левша	13,85	17,76	17,46	18,79	16,96	-	16,96	4,94	70,87
X_j	13,08	17,30	16,79	15,71	16,96	17,09	16,15	4,96	69,23
$НСР_{05}$	0,72	0,80	0,46	0,66	0,46	1,10	-	-	-
$S \bar{x}$	-	-	-	-	-	-	0,66	0,39	2,22
I_j	-1,25	1,00	0,65	-0,31	-0,08	1,26	-	4,96	-

Примечание: X_i – среднее по сорту; X_j – среднее по году; I_j – индекс условий окружающей среды; d – показатель размаха содержания белка в зерне (min-max) по В. А. Зыкину.

В настоящее время широкое распространение получила методика В. А. Зыкина с соавт. (1984), которая позволяет определить уровень стабильности сортов по показателю размаха содержания белка в зерне (d). Согласно полученным данным, все исследуемые сорта по данному показателю уступали стандарту ($d = -0,93 \div -2,01$), за исключением сортов Факел, Сибирский геркулес и Левша ($d = 3,15 \div 4,96$, что соответствует стандарту) (табл. 2). Перевод полученных данных в процентное выражение позволил сделать вывод, что все исследуемые сорта по реализации потенциала формирования белка превышали стандарт ($+6,73 \div +17,47\%$ к st.), за исключением сорта Факел ($-3,83\%$ к st.). Можно предположить, что данный сорт еще не реализовал потенциал формирования белка в зерне, в отличие от остальных исследуемых сортов.

Изначально метод оценки пластичности сортов был предложен Д. И. Баранским (1926), который обратил внимание на различную реакцию сортов на условия окружающей среды: одни из них характеризовались высокой отзывчивостью на изменение условий среды, другие сорта реагировали на их изменение в меньшей степени, что проявлялось в варьировании признака. Среди изучаемых в рамках

настоящего исследования сортов пластичными по содержанию белка в зерне оказались пленчатые сорта овса Иртыш 23, Тарский 2, Сибирский Геркулес (максимальное значение $O = 3,64 \div 4,57$) и голозерный сорт Левша ($O = 15,38$).

В. В. Хангильдин для оценки сортов использовал показатель, характеризующий их устойчивость к воздействию отрицательных условий среды – гомеостаз (Ном) (Хангильдин и др., 1997). Наиболее устойчивыми к изменению условий выращивания по признаку «содержание белка в зерне» оказались сорта Иртыш 21, Орион, Иртыш 13, Скакун, Факел и Памяти Богачкова (Ном = $0,95 \div 1,47$).

Один из способов оценки различного отношения сортов к условиям внешней среды был предложен В. А. Удачным. Согласно данной методике, результаты противодействия сортов оцениваются с помощью показателя интенсивности (И) (Удачин, Головоченко, 1990). Анализ результатов эксперимента позволил установить, что наиболее интенсивными по содержанию белка в зерне являются сорта Факел, Сибирский голозерный, Орион, Левша, Прогресс и Сибирский Геркулес ($I = 26,9 \div 33,7$).

Таблица 2. Показатели адаптивности по содержанию белка в зерне (в среднем за 2011–2016 гг.)

Сорт	O		Ном		И		St ²		ПУСС, %		CV, %		d, ранг		Σ рангов
	X	ранг	X	ранг	X	ранг	X	ранг	X	ранг	X	ранг	max-min	%	
Орион, st.	2,23	11	1,01	2	29,9	3	0,986	10	100,0	11	11,6	9	8	8	62
Иртыш 13	2,38	10	1,08	3	14,2	2	0,996	2	174,4	6	6,49	3	2	2	40

Иртыш 21	2,10	12	0,95	1	23,2	7	0,991	6	165,5	10	9,61	6	6	6	54
Иртыш 23	4,57	2	2,04	9	16,8	10	0,997	1	209,7	3	5,80	2	4	4	35
Тарский 2	3,85	5	1,64	8	21,4	9	0,993	4	137,3	7	8,20	4	1	1	39
Памяти Богачкова	3,44	7	1,47	6	14,8	11	0,995	3	229,1	2	5,20	1	3	3	36
Скакун	2,95	9	1,26	4	21,9	8	0,992	5	119,7	9	9,10	5	5	5	50
Факел	3,06	8	1,32	5	33,7	1	0,985	1	90,8	12	12,00	11	9	11	68
Сибирский Геркулес	3,64	6	1,58	7	26,9	6	0,990	7	124,6	8	9,90	8	7	7	56
Сибирский голозерный, st.	4,40	3	2,55	10	33,6	2	0,984	12	177,3	5	12,80	12	12	12	68
Прогресс	4,19	4	2,56	11	29,5	5	0,987	9	187,1	4	11,75	10	10	10	63
Левша	5,38	1	3,27	12	29,7	4	0,989	8	267,2	1	9,70	7	11	9	53
$S \bar{x}$	0,29	1,0	0,21	1,0	2,01	1,0	0,001	1,0	25,85	1,0	0,82	1,0	1,0	1,0	7,0

Примечание: X – значение признака; $S \bar{x}$ – относительная ошибка признака; O – индекс экологической пластичности по Д. И. Баранскому; Nom – гомеостатичность по В. В. Хангильдину; И – показатель интенсивности по Р. А. Удачину; St^2 – относительная стабильность признака по Н. А. Соболеву; ПУСС – показатель уровня стабильности сорта по Э. Д. Неттевичу; CV – коэффициент вариации по Б. А. Доспехову; d – размах содержания белка в зерне по В. А. Зыкину.

Н. А. Соболев для оценки экологической стабильности сортов использовал показатель относительной стабильности признака (St^2) (Соболев, 1980). Значение показателя видоизменяется в интервале от 0 до 1. Чем выше показатель стабильности, тем стабильнее сорт по исследуемому признаку. Результаты расчета данного показателя свидетельствуют о стабильности формирования качественного зерна у сортов Иртыш 23, Иртыш 13, Памяти Богачкова, Тарский 2, Скакун и Иртыш 21 ($St^2 = 0,991 \div 0,997$).

Э. Д. Неттевичем предложен способ статистической оценки стабильности сортов. По его мнению, хозяйственную ценность сорта можно определить при помощи комплексного показателя уровня его стабильности (Неттевич и др., 1985). Результаты проведенных расчетов свидетельствуют о том, что по стабильности формирования белка в зерне превышали стандарт пленчатые сорта Памяти Богачкова, Иртыш 13, Тарский 2 (ПУСС = +37,3 ÷ +129,1 к st.), а также голозерные сорта Левша и Прогресс (ПУСС = +89,9 к st.).

В настоящее время для определения стабильности сортов широко применяется коэффициент вариации (CV), использованный в работе Б. А. Доспехова (Доспехов, 1985). При $CV > 10\%$ изменчивость незначительная, при $10\% < CV < 20\%$ – средняя, при $CV > 20\%$ – значительная. Незначительная изменчивость установлена у сортов Памяти Богачкова, Иртыш 23, Иртыш 13, Тарский 2, Скакун, Иртыш 21, Левша и Сибирский Геркулес ($CV = 5,2 \div 9,9\%$), средняя – у сортов Орион, Прогресс, Факел и Сибирский голозерный ($CV = 11,6 \div 12,8\%$).

Использование набора методик для определения адаптивности сортов подразумевает необходимость применения ранжирования сортов и проведения

итоговой оценки по сумме рангов, полученных каждым сортом, при этом первый ранг является более высоким.

По сумме рангов наиболее адаптивными (стабильными, слабо отзывчивыми на изменение условий среды) оказались сорта Иртыш 23, Памяти Богачкова, Тарский 2 и Иртыш 13 (сумма рангов = 36 ÷ 40). Данные сорта предпочтительнее выращивать в более жестких погодных условиях. К пластичным сортам относятся Скакун, Левша, Иртыш 21 и Сибирский Геркулес (сумма рангов = 50 ÷ 56). Изменение содержания белка в их зерне в значительной степени зависело от условий выращивания (рис. 2).

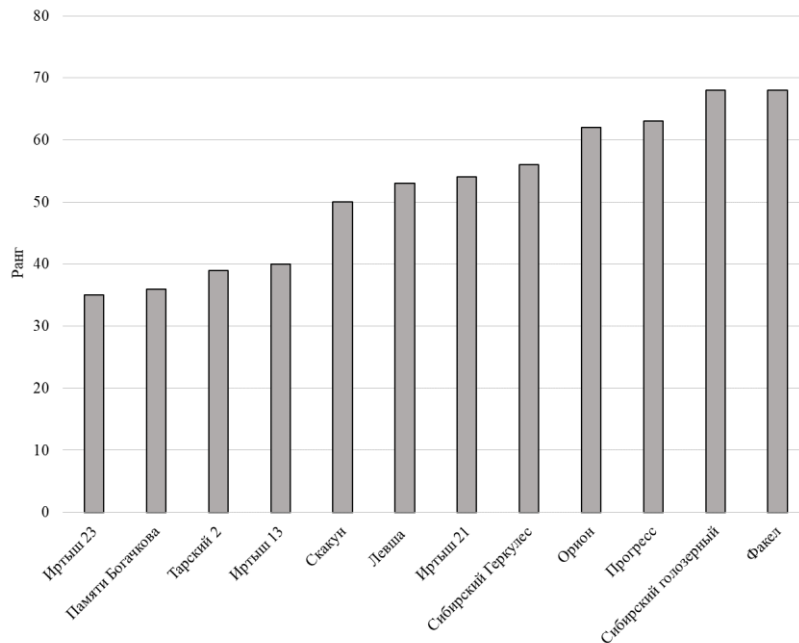


Рис. 2. Распределение сортов ярового овса по сумме рангов параметров адаптивности по содержанию белка

ВЫВОДЫ

1. Результаты исследования различных сортов овса за период 2011–2016 гг. показали, что сорта голозерной формы отличались более высоким содержанием белка в зерне по сравнению с пленчатыми сортами (в среднем на 1,18%).

2. Незначительная изменчивость признака (по Б. А. Доспехову) установлена у сортов Памяти Богачкова, Иртыш 23, Иртыш 13, Тарский 2, Скакун, Иртыш 21, Левша и Сибирский Геркулес ($CV = 5,2 \div 9,9\%$). Средней вариабельностью характеризовались сорта Орион, Прогресс, Факел и Сибирский голозерный ($CV = 11,6 \div 12,8\%$).

3. По размаху содержания белка в зерне (по В. А. Зыкину) соответствовали стандарту сорта Факел, Сибирский геркулес и Левша ($d = 3,15 \div 4,96$).

4. Пластичностью по содержанию белка в зерне (по Д. И. Баранскому) характеризовались пленчатые сорта овса Иртыш 23, Тарский 2, Сибирский геркулес ($O = 3,64 \div 4,57$) и голозерный сорт Левша ($O = 15,38$).

5. Наиболее устойчивыми к изменению условий выращивания (по В. В. Хангильдину) оказались сорта Иртыш 21, Орион, Иртыш 13, Скакун, Факел и Памяти Богачкова ($Hom = 0,95 \div 1,47$).

6. Наиболее интенсивными по содержанию белка в зерне (по Р. А. Удачину) являлись сорта Факел, Сибирский голозерный, Орион, Левша, Прогресс и Сибирский Геркулес ($I = 26,9 \div 33,7$).

7. Высокой стабильностью по Н. А. Соболеву отличались сорта Иртыш 23, Иртыш 13, Памяти Богачкова, Тарский 2, Скакун и Иртыш 21 ($St^2 = 0,991 \div 0,997$); по Э. Д. Неттевичу – сорта Памяти Богачкова, Иртыш 13, Тарский 2 ($ПУСС = +37,3 \div +129,1$ к ст.), Левша и Прогресс ($ПУСС = +89,9$ к ст.).

8. По сумме рангов к стабильным сортам (слабо отзывчивым на изменение условий окружающей среды) относятся Иртыш 23, Памяти Богачкова, Тарский 2 и Иртыш 13 (сумма рангов = 36–40). Данные сорта предпочтительнее выращивать в более жестких условиях.

9. По сумме рангов к пластичным сортам относятся Скакун, Левша, Иртыш 21 и Сибирский Геркулес (сумма рангов = 50–56). Изменение содержания белка в их зерне в значительной степени зависело от условий выращивания.

Список литературы

- Баранский Д. И. Экологическая пластичность и ее роль в процессе перерождения сортосмеси // *Vigrum select. Biggiry* Одеської сільськогосподарської станції. 1926. № 2. С. 81–91.
- Баталова Г. А. Некоторые аспекты устойчивости к лимитирующим факторам в селекции овса // *Зерновое хозяйство*. 2013. № 2(6). С. 52–58.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Зыкин В. А., Мешков В. В., Сапега В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1984. 24 с.
- Колесникова В. Г., Фатыхов И. Ш., Степанова М. А. Овес посевной в адаптивном растениеводстве Среднего Предуралья. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. 190 с.
- Косяненко Л. П. Экологическая пластичность овса в лесостепи Красноярского края // *Вестник КрасГАУ*. 2006. № 10. С. 108–112.

- 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.
- Лоскутов И. Г., Полонский В. И. Селекция на содержание β -глюканов в зерне овса как перспективное направление для получения продуктов здорового питания, сырья и фуража // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. № 4. С. 646–657. DOI: 10.15389/agrobiology/2017.4.646.rus.
- Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // *Вестник с/х науки*. 1985. № 1. С. 66–73.
- Соболев Н. А. Проблема отбора и оценки селекционного материала. Киев, 1980. С. 100–106.
- Удачин Р. А., Головоchenko А. П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // *Селекция и семеноводство*. 1990. № 5. С. 2–6.
- Фомина М. Н. Генетические источники для реализации основных направлений селекции овса в Северном Зауралье // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. СПб.: ВИР, 2013. Т. 174. С. 143–148.
- Хангильдин В. В., Асфондиярова Р. Р., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности // *Селекция и семеноводство*. 1997. № 2. С. 3–6.
- Юсова О. А., Васюкевич С. В. Оценка коллекционных образцов овса по продуктивности и биохимическим показателям в условиях Южной Лесостепи Западной Сибири // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014. № 7. С. 33–39.

References

- Baranskij D. I. Ekologicheskaja plastichnost' i ee rol' v protsesse pererozhdeniia sortosmesi [Ecological plasticity and its role in the course of regeneration of a sortosmesa] // *Bigrum select. Bigiry Odes'koi cil'kogosi dosvigoroi ctanczii*, 1926, no. 2, pp. 81–91.
- Batalova G. A. Nekotorye aspekty ustoichivosti k limitiruiushchim faktoram v seleksii ovsa [Some aspects of resistance to the limiting factors in selection of oats] // *Zernovoe khoziaistvo* 2013, no. 2(6), pp. 52–58.
- Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
- Zy'kin V. A., Meshkov V. V., Sapega V. A. *Parametry ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhoziaistvennykh rastenii, ikh raschet i analiz* [Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis]. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the All-Union Academy of Agricultural Sciences, 1984. 24 p.
- Kolesnikova V. G., Fatykhov I. Sh., Stepanova M. A. *Oves posevnoi v adaptivnom rastenievodstve Srednego Predural'ia*. [Sowing campaign oats in adaptive crop production of the Average of the Cis-Urals]. Izhevsk: Izhevsk Agricultural Academy Publishing House, 2006. 190 p.
- Kosyanenko L. P. Ekologicheskaja plastichnost' ovsa v lesostepi Krasnoiarskogo kraia [Ecological plasticity of oats in the forest-steppe of Krasnoyarsk Krai] // *Vestnik KrasGAU*, 2006, no. 10, pp. 108–112.
- Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blinova E. V. Metodicheskie ukazaniia po izucheniiu i sokhraneniuiu mirovoi kolleksii iachmenia i ovsa. ves posevnoi v adaptivnom rastenievodstve Srednego Predural'ia. [Methodical instructions on studying and preservation of a world collection of barley and oats]. Saint-Peterburg: Publishing House of the All-Russian Institute of Plant Production, 2012. 63 p.
- Loskutov I. G., Polonskij V. I. Seleksiiia na sodержanie β -gliukanov v zerne ovsa kak perspektivnoe napravlenie dlia polucheniia produktov zdorovogo pitaniia, syr'ia i furazha [Selection on the maintenance of β glucans in oats seed as the perspective direction for receiving products of healthy food, raw materials and fodder] // *Sel'skokhoziaistvennaia biologiya*, 2017, no. 4, pp. 646–657. DOI: 10.15389/agrobiology/2017.4.646.rus.
- Nettevich E. D., Morgunov A. I., Maksimenko M. I. *Povyshenie effektivnosti otbora iarovoi pshenitsy na stabil'nost', urozhainost' i kachestvo zerna*. [Increase in efficiency of selection of spring-sown field on stability, productivity and quality of grain] // *Vestnik a/s nauki*, 1985, no. 1, pp. 66–73.
- Sobolev N. A. *Problema otbora i otsenki selektsionnogo materiala* [Problem of selection and assessment of selection material]. Kiev, 1980, pp. 100–106.
- Udachin R. A., Golovochenko A. P. Metodika otsenki ekologicheskoi plastichnosti sortov pshenitsy. [Technique of assessment of ecological plasticity of grades of wheat] // *Seleksiya i semenovodstvo*, 1990, no. 5, pp. 2–6.
- Fomina M. N. Geneticheskie istochniki dlia realizatsii osnovnykh napravlenii seleksii ovsa v Severnom Zaural'e. [Genetic sources for realization of the main directions of selection of oats in the Northern Trans-Ural region] // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. Saint-Peterburg: Publishing House of the All-Russian Institute of Plant Production, 2013, t. 174, pp. 143–148.
- Xangil'din V. V., Asfondiyarova R. R., Sekatueva L. I. Metodika vyivleniia potentsial'noi produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoi pshenitsy po pokazateliu urozhainosti [Technique of identification of potential efficiency and adaptability of grades and selection forms of a winter wheat on a productivity indicator] // *Seleksiya i semenovodstvo*, 1997, no. 2, pp. 3–6.
- Yusova O. A., Vasyukevich S. V. Otsenka kolleksionnykh obraztsov ovsa po produktivnosti i biokhimicheskim pokazateliam v usloviakh Iuzhnoi Lesostepi Zapadnoi Sibiri [Assessment of collection samples of oats on efficiency and biochemical indicators in the conditions of the Southern Forest-steppe of Western Siberia] // *Vestnik Altajskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, no. 7, pp. 33–39.