

ВЫДЕЛЕНИЕ АДАПТИВНЫХ ДЛЯ УСЛОВИЙ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ СОРТОВ ОВСА ПО СОДЕРЖАНИЮ КРАХМАЛА В ЗЕРНЕ

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

¹ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»
644012, г. Омск, пр. Королева, 26;

²ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр 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 27 апреля 2020 г., принята к печати 28 мая 2020 г.

Овес является одной из ведущих экономически выгодных зернофуражных культур многопланового использования. В последнее время резко возросло использование продуктов переработки зерна овса в продовольственных целях, что связано с хорошей усвояемостью содержащихся в них питательных веществ. Цель исследований заключалась в выделении адаптивных для условий южной лесостепи Омской области сортов овса по содержанию крахмала в зерне. Объектами исследований являлись 12 сортов ярового овса селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» и других научных центров, рекомендованных для возделывания в данном регионе. Содержание крахмала в зерне определялось поляриметрическим методом. Рассчитаны следующие параметры адаптивности: *Hom* – показатель гомеостатичности (по В. В. Хангильдину); ПУСС – показатель уровня стабильности сорта (по Э. Д. Неттевичу); *d* – показатель размаха содержания крахмала в зерне (по В. А. Зыкину); *O* – индекс экологической пластичности (по Д. И. Баранскому); *I* – показатель интенсивности (по Р. А. Удачину); *St*² – показатель относительной стабильности признака (по Н. А. Соболеву); *V* – коэффициент вариации (по Б. А. Доспехову). Наиболее адаптивные для условий южной лесостепи Западной Сибири сорта выделялись на основании суммы рангов по перечисленным методам. Наиболее адаптивными по содержанию крахмала в зерне для условий южной лесостепи Омской области оказались сорта овса Левша, Прогресс и Иртыш 23 (сумма рангов = 20...26), набравшие минимальную сумму рангов. Данные сорта будут отличаться повышенным содержанием крахмала в зерне при выращивании в неблагоприятных условиях.

Ключевые слова: овес, крахмал, адаптивность, ранг.

MONITORING OF STARCH CONTENT IN GRAIN OF OAT VARIETIES FOR THE CONDITIONS OF THE OMSK REGION

O. A. YUsova¹, P. N. Nikolaev¹, S. V. Vasyukevich¹, I. V. Safonova², N. I. Anisjkov²

¹Omsk Agrarian Scientific Center,
644012, St. Omsk, Pr. Koroleva, 26, Russia,

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

Oats are the one of the leading economically profitable grain-fodder crops, the use of which is very wide. Recently, the popularity of oat grain processing products for food purposes has significantly increased due to their high nutrition quality. The purpose of the research was to identify oat varieties that were, in terms of starch content in grain, suitable for the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region. The objects of research were 12 varieties of spring oats selected by the Omsk Agrarian Scientific Center and other scientific centers, recommended for cultivation in the region. The starch content in the grain was determined by the polarimetric method. The following parameters of the adaptability were calculated: *Hom* – index of homeostasis; ПУСС – index of the variety stability; *d* – index of grain starch content range; *O* – index of ecological plasticity; *I* – index of intensity; *St*² – index of the trait relative stability; *V* – coefficient of variation. The most adaptive varieties for the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia were allocated on the basis of the sum of ranks according to the listed methods. The most adaptive in terms of starch content in grain for the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region are the following varieties of oats that have gained the minimum amount of ranks according to the methods listed above: Levsha, Progress, Irtysh 23 (the sum of ranks = 20...26). These varieties will form an increased starch content in the grain under unfavorable growing conditions.

Keywords: oats, starch, adaptability, rank.

ВВЕДЕНИЕ

Овес имеет широкий спектр применения (начиная с периода освоения Сибири) и считается выгодной в экономическом плане зернофуражной культурой. Большинство возделываемых в настоящее время сортов овса в достаточной мере соответствует требованиям современного производства, что приводит к заготовке низкокачественного сырья. Продовольственная ценность овса зависит от его биохимического состава (Баталова, 2010) и усвояемости питательных веществ, содержащихся в продуктах его переработки (Колмаков и др., 2012; Заушинцева и др., 2007). Значительную долю в составе зерна овса занимает крахмал (до 80% сухого вещества), содержание которого варьируется в зависимости от разновидностей и сорта (от 24 до 64%), климатических условий региона возделывания (Лоскутов и др., 2015; Козлова и др., 2009), а также сложного характера корреляционных зависимостей между основными признаками продуктивности и качества зерна.

В связи с тем, что популярность продуктов переработки овса в последнее время увеличивается, повышенное внимание стало уделяться адаптивным высококачественным сортам. Мониторинг реакции сорта на изменение условий выращивания позволит решить проблему заготовки зерна путём подбора сортов для каждой зоны (Ганичев и др., 2007). Одним из основных показателей, определяющих качество зерна овса, является содержание крахмала в зерне.

В связи с вышеизложенным целью настоящего исследования заключалась в выделении адаптивных для условий Омской области сортов овса по содержанию крахмала в зерне.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

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

Проведена математическая обработка данных (Доспехов, 1985). Содержание крахмала в зерне определено поляриметрическим методом (Плешков, 1985).

Для определения адаптивности сорта рассчитаны следующие показатели:

– размах содержания крахмала в зерне (d) (Зыкин и др., 1984);

– индекс экологической пластичности (O) (Баранский, 1926);

– экологическая стабильность (St²) (Соболев, 1980);

– показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) (Неттевич и др., 1985);

– гомеостатичность (Hom) (Хангильдин и др., 1997);

– интенсивность (И) (Удачин и др., 1990).

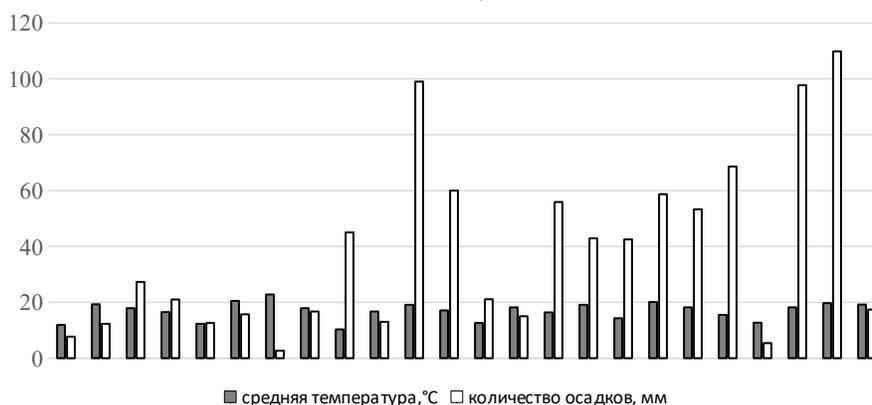
Сорта, характеризующиеся высокой адаптивностью в условиях Омской области, выделены на основании суммы рангов по перечисленным методам расчета.

В качестве объектов исследования выступали 12 сортов ярового овса, рекомендованных для возделывания в данном регионе.

Климатические условия, несомненно, оказывают значительное влияние на формирование показателей продуктивности и качества зерна. В течение периода исследований наблюдалось чередование засушливых условий в 2012, 2014 и 2015 гг. (ГТК = 0,69...0,80) и условий обеспеченного увлажнения в 2011, 2013 и 2016 гг. (ГТК=0,92...0,99).

Май характеризовался повышенными температурами воздуха в 2011, 2014 и 2016 гг.; июнь – в 2011, 2012 и 2014–2011 гг. (от +0,5 до +3,0°C к среднемноголетним данным); июль – в 2012, 2015 и 2016 гг. (от +0,5 до +3,5°C к среднемноголетним данным) (рис. 1). Август отличался пониженной температурой воздуха в период вегетации в 2011 и 2013–2015 гг. (–1,0...–2,5°C к норме).

Влажные климатические условия были характерны для следующих периодов: май 2012–2015 и 2017 гг. (от 21,0 до 45,0 мм осадков), июнь 2011, 2015 и 2016 гг. (от 27,3 до 96,2 мм), июль 2011 и 2013–2016 гг. (от 27,3 до 108,0 мм) и август 2011 и 2013–2015 гг. (от 21,0 до 68,6 мм). В остальные месяцы сумма осадков составляла от 5,4 до 15,7 мм.



РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что содержание крахмала в зерне пленчатых и голозерных сортов овса в значительной степени зависело как от условий выращивания, так и от генетики сорта (Николаев и др., 2020; Юсова, 2017).

Сорта овса пленчатой и голозерной форм различались по данному показателю качества зерна. Так, в среднем за 2011–2016 гг. содержание крахмала в зерне овса голозерных сортов превышало его содержание в зерне пленчатых сортов на 17,3%.

Содержание крахмала в зерне варьировалось от 37,52% в 2016 г. (Иртыш 21) до 53,70% в 2011 г.

(Орион) у сортов пленчатой формы и от 56,35% (Левша) в 2012 г. до 66,23% (Сибирский голозерный) в 2014 г. у голозерных сортов. Наименее благоприятным для формирования повышенного содержания крахмала в зерне являлся вегетационный период 2016 г. (41,95% в среднем по опыту). Максимальное содержание крахмала в зерне отмечено в 2011 г. (52,11%).

В среднем за период исследований ни один исследуемый сорт не превысил стандарт по содержанию крахмала. Содержание крахмала в зерне на уровне стандарта наблюдалось у пленчатых сортов Иртыш 13 и Иртыш 21 (45,31 и 45,19%), а также голозерного сорта Прогресс (61,45%).

Таблица 1. Содержание крахмала в зерне ярового овса сортов Омской селекции

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее по сорту	± к ст., %
Пленчатая форма								
Орион, ст.	53,70	44,48	46,46	43,17	47,78	38,20	45,63	–
Иртыш 13	52,39	44,48	45,80	43,17	47,78	38,22	45,31	–0,33
Иртыш 21	53,04	43,82	46,46	46,46	43,83	37,52	45,19	–0,44
Иртыш 23	49,09	42,51	45,14	41,85	44,60	44,50	44,62	–1,02
Тарский 2	46,45	42,51	43,82	43,17	43,17	37,56	42,78	–2,81
Памяти Богачкова	47,78	41,19	43,82	42,58	43,17	37,56	42,68	–2,95
Скакун	49,09	41,84	43,17	41,85	43,17	37,56	42,78	–2,85
Факел	44,23	40,86	46,78	46,78	42,51	37,56	43,12	–2,51
Сибирский Геркулес	44,70	44,60	45,50	44,10	44,49	36,90	43,38	–2,25
Среднее по группе	48,94	42,92	45,22	43,68	44,50	38,40	43,94	–
HCP ₀₅	0,95	0,90	0,55	1,00	0,97	1,01	–	–
Голозерная форма								
Сибирский голозерный, ст.	62,27	57,00	60,30	66,23	65,57	57,99	61,56	–
Прогресс	61,61	57,66	59,64	65,57	66,23	57,99	61,45	–0,11
Левша	60,95	56,35	60,30	65,24	60,70	–	60,71	–0,85
HCP ₀₅	0,96	0,98	0,48	1,18	1,02	2,12	–	–
Среднее по группе	61,61	57,00	60,08	65,68	64,17	57,99	61,24	–

Для оценки адаптивной способности сортов может использоваться большое количество математических методов расчета. Они различаются по сложности расчета, достоверности и разрешающей способности. В связи с этим необходимо совместное использование разных параметров оценки адаптивности, позволяющих надежно определить реакцию сорта.

В последнее время нередко применяется методика В. А. Зыкина с соавт., которая дает

возможность оценить уровень стабильности сортов по показателю размаха содержания крахмала в зерне (d). Данный показатель позволяет определить соотношение между максимальным и минимальным содержанием крахмала в зерне для конкретного сорта (Зыкин и др., 1984). Повышенный размах содержания крахмала отмечен у большинства пленчатых сортов овса – Иртыш 21, Орион и Иртыш 13 (d = 14,2...15,5%) при средней вариабельности признака (V<10%) (табл. 2).

Таблица 2. Параметры адаптивности сортов ярового овса по содержанию крахмала в зерне

Сорт	d, %		O		Hom		И		St ²		ПУСС, %		CV		Σ рангов
	X	ранг	X	ранг	X	ранг	X	ранг	X	ранг	X	ранг	X	ранг	
Орион, st.	15,5	9	8,95	11	4,04	11	33,97	2	0,988	8	100,0	11	11,3	12	64
Иртыш 13	14,2	10	9,64	10	4,36	10	31,34	3	0,989	7	107,2	10	10,4	10	60
Иртыш 21	15,5	9	8,91	12	4,03	12	34,30	1	0,987	9	98,8	12	11,2	11	66
Иртыш 23	7,24	1	17,56	2	7,83	4	16,22	9	0,997	1	189,6	4	5,7	2	23
Тарский 2	8,89	4	14,75	5	6,29	5	20,78	7	0,995	3	146,0	5	6,8	5	34
Памяти Богачкова	10,22	7	12,79	7	5,47	7	23,95	5	0,994	4	126,6	7	7,8	7	44
Скакун	11,53	8	11,50	9	4,91	9	29,95	4	0,992	6	114,0	9	8,7	9	54
Факел	9,22	5	12,01	8	5,19	8	21,38	6	0,993	5	121,4	8	8,3	8	48
Сибирский Геркулес	8,6	3	13,51	6	5,86	6	19,82	8	0,994	4	137,9	6	7,4	6	39
Сибирский голозерный, st.	9,23	6	16,07	4	9,93	3	14,99	10	0,996	2	100,0	3	6,2	4	32
Прогресс	8,57	2	16,52	3	10,07	2	13,95	12	0,996	2	361,7	2	6,1	3	26
Левша	8,89	4	19,27	1	11,70	1	14,65	11	0,997	1	385,3	1	5,2	1	20

Hom – показатель гомеостатичности (по В. В. Хангильдину);

ПУСС – показатель уровня стабильности сорта (по Э. Д. Неттевичу);

d – показатель размаха содержания крахмала в зерне (по В. А. Зыкину);

O – индекс экологической пластичности (по Д. И. Баранскому);

И – показатель интенсивности (по Р. А. Удачину);

St² – показатель относительной стабильности признака (по Н. А. Соболеву);

V – коэффициент вариации (по Б. А. Доспехову).

Изучение степени пластичности сорта впервые было проведено Д. И. Баранским. Классифицируя реакции набора сортов в разнообразных состояниях среды, он обратил внимание, что у сортов, реагирующих на все изменения среды, величина исследуемых параметров видоизменялась значительнее, чем у сортов, не способных на подобную реакцию (Баранский, 1926). Результаты настоящего исследования свидетельствуют, что наиболее пластичными по содержанию крахмала в зерне являются пленчатые сорта: Иртыш 23, Тарский 2, Сибирский Геркулес, Памяти Богачкова, Факел и Скакун (O = 11,5...17,56), а также голозерный сорт Левша (O = 19,27), превышающий стандарт.

В. В. Хангильдин использовал один из параметров, характеризующих устойчивость сортов к воздействию отрицательных условий среды (Хангильдин и др., 1997). Низкую изменчивость содержания крахмала в зерне в непостоянных условиях среды он объяснял высокой гомеостатичностью. Результаты настоящего исследования показали, что наиболее устойчивыми к изменению условий выращивания по признаку содержания крахмала в зерне являются превышающие стандарт пленчатые сорта Иртыш 23, Тарский 2, Памяти Богачкова, Факел и Сибирский Геркулес

(Hom = 5,19...7,83), а также голозерные сорта Левша и Прогресс (Hom = 11,70 и 10,07).

Р. А. Удачин предложил один из эффективных способов оценки отношения сортов к условиям внешней среды по показателю интенсивности (И) (Удачин и др., 1990). Результаты оценки данных биохимического анализа, проведенного в рамках конкурсного сортоиспытания овса, свидетельствуют, что наиболее интенсивным по степени содержания крахмала в зерне является сорт Иртыш 21 (И = 34,30), соответствующий стандарту (Орион).

Н. А. Соболев для анализа экологической стабильности рекомендовал использовать показатель относительной стабильности признака (St²) (Соболев, 1980). Данный показатель варьируется в интервале от 0 до 1. Чем выше уровень стабильности, тем регулярнее сорт способен формировать зерно с высоким содержанием крахмала. Полученные показатели свидетельствуют о стабильности образования высококрахмалистого зерна у пленчатых сортов Иртыш 23 и Тарский 2 (St² = 0,997 и 0,995) и голозерных сортов Сибирский голозерный, Левша и Прогресс (St² = 0,997 и 0,996).

Следующий статистический метод определения стабильности рекомендовал использовать Э. Д. Неттевич. Для оценки стабильности сорта и выявления его хозяйственной ценности по

содержанию крахмала в зерне он применял комплексный показатель, позволяющий одновременно определять уровень содержания крахмала и его стабильность в сравнении со стандартом (Неттевич и др., 1985). В рамках настоящего исследования установлено, что по уровню содержания крахмала в зерне и стабильности его формирования превышают стандарт пленчатые сорта Иртыш 23, Тарский 2, Памяти Богачкова, Факел, Скакун и Сибирский геркулес (ПУСС = 114,0...189,6%), а также голозерные сорта Левша и Прогресс (ПУСС = 261,7 и 285,3%).

По мнению большинства исследователей, к настоящему времени накоплено достаточно информации об эффективности использования различных методов оценки адаптивности. Однако необходимо принимать во внимание, что, как правило, данные методы позволяют оценивать разные стороны адаптивной способности сорта. Поэтому их комплексное использование позволит более обоснованно отбирать сорта для селекции и

производства, что даст возможность реализовать принцип ранжирования. Заключительная оценка проводится по сумме рангов, полученных каждым сортом. При этом следует учитывать, что первый ранг является более высоким, а 12 – более низким.

По сумме рангов адаптивности выделились три группы сортов.

1. Слабо отзывчивые на изменение условий среды сорта Левша, Прогресс и Иртыш 23 (сумма рангов = 20...26), способные формировать более высокое содержание крахмала в неблагоприятных условиях выращивания.

2. Пластичные сорта Тарский 2, Сибирский геркулес, Памяти Богачкова, Факел и Сибирский голозерный (сумма рангов = 32...48). Изменения содержания крахмала в их зерне полностью соответствуют изменениям условий выращивания.

3. Сильно отзывчивые на изменение условий выращивания сорта Скакун, Иртыш 13, Орион и Иртыш 21 (сумма рангов = 54...64) (рис. 2).

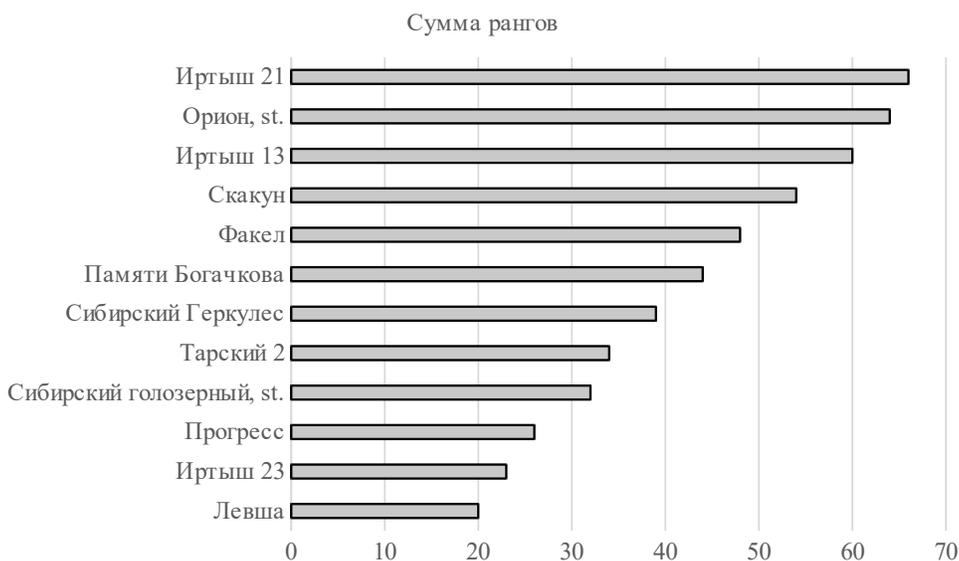


Рис. 2. Адаптивность сортов ярового овса, рассчитанная по показателям содержания крахмала в зерне, в среднем за 2011–2016 гг.

ВЫВОДЫ

1. В условиях южной лесостепи Омской области содержание крахмала в зерне на уровне стандарта отмечено у пленчатых сортов Иртыш 13 и Иртыш 21 (45,31 и 45,19%) при высоком размахе данного показателя ($d=14,2...15,5\%$ по сравнению с другими сортами) и средней вариабельности признака по Б. А. Доспехову ($V<10\%$), а также у голозерного сорта Прогресс (61,45%).

2. Пластичными по Д. И. Баранскому оказались пленчатые сорта Иртыш 23, Тарский 2, Сибирский Геркулес, Памяти Богачкова, Факел и Скакун ($O=11,5...17,56$), а также голозерный сорт Левша ($O = 19,27$), превышающий стандарт.

3. Стабильностью к изменению условий выращивания по В. В. Хангильдину характеризуются пленчатые сорта Иртыш 23, Тарский 2, Памяти Богачкова, Факел и Сибирский Геркулес

($Hom = 5,19...7,83$) и голозерные сорта Левша и Прогресс ($Hom = 11,70$ и $10,07$); по Н. А. Соболеву – Иртыш 23, Тарский 2 ($St^2 = 0,997$ и $0,995$), Сибирский голозерный, Левша и Прогресс ($St^2 = 0,997$ и $0,996$); по Э. Д. Неттевичу – Иртыш 23, Тарский 2, Памяти Богачкова, Факел, Скакун, Сибирский геркулес (ПУСС = 114,0...189,6%), Левша и Прогресс (ПУСС = 261,7 и 285,3%).

4. Интенсивным по Р. А. Удачину является сорт Иртыш 21 ($I = 34,30$), соответствующий стандарту (Орион).

5. Наибольшей адаптивностью для условий Омской области по содержанию крахмала в зерне характеризуются сорта овса Левша, Прогресс и Иртыш 23 (сумма рангов = 20...26), набравшие минимальную сумму рангов. Данные сорта будут формировать повышенное содержание крахмала в зерне в неблагоприятных условиях выращивания.

Список литературы

- Баранский Д.И. Экологическая пластичность и ее роль в процессе перерождения сортосмеси // *Bigrum select. Bigiry Одеської сількогосп досвігової станції*. 1926. Вып. 2. С. 81–91.
- Баталова Г.А. Формирование урожая и качества зерна овса // *Достижение науки и техники АПК*. 2010. № 11. С. 10–13.
- Ганичев Б.Л., Исачкова О.А. Стратегия и тактика в селекции голозерного овса // *Развитие научного наследия Н.И. Вавилова на современном этапе. Материалы международной научной конференции, посвященной 120-летию со дня рождения Н.И. Вавилова*. Новосибирск. 2007. С. 56–58.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Заушинцева А.В., Борисова Ю.В. Основные факторы, ограничивающие технологичность голозерного овса // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2007. № 6. С. 75–81.
- Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1984. С. 24.
- Козлова Г.Я., Акимова О.В. Сравнительная оценка голозерных и пленчатых сортов овса по основным показателям качества зерна // *Сельскохозяйственная биология растений*. 2009. № 5. С. 87–89.
- Колмаков Ю.В., Васюкевич С.В., Нагибин М.И. Объективность оценки хозяйственно ценных признаков и качества зерна на раннем этапе селекции овса // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2012. № 9. С. 5–8.
- Лоскутов И.Г., Блинова Е.В. Источники для селекции овса на повышение качества и функциональности конечной продукции // *Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения импортозамещения. Материалы координационного совещания по селекции, семеноводству, технологии возделывания и переработке зернофуражных культур (27–31 июля, 2015 г.)*. НИИСХ Северного Зауралья. Тюмень, 2015. С. 71.
- 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.
- 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.
- Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Адаптивный потенциал сортов ярового овса селекции Омского аграрного научного центра // *Земледелие*. 2020. № 2. С. 27–31. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10207
- Плешков Б.В. Практикум по биохимии растений. М.: Агропромиздат, 1985. 255 с.
- Соболев Н.А. Проблема отбора и оценки селекционного материала. Киев: Наукова думка, 1980. С. 100–106.
- Удачин Р.А., Головаченко А.П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // *Селекция и семеноводство*. 1990. № 5. С. 2–6.
- Хангильдин В.В., Асфондиярова Р.Р. Проявление гомеостаза у гибридов гороха посевного // *Биологические науки*. 1977. № 1. С. 116–121.
- Юсова О.А. Качество зерна овса в условиях южной лесостепи Западной Сибири // *Достижения науки и техники АПК*. 2017. № 12. С. 32–35.

References

- Baranskiy D.I. Ekologicheskaya plastichnost' i yeye rol' v protsesse pererozhdeniya sortosmesi [Ecological plasticity and its role in the process of degeneration of variety mixtures] // *Bigrum select. Bigiry Одеської сількогосп досвігової станції*, 1926, no. 2, pp. 81–91.
- Batalova G.A. Formirovaniye urozhaya i kachestva zerna ovsa [Formation of the yeild and the quality of oat grain] // *Dostizheniye nauki i tekhniki APK*, 2010, no. 11, pp. 10–13.
- Ganichev B.L., Isachkova O.A. Strategiya i taktika v selektsii golozernogo ovsa [Strategy and tactics in naked oats breeding] // *Razvitiye nauchnogo naslediya N.I. Vavilova na sovremennom etape. Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 120-letiyu so dnya rozhdeniya N.I. Vavilova*. Novosibirsk, 2007, pp. 56–58.
- Zaushintseva A.V., Borisova Yu.V. Osnovnyye faktory, ogranichivayushchiye tekhnologichnost' golozernogo ovsa [The main factors limiting the manufacturability of naked oats] // *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2007, no. 6, pp. 75–81.
- Zykin V.A., Meshkov V.V., Sapega V.A. Parametry ekologicheskoy plastichnosti sel'skokhozyaystvennykh rasteniy, ikh raschet i analiz [Characteristics of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis]. Novosibirsk: Sibirskoye otdeleniye Vsesoyuznoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk imeni V. I. Lenina, 1984, 24 p.
- Kozlova G.Ya., Akimova O.V. Sravnitel'naya otsenka golozernykh i plenchatykh sortov ovsa po osnovnym pokazatelyam kachestva zerna [Comparative evaluation of naked and film varieties of oats by the main indicators of grain quality] // *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya rasteniy*, 2009, no. 5, pp. 87–89.
- Kolmakov Yu.V., Vasyukevich S.V., Nagibin M.I. Obyektivnost' otsenki khozyaystvenno tsennykh priznakov i kachestva zerna na rannem etape selektsii ovsa [Objectivity of evaluation of economic and valuable signs and quality of grain at the early stage of oat breeding] // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, no. 9, pp. 5–8.

- Loskutov I.G., Blinova E.V. Istochniki dlya selektsii ovsa na povysheniye kachestva i funktsional'nosti konechnoy produktsii [Sources for oat breeding to improve the quality and functionality of the final product] // *Selektsiya, semenovodstvo i proizvodstvo zernofurazhnykh kul'tur dlya obespecheniya importozameshcheniya. Materialy koordinatsionnogo soveshchaniya po selektsii, semenovodstvu, tekhnologii vozdel'yvaniya i pererabotke zernofurazhnykh kul'tur* (27–31 iyulya, 2015 g.). Nauchno-issledovatel'skiy institut sel'skogo khozyaystva Severnogo Zaural'ya. Tyumen', 2015, pp. 71.
- Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V. Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyu mirovoy kolleksii yachmenya i ovsa [Methodological guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats]. Saint-Petersburg: Publishing House of the All-Russian Institute of Plant Production, 2012, 63 p.
- Nettevich E.D., Morgunov A.I., Maksimenko M.I. Povysheniye effektivnosti otbora yarovoy pshenitsy na stabil'nost', urozhaynost' i kachestvo zerna [Increasing the efficiency of spring wheat breeding for stability, yield and grain quality] // *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 1985, no. 1, pp. 66–73.
- Nikolayev P.N., Yusova O.A., Aniskov N.I., Safonova I.V. Adaptivnyy potentsial sortov yarovogo ovsa selektsii Omskogo agrarnogo nauchnogo tsentra [Adaptive potential of spring oats varieties of the Omsk agrarian scientific center breeding] // *Zemledeliye*, 2020, no. 2, pp. 27–31. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10207.
- Pleshkov B.V. Praktikum po biokhimi i rasteniy [Workshop on the biochemistry of plants]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 255 p.
- Sobolev N.A. Problema otbora i otsenki selektsionnogo materiala [The problem of selection and evaluation of breeding material]. Kiev: Naukova dumka, 1980, pp. 100–106.
- Udachin R.A., Golovochenko A.P. Metodika otsenki ekologicheskoy plastichnosti sortov pshenitsy [Methods for evaluation of the ecological plasticity of wheat varieties] // *Selektsiya i semenovodstvo*, 1990, no. 5, pp. 2–6.
- Hangildin V.V., Asfondiyarova R.R. Proyavleniye gomeostaza u gibridov gorokha posevnogo [The manifestation of homeostasis of peas hybrids] // *Biologicheskkiye nauki*, 1977, no. 1, pp. 116–121.
- Yusova O.A. Kachestvo zerna ovsa v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [Quality of oats grain in the conditions of southern forest-steppe of Western Siberia] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2017, no. 12, pp. 32–35.