

ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ОВСА НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ

А.В. Сумина, к. с.-х. н., ФГБОУ ВО "Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова", Абакан, Россия
e-mail: alenasumina@list.ru

В.И. Полонский, д. б. н., ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия
e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

Аннотация. Цель исследования состояла в изучении адаптивности овса в условиях Енисейской Сибири по суммарному содержанию антиоксидантов (ССА) и выявлению взаимосвязи с массой 1000 зерен. Было проведено изучение пяти образцов ярового овса, выращенных в трех различных экологических пунктах, расположенных в лесостепной зоне Красноярского края, Республики Хакасия и Тувы. Для оценки адаптивности образцов овса был использован метод ранжирования, основанный на уровне данных показателей. Было установлено, что изменчивость величины ССА в зерне образцов была обусловлена в наибольшей степени (60,56 %) генотипом. Наименьшей величиной пластичности и наибольшим значением стабильности по содержанию антиоксидантов в зерне среди пленчатых образцов овса отличался образец Аргумент.

Ключевые слова: селекция, адаптивность, овес, Енисейская Сибирь, зерно, функциональные продукты, антиоксиданты

PROBLEMS OF OAT BREEDING FOR FOOD PURPOSES

A.V. Sumina, candidate of Agricultural Sciences, N.F. Katanov KSU, Abakan, Russia; Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: alenasumina@list.ru

V.I. Polonsky, doctor of Biological Sciences, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia; Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

Abstract. The aim of the study was to study the adaptability of oats under the conditions of Yenisei Siberia by the total content of antioxidants (TCA) and to identify the relationship of one with the mass of 1000 grains. Five samples of spring oats grown in three different ecological sites located in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory, the Republic of Khakassia and Tuva were studied. To assess the adaptability of oat samples, a ranking method based on the level of these indicators was used. It was found that the variability of the TSA value in the grain of the samples was determined to the greatest extent (60.56%) by the genotype. The Argument variety was distinguished by the smallest amount of plasticity and the highest stability value in terms of the content of antioxidants in grain among the hasky samples of oats.

Keywords: selection, adaptability, oats, Yenisei Siberia, grain, functional products, antioxidants

Введение

В России на протяжении длительного времени основным компонентом питания были каши, хлеб, мучные кисели и другие продукты, изготовленные из зерновых культур. К сожалению, в настоящее время такая пища, богатая углеводами, часто считается не слишком полезной, если не сказать вредной. Однако более внимательное рассмотрение показывает, что практически все зерновые продукты, при правильном употреблении, могут быть включены в диетическое и даже лечебное питание. Зерновые продукты обогащают организм клетчаткой, аминокислотами, витаминами и функциональными компонентами, такими как антиоксиданты, которые содержатся в них в терапевтических количествах [1].

Поэтому в настоящее время перед исследователями овса и других зерновых культур стоят задачи по выведению сортов с высоким содержанием вышеуказанных химических компонентов или получению культур, пригодных для использования при изготовлении продуктов здорового питания, а перед учеными-пищевиками - по производству зерновых

продуктов питания с высоким содержанием функциональных веществ. Улучшение качества зерна важно для производства полезных продуктов питания, в то время как понимание генетической регуляции функциональных компонентов в зернах и их пользы для здоровья имеет основополагающее значение для улучшения соответствующего качества и удовлетворения требований рынка. Как известно, конечное использование зерна напрямую связано с его химическим составом. В целом, основными составляющими овсяного зерна являются углеводы, белки, липиды и минералы, а также вещества с антиоксидантными свойствами, такие как например, витамины или фенольные соединения.

Наряду с более глубоким пониманием механизмов генетического контроля полезных или питательных компонентов в зерне селекционерам стало возможным выводить сорта зерновых культур с высокими питательными или оздоровительными качествами [2]. В последние годы молекулярные маркеры и генетическое картирование широко используются для улучшения питательных качеств зерна. Сопоставление и обнаружение благоприятных аллелей физико-химических свойств, включая общее содержание фенолов, амилозы и β -глюкана, обеспечили основу для улучшения стратегий селекции зерновых культур с использованием молекулярных маркеров [3].

Для удовлетворения рыночного спроса на зерно особенно важно использовать подходящие методы выращивания для регулирования качества овсяного зерна. В этой связи, необходимым условием является выбор подходящего сорта, а также территории и почвы для выращивания.

Хорошо известно, что на качество урожая сельскохозяйственных культур, не считая матрикальной изменчивости, влияют генотип, внешняя среда и их взаимодействие. Наличие в окружении растений неблагоприятного экологического фактора вызывает у них разнообразные стрессовые физиологические реакции, которые могут приводить к изменению химического состава зерна. Общее воздействие определенного

стрессового фактора часто зависит от времени, интенсивности воздействия и вида сельскохозяйственных культур [4]. Есть общие модели ответных реакций растений, такие как тенденция к увеличению концентрации белка и антиоксидантов в организмах, подвергшихся воздействию стрессора, и потери качества с позиций пищевой ценности, концентрации крахмала и липидов, или физические качества. Эта информация может помочь агрономам и селекционерам в разработке стратегий получения более качественных сортов сельскохозяйственных культур для возделывания в неблагоприятных климатических условиях.

Учет этих физиолого-биохимических эффектов необходим для выработки стратегии селекции с целью создания форм, адаптированных к современным потребностям рынка и обладающих стабильной функциональной ценностью. Особенно это важно в районах с резко континентальным климатом, к которым относятся сельскохозяйственные районы юга Красноярского края, Республики Хакасия и Тыва.

Методы исследований

В данном исследовании было проведено изучение пяти образцов ярового овса, выращенных в трех различных экологических пунктах, расположенных в лесостепной зоне Красноярского края, Республики Хакасия и Тувы. Данный дизайн эксперимента был выбран согласно рекомендациям из литературы [5, 6], которые предлагают использовать несколько экологических пунктов или схему 1 год x 3 пункта для повышения точности оценок образцов на адаптивность.

Экологические пункты, выбранные для проведения исследования, представляли собой поля государственных сортовых участков: Краснотуранский ГСУ (Красноярский край), Бейский ГСУ (Республика Хакасия) и Пий-Хемский ГСУ (Республика Тыва). Предшествующая культура во всех пунктах была черным паром.

После сбора растений для каждого образца овса было измерено значение ССА (суммарное содержание антиоксидантов) в зерне с

использованием прибора Цвет-Яуза 01 и известной методики [7]. Анализы проводились в трех повторах. На основе полученных показателей было вычислено пять параметров адаптивности образцов овса, включающих два показателя пластичности и три показателя стабильности.

Первая группа параметров включала коэффициент экологической вариации C_v [8] и показатель стрессоустойчивости d [9]. Вторая группа параметров включала параметр гомеостатичности Hom [10], показатель уровня и стабильности сорта ПУСС [6] и фактор стабильности SF [11]. Для оценки адаптивности образцов овса был использован метод ранжирования, основанный на уровне данных показателей. Суммы рангов были вычислены в соответствии с критерием оценки адаптивности генотипов пшеницы, который предполагает минимальную изменчивость изучаемых характеристик зерна между пунктами выращивания. Более высокие ранги были присвоены образцам с минимальными значениями C_v и d , а также с наибольшими значениями Hom , ПУСС и SF .

Статистическая обработка данных была выполнена с использованием стандартных компьютерных программ Microsoft Excel. Достоверность полученных результатов была оценена с помощью t -критерия при значимости $p \leq 0,05$.

Результаты исследований

Согласно данным Росстата, на территории Российской Федерации овес входит в тройку лидеров по посевным площадям среди зерновых культур, аналогичная ситуация регистрируется и в вышеуказанных сибирских регионах. Анализ динамики посевных площадей, занятых под овес за период 2013-2021 годы, представлены в таблице 1. Как в целом по России, так и отдельно по Красноярскому краю, Республикам Хакасия и Тува отмечается снижение данного показателя. Вместе с тем, в Хакасии и Туве можно видеть относительно небольшую положительную тенденцию с 2020 года. При этом, урожайность овса за анализируемый период не снижается, а имеет тенденцию к росту. Данный факт делает овес относительно популярным

среди сельхозпроизводителей, например, в Республике Хакасия, число таких выше, чем для ячменя. Вместе с тем, основная часть зерна овса идет на кормовые цели, или на экспорт. Что связано как с недостаточно развитой системой переработки зерна, так и с несоответствием выращенного зерна по качественным показателям для использования на пищевые цели. Если в первом случае нужно технологическое решение, то во втором варианте может быть использованы возможности селекции.

Таблица 1 – Динамика посевных площадей, занятых под овсом и его урожайность за период 2013-2021 гг.

Год	Территория			
	Российская Федерация	Красноярский край	Республика Хакасия	Республика Тыва
2013	3341,87/16,9	185,79/25,0	33,39/15,5	23,83/7,9
2014	3258,11/17,6	182,74/22,3	38,28/15,2	4,46/7,0
2015	3047,37/16,6	159,55/23,2	24,56/12,0	2,37/8,9
2016	2860,41/17,8	150,03/26,2	26,04/14,7	2,63/8,2
2017	2887,34/20,3	163,13/21,7	32,14/16,5	2,98/8,8
2018	2853,29/17,9	172,61/21,9	28,05/14,0	2,42/16,8
2019	2545,44/19,4	156,55/23,6	23,28/22,6	2,8/16,6
2020	2421,2/18,4	138,26/28,0	28,27/20,5	3,72/11,1
2021	2291,42/18,1	134,33/28,8	31,47/18,6	7,94/12,4

Примечание: числитель посевная площадь(га), знаменатель урожайность (ц/га)

Одними из важных компонентов растительной пищи являются химические вещества антиоксидантной природы [12]. В этой связи важным моментом является изучение влияния факторов окружающей среды на данный биохимический признак зерна овса. При использовании многофакторного дисперсионного анализа по выявлению влияния условий выращивания и генотипа на суммарное содержание антиоксидантов в зерне овса, было установлено (рис.1), что изменчивость величины ССА в зерне образцов была обусловлена в наибольшей степени (60,56 %) генотипом.

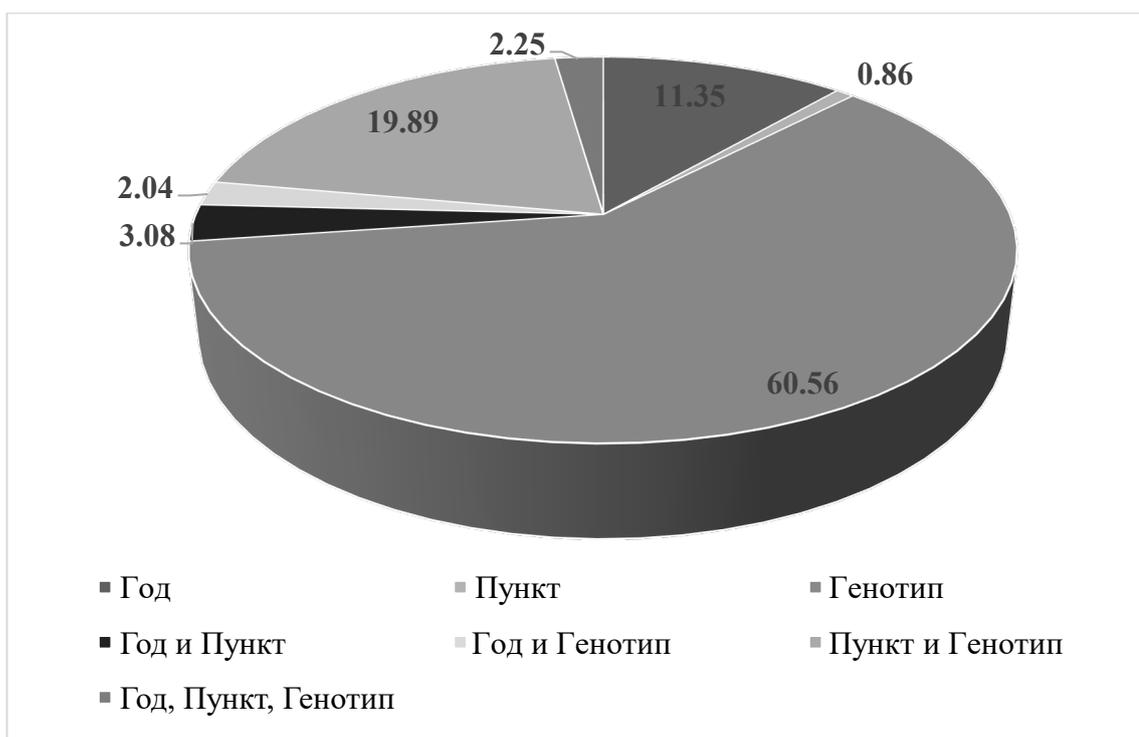


Рисунок 1. Результаты многофакторного дисперсионного анализа влияния условий выращивания и генотипа на суммарное содержание антиоксидантов в зерне овса.

Также можно отметить статистически значимую долю влияния условий выращивания и генотипа на изучаемый признак овса ($F_{\text{факт}} > F_{05}$).

Результаты вычисленных значений показателей адаптивности образцов овса по содержанию антиоксидантов в зерне приведены в табл. 2. Можно видеть, что параметры пластичности (C_v и d) и стабильности (H_{om} и ПУСС) образцов овса различались между двумя формами рассматриваемой зерновой культуры. Как видно из представленных данных, наименьшей величиной пластичности и наибольшим значением стабильности по содержанию антиоксидантов в зерне среди пленчатых образцов овса отличался образец Аргумент, а голозерный сорт Голец имел наименьшее значение суммы рангов, и соответственно математически проявил себя как стабильный образец по содержанию антиоксидантов.

Таблица 2 – Показатели адаптивности образцов овса по суммарному содержанию антиоксидантов в зерне, выращенных в течение двух лет в трех географических пунктах

Название образца	Показатели адаптивности					Сумма рангов
	Cv, %	d	Hom	ПУСС, %	Cs	
Тубинский (ст.)	13,4/3	-13,1/3	0,21/3	100,0/4	25,5/5	18
Аргумент	8,4/2	-10,5/2	0,54/2	268,6/2	38,2/2	10
Саян	19,3/5	-17,7/5	0,12/5	93,1/5	28,5/4	24
Сельма	17,2/4	-17,0/4	0,15/4	114,1/3	30,6/3	18
Голец	4,8/1	-5,5/1	1,67/1	405,2/1	38,8/1	5

Примечание: числитель – показатели адаптивности, знаменатель – значения рангов

Как известно, важным критерием качества зерна является показатель «масса 1000 зерен», поэтому на следующем этапе были проведены расчеты коэффициентов корреляции между одноименными показателями адаптивности образцов овса по уровню ССА и вышеуказанным критерием. Полученные данные представлены в таблице 3. Можно видеть наличие отрицательной слабой и средней связи для всех указанных параметров.

Таблица 3 – Корреляционная связь между одноименными показателями адаптивности по суммарному содержанию антиоксидантов в зерне и величине массы 1000 зерен образцов овса

Значения коэффициентов корреляции				
Cv	d	Hom	ПУСС	Cs
-0,44	-0,27	-0,49	-0,39	-0,30

Выводы и предложения

Полученные в результате математических операций несущественные отрицательные зависимости между одноименными показателями адаптивности по уровню ССА в зерне и его крупности говорит об отсутствии четкой синхронности в варьировании рассматриваемых признаков зерна овса: биохимического и физического. Кроме того, может свидетельствовать о наличии тенденции снижения стабильности образцов овса по рассматриваемому химическому признаку зерна при отборе форм, отличающихся повышенной стабильностью по массе 1000 зерен и наоборот.

Библиографический список

1. Полонский, В. И. Селекция на содержание антиоксидантов в зерне как перспективное направление для получения продуктов здорового питания / В. И. Полонский, И. Г. Лоскутов, А. В. Сумина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22. – №. 3. – С. 343–352.
2. Loskutov, I. G. Wheat, barley, and oat breeding for health benefit components in grain / I. G. Loskutov, E. K. Khlestkina // Plants. – 2021. – V. 10 (1). – P. 86.
3. Mohammadi, M. Association mapping of grain hardness, polyphenol oxidase, total phenolics, amylose content, and beta-glucan in US barley breeding germplasm. / M. Mohammadi, J. B. Endelman, S. Nair et. al. // Molecular Breeding. – 2014. – V. 34 (3). – P. 1229–1243.
4. Ni, S. J. Effects of post-heading high temperature on some quality traits of malt barley / S. J. Ni, H. F. Zhao, G.P. Zhang // Journal of Integrative Agriculture. 2020. – V. 19 (11). – P. 2674–2679.
5. Голева, Г. Г. Изучение продуктивности и ее элементов сортов озимой пшеницы (*Triticum aestivum*) при селекции на гомеостатичность в условиях Центрального Черноземья, автореферат дис. ... канд. с.-х. наук / Г. Г. Голева – Рамонь: ВНИИ сахарной свеклы и сахара, 1997. – 18 с.
6. Неттевич, Э. Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна / Э. Д. Неттевич, А. И. Моргунов, М. И. Максименко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. - № 1. – С. 66–73.
7. Федина, П. А. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом / П. А. Федина, А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова // Химия растительного сырья. – 2010. – № 2. – С. 91–97.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
9. Rossielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments / A. A. Rossielle, J. Hemblin // Crop Science. – 1981. Vol. 21, № 6. – P. 27–29.
10. Хангильдин, В. В. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы / В. В. Хангильдин, Н. А. Литвиненко // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. – 1981. – № 1. – С. 8–14.
11. Lewis, D. Gene-Environment Interaction: a Relationship Between Dominance, Heterosis, Phenotypic Stability and Variability / D. Lewis // Heredity. – 1954. – Vol. 8, № 2. – P. 333–356.
12. Полонский, В. И. Зависимость суммарного содержания антиоксидантов в зерне ячменя и овса сибирской селекции от условий выращивания / В. И. Полонский, А. В. Сумина, Т. М. Шалдаева // Вестник КрасГАУ. – 2016. – №. 9. – С. 72–81.