

АДАПТИВНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ОВСА ПО ВЕЛИЧИНЕ УРОЖАЯ И СОДЕРЖАНИЮ БЕЛКА В ЗЕРНЕ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

В.И. ПОЛОНСКИЙ^{1,4} доктор биологических наук, vadim.polonskiy@mail.ru

С.А. ГЕРАСИМОВ² кандидат сельскохозяйственных наук

А.В. СУМИНА^{1,3} кандидат сельскохозяйственных наук

¹ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

²КРАСНОЯРСКИЙ НИИСХ – ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ

ФГБНУ «ФИЦ «КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН»,

E-mail: g-s-a2009@yandex.ru

³ФГБОУ ВО ХАКАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ Н.Ф. КАТАНОВА

⁴ФГАОУ ВО СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*Цель настоящей работы заключалась в определении адаптивного потенциала выращенных в условиях Красноярской лесостепи образцов овса по величине урожайности и содержанию белка в зерне и анализе связи между показателями адаптивности образцов по этим признакам. Объектом исследования служили 13 пленчатых и 5 голозерных образцов овса из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, которые были выращены в течение трех лет. В образцах овса определяли величину урожая и содержание белка в зерне по Къельдалю. По каждому из указанных признаков вычисляли 4 параметра адаптивности образцов овса: коэффициент экологической вариации C_v , показатель стрессоустойчивости d , параметр гомеостатичности $Нот$, показатель уровня и стабильности сорта ПУСС. Установлено, что пленчатые образцы овса по сравнению с голозерными формами отличались более высокой величиной урожайности, но формировали зерно с пониженным содержанием белка. По максимальному значению урожайности выделились пленчатые образцы *Envis* и *Медведь*, а также голозерный сорт-стандарт *Голец*. По наибольшему содержанию белка в зерне отмечены образцы *Местный Тунис 1* и *Вятский*. Голозерные формы по сравнению с пленчатыми характеризовались более высокими средними величинами параметров пластичности (C_v , d), но меньшими показателями из группы стабильности ($Нот$ и ПУСС) как по содержанию белка в зерне, так и по величине урожайности. Указанные различия были несущественными. Наиболее адаптивными по урожайности зафиксированы образцы *Сапсан* и *Вятский*, а по признаку «содержание белка в зерне» определены сорта *Саян* и *Тайдон*. Полученные результаты свидетельствуют о том, что селекция овса на стабильность по содержанию белка в зерне, по всей вероятности, не будет сопровождаться уменьшением или увеличением стабильности образцов по урожайности. Установлено, что при отборе образцов на повышенное содержание белка в зерне стабильность проявления этого признака по годам не будет существенно изменяться. В случае отбора овса на повышенную урожайность стабильность проявления этого признака также значительно меняться не будет.*

Ключевые слова: овёс пленчатый, голозерный; оценка, пластичность, стабильность, белок, урожайность.

Для цитирования: Полонский В.И., Герасимов С.А., Сумина А.В. Адаптивность образцов овса по величине урожая и содержанию белка в зерне в условиях Восточной Сибири. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 2(42):119-126. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-119-126

ADAPTABILITY OF OATS ACCESSIONS IN YIELD AND PROTEIN CONTENT IN THE GRAIN IN THE CONDITIONS OF EASTERN SIBERIA

V.I. Polonsky^{1,4}, S.A. Gerasimov², A.V. Sumina^{1,3}

¹FSBEI HE «KRASNOYARSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY»

E-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

²KRASNOYARSK RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – SEPARATE SUBDIVISION FSBSI «FRC «KRASNOYARSK SCIENTIFIC CENTER SB RAS»

E-mail: g-s-a2009@yandex.ru

³FSBEI HE «N.F. KATANOV KHAKASS STATE UNIVERSITY»,

⁴FSAEI HE «SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY»

Abstract: *The aim of this work was to determine the adaptive potential of oat accessions grown under the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe in terms of yield and protein content in grain and to analyze the relationship between the adaptability indices of the accessions for these traits. The object of the study was 13 hulled and 5 naked oat accessions from the collection of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov, which were grown for three years. In oat accessions, the yield and protein content in grain were determined according to Kjeldahl. For each of these traits, four parameters of the adaptability of oat samples were calculated: the coefficient of ecological variation C_v , the index of stress resistance d , the parameter of homeostaticity H_{om} , the index of the level and stability of the variety PUSS. It was found that hulled oat accessions had a higher yield, but formed a grain with a low protein content. According to the maximum yield value, the hulled accessions Envis and Medved, as well as the naked variety-the standard Golets, were distinguished. According to the highest protein content in the grain, the accessions Mestnii Tunis 1 and Vyatka were noted. Naked forms compared with hulled ones were characterized by higher average values of plasticity parameters (C_v , d), but lower indicators from the stability group (H_{om} and PUSS) both in terms of protein content in grain and in terms of yield. These differences were insignificant. Sapsan and Vyatka accessions were recorded as the most adaptive in terms of yield, and Sayan and Taidon varieties were determined on the basis of "protein content in grain". The results obtained indicate that the selection of oats for stability in terms of protein content in grain, in all likelihood, will not be accompanied by a decrease or increase in the stability of samples in terms of yield. It was found that when sampling for an increased protein content in grain, the stability of the manifestation of this trait will not change significantly over the years. In the case of selection of oats for increased yield, the stability of the manifestation of this sign will also not change significantly.*

Keywords: oats hulled, naked; evaluation; plasticity; stability; protein; yield.

Сегодня актуальной задачей растениеводства является не только достижение высоких уровней урожаев и повышение содержания в них ценных веществ, но и стабильное их проявление по годам выращивания культур [1]. Для резко континентального климата Восточной Сибири характерно наличие неблагоприятных факторов внешней среды (главным образом, температуры и влаги), что сопровождается снижением стабильности величины и качества урожая сельскохозяйственных культур. В течение последних десятилетий активно развиваются подходы к вычислению различных показателей экологической изменчивости, к которым относятся пластичность, стабильность, отзывчивость, стрессоустойчивость, гомеостатичность, надежность и др. Недавно разработана новая версия компьютерной программы Agrostab «Показатели стабильности сортов сельскохозяйственных культур» на основе многолетних данных полевых исследований в Новосибирской области». Программа реализует современные методы оценки экологической пластичности сортов и позволяет оценивать стабильность генотипов по комплексу фенотипических признаков [2].

В литературе имеется ряд работ, в которых авторы используют указанные количественные критерии адаптивности образцов зерновых культур для поиска

перспективных форм, отличающихся незначительным варьированием по уровню урожайности [3] и содержанию в зерне белка [4] в условиях континентального климата. При этом в большинстве указанных публикаций, как правило, рассматривается экологическое варьирование образцов только по одному хозяйственно ценному признаку. Поскольку возделывание зерновых культур, как правило, ведется для получения определенного урожая определенного качества, то важно иметь представление об адаптивности образцов, по крайней мере, по двум признакам, характеризующим и количество зерна, и его качество.

Среди зерновых культур овес занимает особое место благодаря содержащимся в зерне разнообразным ценным веществам. К ним относятся в числе прочих химических соединений белки, обладающие хорошей сбалансированностью по аминокислотному составу. Сегодня опубликованы результаты исследований, касающиеся урожайности и содержания этих веществ в разных образцах овса, выращенных в условиях Восточной Сибири [5]. При этом информация об адаптивности (стабильности и пластичности) конкретных сортов овса по урожайности и уровню белка в зерне в литературе встречается лишь в единичных публикациях [6]. Отметим, что характер взаимосвязей между показателями адаптивности образцов овса по урожайности и содержанию белка в зерне также практически не изучен.

Цель исследований – определение адаптивного потенциала выращенных в условиях Восточной Сибири образцов овса по величине урожайности и содержанию белка в зерне и анализ связи между показателями адаптивности образцов по этим признакам.

Объект и методы исследования

В работе исследовали 18 образцов овса (13 пленчатых и 5 голозерных) из коллекции ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова. Овес выращивали в 2015-2017 гг. на опытных полях Красноярского НИИСХ, расположенных в лесостепной зоне Красноярского края. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным маломощным, предшественник – чистый пар. Площадь делянок – 1,8 м². Стандарты Тубинский и Голец размещали через каждые 10 делянок. Повторность – однократная. Норма высева 550 всхожих зерен на 1 м². Посев проводили в оптимальные сроки 20-25 мая. Погодные условия в годы исследования были контрастными: 2015 г. – засушливый (ГТК – 0,95); 2016 и 2017 гг. – влажные (ГТК – 1,59 и 1,47).

После уборки растений в каждом образце определяли величину урожая и содержание белка в зерне по Кьельдалю [7]. Повторность определения двукратная. По каждому из этих хозяйственно ценных признаков вычисляли 4 параметра адаптивности образцов овса. К ним относятся показатели экологической пластичности: коэффициент экологической вариации C_v [8], показатель стрессоустойчивости d , [9] и параметры стабильности образцов: показатель уровня и стабильности сорта ПУСС [10], параметр гомеостатичности Hom [11]. В работе использовали прием ранжирования образцов по их адаптивности и для оценок последней вычисляли суммы рангов.

Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартных компьютерных программ Microsoft Excel. Достоверность результатов оценивали при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 представлены результаты определения урожайности и содержания белка в зерне исследуемых образцов овса. Можно видеть, что в условиях Восточной Сибири пленчатые образцы овса по сравнению с голозерными формами отличались более высокой величиной урожайности, но формировали зерно с пониженным содержанием белка: соответственно от 10,7 до 16,3% у пленчатых образцов и от 13,5 до 18,7 у голозерных. Существенность различий между формами овса была доказана для содержания белка для 2015 и 2016 годов выращивания. Наиболее продуктивными оказались пленчатые образцы овса Envis и Медведь, характеризующиеся урожайностью 8,2-8,3 т/га, и голозерный сорт-стандарт Голец с величиной 5,0 т/га. Что касается сортовых различий в содержании белка в зерне, то за 3 года измерений по максимальному значению белка среди пленчатых форм выделился образец Местный Тунис, а среди голозерных – сорт Вятский.

Таблица 1

Содержание белка в зерне и урожайность различных образцов овса

Название образца	Содержание белка, %				Урожайность, т/га			
	2015	2016	2017	Среднее	2015	2016	2017	Среднее
Пленчатые образцы								
Тубинский st.	13,11	12,91	11,37	12,46	7,0	9,9	6,8	7,9
Казыр	11,65	12,49	10,93	11,69	8,5	8,2	6,8	7,8
Саян	12,31	13,00	12,68	12,66	8,0	7,1	7,5	7,5
Пегас	12,33	13,03	11,80	12,39	7,4	7,1	5,6	6,7
Корифей	12,21	13,51	13,15	12,96	7,8	7,2	7,1	7,4
Альтаир	13,11	11,97	12,70	12,59	4,9	6,8	7,2	6,3
Сапсан	12,20	13,76	13,79	13,25	7,5	7,6	7,9	7,7
Аватар	12,17	13,46	10,71	12,11	6,4	7,3	8,0	7,2
Envis	12,20	12,87	11,56	12,21	8,3	7,9	8,4	8,2
РА 7836-9687	11,95	14,05	12,45	12,82	8,1	5,1	5,8	6,3
Местный Тунис 1	15,29	16,27	13,75	15,10	4,1	9,7	6,9	6,9
Медведь	12,35	13,57	13,12	13,01	6,5	8,6	9,8	8,3
Кречет	13,44	14,14	11,38	12,99	6,2	7,1	7,3	6,9
Среднее по группе	12,64а*	13,46 а*	12,26а	12,79	7,0 а	7,7 а	7,3 а	7,3
S	0,94	1,04	1,04	-	1,3	2,4	1,1	-
Голозерные образцы								
Голец st.	16,61	18,26	15,26	16,71	5,0	6,3	3,8	5,0
Алдан	17,12	17,89	13,51	16,17	4,5	5,6	3,3	4,5
Тайдон	17,41	15,72	16,31	16,48	3,7	4,9	6,1	4,9
Вятский	16,66	18,71	15,26	16,88	4,0	5,5	4,0	4,5
Гоша	13,54	15,32	15,72	14,86	4,0	3,2	5,1	4,1
Среднее по группе	16,27а*	17,18 а*	15,21а	16,22	4,2 а	5,1 а	4,5 а	4,6
S	1,56	1,55	1,04	-	0,5	1,2	1,1	-

Примечание: средние значения в колонках в пределах одной строки и одного признака с разными буквами различаются существенно между собой при $p \leq 0,05$; *средние значения в строках различаются существенно между собой в пределах каждой колонки по t-критерию при $p \leq 0,05$; S – стандартное отклонение

Отметим, что образцы овса, выращенные в разные годы, по содержанию белка в зерне и уровню урожайности различались несущественно. При этом в 2016 году и качественный, и количественный признаки у обеих форм овса характеризовались максимальными значениями.

Результаты вычисленных показателей адаптивности образцов овса по урожайности и содержанию белка в зерне приведены в таблице 2. Можно видеть, что голозерные формы по сравнению с пленчатыми характеризовались более высокими средними величинами параметров пластичности (Cv, d), но меньшими показателями из группы стабильности (Нот и ПУСС) как по содержанию белка в зерне, так и по величине урожайности. Указанные различия были несущественными.

Таблица 2

Показатели адаптивности различных образцов овса по содержанию белка в зерне и величине урожайности

Название образца	Показатели адаптивности				
	Cv, %	d	Ном	ПУСС, %	Сумма рангов
Пленчатые образцы					
Тубинский st.	7,6	-1,74	0,94	100,0	36,5
	21,5	-3,10	0,12	100,0	42,5
Казыр	6,7	-1,56	1,12	100,0	31,5
	11,5	-1,70	0,40	176,3	27
Саян	2,7	-0,69	6,80	291,0	4
	6,7	-0,90	1,24	279,9	15,5
Пегас	5,0	-1,23	2,02	150,5	17
	14,9	-1,80	0,25	100,4	33
Корифей	5,2	-1,30	1,92	158,3	19
	5,4	-0,90	1,52	338,0	12,5
Альтаир	4,6	-1,14	2,40	168,9	10
	19,0	-2,30	0,14	69,6	38
Сапсан	6,9	-1,59	1,21	124,7	31
	2,6	-0,40	7,40	760,1	4
Аватар	11,4	-2,75	0,39	63,1	51
	11,1	-1,60	0,41	155,7	25
Envis	5,4	-1,31	1,73	135,3	24
	3,7	-0,50	4,43	605,8	8
РА 7836-9687	8,6	-2,10	0,71	93,7	42,5
	25,4	-3,00	0,08	52,1	46
Местный Тунис 1	8,4	-2,52	0,71	133,0	38,5
	40,6	-5,60	0,03	39,1	52
Медведь	4,7	-1,22	2,95	176,5	10
	20,5	-3,30	0,12	112,0	40,5
Кречет	11,0	-2,76	0,43	75,2	49
	8,7	-1,10	0,72	182,4	20
Среднее по группе	6,8	-1,68	1,79	136,2	-
	14,7	-2,00	1,30	228,6	
S	2,6	0,66	1,7	58,4	-
	10,6	1,50	2,19	221,4	
Голозерные образцы					
Голец st.	9,0	-3,00	0,62	100,0	11
	26,0	-2,50	0,08	100,0	14,5
Алдан	14,5	-4,38	0,26	58,1	20
	26,7	-2,30	0,07	75,8	17
Тайдон	5,2	-1,69	1,88	168,4	4
	24,5	-2,40	0,08	98,0	13,5
Вятский	10,3	-3,45	0,48	89,2	16
	20,0	-1,50	0,15	101,3	4
Гоша	7,8	-2,18	0,87	91,3	9
	24,4	-1,90	0,09	68,9	11
Среднее по группе	9,4	-2,94	0,82	101,4	-
	24,3	-2,10	0,09	88,8	
S	3,4	1,10	0,63	40,7	-
	2,6	0,40	0,03	15,3	

Примечание: числитель – содержание белка в зерне, знаменатель – величина урожайности; *средние значения в строках различаются существенно между собой в пределах каждой колонки для одного признака по t-критерию при $p \leq 0,05$; S – стандартное отклонение

Среди пленчатых образцов овса наименьшей величиной пластичности (C_v и d) и наибольшим значением стабильности ($Ном$ и ПУСС) изучаемого признака качества зерна отличался сорт Саян. Среди голозерных форм овса выделился образец Тайдон с минимальным уровнем пластичности и максимальной величиной стабильности. Исходя из минимальной суммы рангов, эти два сорта далеко обошли по адаптивности стандарты Тубинский и Голец. Что касается сортовой специфики овса в отношении уровня пластичности и стабильности по признаку урожайности, то соответственно минимальная и максимальная величины были отмечены у пленчатого образца Сапсан и голозерного сорта Вятский.

Наименее адаптивными по содержанию белка в зерне найдены образцы овса Аватар и Кречет (пленчатые формы), а также голозерный сорт Алдан, которые заняли последние места по сумме рангов. Минимальные уровни адаптивности по урожайности на основании суммы рангов были определены у пленчатого образца Местный Тунис 1 и голозерного сорта Алдан.

Отметим хорошее совпадение результатов ранжирования образцов по их адаптивности, определяемых на основе разных показателей пластичности и стабильности. Это подтверждают в основном существенные величины коэффициентов корреляции Спирмена для рангов между каждым отдельным параметром адаптивности и суммой рангов: от 0,832 до 0,952 у пленчатых форм овса и от 0,866 до 0,942 у голозерных для содержания белка в зерне, а для величины урожайности от 0,975 до 0,998 у пленчатых форм овса и от 0,605 до 0,942 у голозерных. Проанализируем результаты вычисления связи между значениями одноименных показателей адаптивности образцов овса по содержанию белка в зерне и величине урожайности (табл. 3). Можно видеть, что для пленчатых образцов овса корреляционная связь между параметрами адаптивности, определенными по содержанию белка в зерне с одной стороны и таковыми, найденными по величине урожайности с другой, была в основном слабой.

Таблица 3

Связь между значениями одноименных показателей адаптивности образцов овса по содержанию белка в зерне и величине урожайности

Сопоставляемые показатели адаптивности	Значения коэффициентов корреляции			
	C_v , %	d	$Ном$	ПУСС, %
Содержание белка в зерне	0,197	0,322	0,003	0,096
и урожайность	0,187	-0,124	-0,221	0,488

*Примечание: числитель – пленчатые образцы; знаменатель – голозерные образцы; *значения коэффициентов корреляции существенны при $p \leq 0,05$*

При рассмотрении результатов для голозерных образцов овса, можно заметить наличие средней положительной связи между показателем стабильности ПУСС по содержанию белка в зерне с одной стороны и таковым по уровню урожайности с другой. Полученный статистически не доказанный результат может свидетельствовать об отсутствии синхронности в проявлении адаптивности образцов обеих форм овса в разные годы их выращивания по содержанию белка в зерне и по урожайности. Другими словами, селекция овса на стабильность по содержанию белка в зерне, по всей вероятности, не будет сопровождаться уменьшением или увеличением стабильности образцов по урожайности.

Далее рассмотрим возможную связь между абсолютными значениями (средние за 3 года) качественного или количественного признаков образцов овса и показателями их адаптивности, определенными по этим признакам (табл. 4). Можно видеть, что для пленчатых образцов связь между значениями содержания белка в зерне образцов с одной стороны и показателями их адаптивности по данному признаку с другой была слабой. При анализе связи между урожайностью образцов и параметрами их адаптивности по этому признаку было выявлено, что она была средняя положительная для показателей $Ном$ и ПУСС и средняя отрицательная для параметра C_v , при этом во всех случаях статистически не была доказана. Для голозерных форм овса также найдены слабые связи между средними

уровнями белка в зерне образцов и параметрами их адаптивности по указанному признаку. Вместе с тем при рассмотрении продукционного признака у голозерного овса были определены сильная и средняя положительные связи между величинами урожайности образцов и параметрами ПУСС и d.

Таблица 4

Связь между средним содержанием белка в зерне, величиной урожайности образцов овса и показателями их адаптивности

Группы образцов	Признаки образцов	Значения коэффициентов корреляции			
		Cv, %	d	Ном	ПУСС, %
Пленчатые	Содержание белка в зерне	0,124	-0,307	-0,098	-0,098
	Величина урожайности	-0,373	0,236	0,388	0,490
Голозерные	Содержание белка в зерне	0,111	-0,294	-0,048	0,188
	Величина урожайности	0,234	0,652	-0,238	0,783

*значения коэффициентов корреляции существенны при $p \leq 0,05$

Полученный результат (табл. 4) может свидетельствовать о том, что при отборе образцов на повышенное содержание белка в зерне стабильность проявления этого признака по годам не будет существенно изменяться. В случае отбора овса на повышенную урожайность стабильность проявления этого признака как у пленчатых, так и голозерных форм также значимо меняться не будет. Это предположение согласуется с результатами выполненных опытов на яровой пшенице, в которых показана отрицательная взаимосвязь между средней величиной урожайности зерна и ее стабильностью в разных условиях выращивания. Авторы предполагают, что компромисс между урожаем зерна и его стабильностью биологически ограничен. Поэтому, по их мнению, в будущих селекционных программах пшеницы следует учитывать баланс между стабильностью урожая и высокой урожайностью, а не пытаться улучшить и то, и другое.

Выводы

1. Установлено, что в условиях Красноярской лесостепи пленчатые образцы овса по сравнению с голозерными формами отличались более высокой величиной урожайности, но формировали зерно с пониженным содержанием белка. По максимальной величине урожайности выделились пленчатые образцы Envis и Медведь, характеризующиеся урожайностью 8,2-8,3 т/га, а также голозерный сорт-стандарт Голец с таковой 5,0 т/га. По содержанию белка в зерне всех превзошли образцы Местный Тунис 1 и Вятский (пленчатая и голозерная формы соответственно).

2. Голозерные формы овса по сравнению с пленчатыми характеризовались более высокими средними величинами параметров пластичности (Cv, d), но меньшими показателями из группы стабильности (Ном и ПУСС) как по содержанию белка в зерне, так и по величине урожайности. Указанные различия были несущественными. Наибольшей стабильностью по урожайности характеризовались образцы Сапсан и Вятский, а по признаку «содержание белка в зерне» сорта Саян и Тайдон.

3. Селекция овса на повышенную стабильность по содержанию белка в зерне, по всей вероятности, не будет сопровождаться уменьшением или увеличением их стабильности по урожайности.

4. При отборе образцов овса на повышенное содержание белка в зерне, а также повышенную урожайность стабильность проявления этих признаков по годам, вероятно, существенно изменяться не будет.

Литература

1. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) //Сельскохозяйственная биология, - 2016, том 51, вып. 5, – С. 617-626. doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus
2. Гребенникова И.Г., Чешкова А.Ф., Стёпочкин П.И., Алейников А.Ф., Чанышев Д.И. Методика оценки экологической пластичности сортов злаковых культур. //Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2020; - т. 50, - вып. 2, с. 100-108. doi: 10.26898/0370-8799-2020-2-12.

3. Тулякова М.В., Баталова Г.А., Лоскутов И.Г., Пермякова С.В., Кротова Н.В. Оценка адаптивных параметров коллекционных образцов овса пленчатого по урожайности в условиях Кировской области. //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. - 2021, - т. 182, - вып. 1, – С. 72-79. doi: 10.30901/2227-8834-2021-1-72-79.
4. Гончаренко А.А., Макаров А.В., Кузьмич М.А., Ермаков С.А., Семенова Т.В., Точилин В.Н., Цыганкова Н.В., Кузьмич Л.С., Гончаренко М.С., Крахмалева О.А., Яшина Н.А., Кондратьева О.П. Оценка экологической устойчивости, стабильности и пластичности сортов озимой ржи по признакам качества зерна //Российская сельскохозяйственная наука, - 2020, - № 4, – С. 3-9. doi:10.31857/S2500262720040018
5. Герасимов С.А., Полонский В.И., Сумина А.В., Сурин Н.А., Липшин А.Г., Зюте С.А. Влияние генотипа и условий выращивания овса на содержание биологически активных компонентов в зерне // Химия растительного сырья 2020, вып. 2, – С. 65-71.
6. Юсова О.А., Николаев П.Н., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. - 2020; - 181 (2):42-49. doi: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, - 1985. – 352 с.
8. Rossielle A.A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environvents //Crop Science. 1981. Vol 21. No 6. P. 27-29.
9. Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна //Вестник сельскохозяйственной науки. - 1985. - № 1. – С. 66-73.
10. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы //Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. - 1981. - № 1. – С. 8-14.
11. Du Y.-L., Xi Y., Cui T., Anten N.P.R, Weiner J., Li X., Turner N.C., Zhao Y.-M., Li F.-M. Yield components, reproductive allometry and the tradeoff between grain yield and yield stability in dryland spring wheat //Field Crops Research, 2020, Volume 257, 10, p. 107930.

References

1. Rybas' I.A. Povyshenie adaptivnosti v seleksii zernovykh kul'tur (obzor). [Increasing adaptability in the breeding of grain crops (review).] *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2016, v. 51, iss. 5, pp. 617-626. doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus (In Russian)
2. Grebennikova I.G., Cheshkova A.F., Stepochkin P.I., Aleinikov A.F., Chanyshev D.I. Metodika otsenki ekologicheskoi plastichnosti sortov zlakovykh kul'tur [Methodology for assessing the ecological plasticity of cereal crops]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2020, v. 50, iss. 2, pp. 100-108. doi: 10.26898/0370-8799-2020-2-12. (In Russian)
3. Tulyakova M.V., Batalova G.A., Loskutov I.G., Permyakova S.V., Krotova N.V. Otsenka adaptivnykh parametrov kolleksiionnykh obraztsov ovsa plenchatogo po urozhainosti v usloviyakh Kirovskoi oblasti [Evaluation of adaptive parameters of collection specimens of filmy oats by yield in the conditions of the Kirov oblast]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 2021, v. 182, iss. 1, pp. 72-79. doi: 10.30901/2227-8834-2021-1-72-79. (In Russian)
4. Goncharenko A.A., Makarov A.V., Kuz'mich M.A., Ermakov S.A., Semenova T.V., Tochilin V.N., Tsygankova N.V., Kuz'mich L.S., Goncharenko M.S., Krakhmaleva O.A., Yashina N.A., Kondrat'eva O.P. Otsenka ekologicheskoi ustoichivosti, stabil'nosti i plastichnosti sortov ozimoi rzhi po priznakam kachestva zerna [Assessment of environmental sustainability, stability and plasticity of winter rye varieties according to grain quality traits] *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*, 2020, no. 4, pp. 3-9. doi:10.31857/S2500262720040018 (In Russian)
5. Gerasimov S.A., Polonskii V.I., Sumina A.V., Surin N.A., Lipshin A.G., Zyute S.A. Vliyanie genotipa i uslovii vyrashchivaniya ovsa na sodержanie biologicheskii aktivnykh komponentov v zerne [Influence of oat genotype and growing conditions on the content of biologically active components in grain]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, 2, pp.65-71. (In Russian)
6. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Safonova I.V., Anis'kov N.I. Izmenenie urozhainosti i kachestva zerna ovsa s povysheniem adaptivnosti sortov [Changes in oat grain yield and quality with increasing variety adaptability]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 2020;181(2):42-49. doi: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49 (In Russian)
7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology for the field experience]. Moscow, *Agropromizdat*, 1985, 352 p. (In Russian)
8. Rossielle A.A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environvents. *Crop Science*. 1981, 21, no. 6, pp. 27-29.
9. Nettevich E.D., Morgunov A.I., Maksimenko M.I. Povyshenie effektivnosti otbora yarovoi pshenitsy na stabil'nost', urozhainost' i kachestvo zerna [Improving the efficiency of spring wheat selection for stability, yield and grain quality] *Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 1985, no. 1, pp. 66-73. (In Russian)
10. Khangil'din V.V., Litvinenko N.A. Gomeostatichnost' i adaptivnost' sortov ozimoi pshenitsy [Homeostability and adaptability of winter wheat varieties] *Nauchno-tehnicheskii byulleten' Vsesoyuznogo selektsionno-geneticheskogo instituta*. 1981, 1, pp. 8-14. (In Russian)
11. Du Y.-L., Xi Y., Cui T., Anten N.P.R, Weiner J., Li X., Turner N.C., Zhao Y.-M., Li F.-M. Yield components, reproductive allometry and the tradeoff between grain yield and yield stability in dryland spring wheat. *Field Crops Research*, 2020, V. 257, 10, p. 107930.