



DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-3

УДК: 633.16: 631.52

СОДЕРЖАНИЕ ЦЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗЕРНЕ ЯЧМЕНЯ, ВЫРАЩЕННОГО В КОНТРАСТНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

¹Сумина А.В., ^{2,3}Полонский В.И.

¹Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова

г. Абакан, Республика Хакасия, Россия

²Красноярский государственный аграрный университет

г. Красноярск, Россия

³Сибирский федеральный университет

г. Красноярск, Россия

Для цитирования: Сумина А.В., Полонский В.И. Содержание ценных веществ в зерне ячменя, выращенного в контрастных климатических условиях // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50, № 1. С. 23–31. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-3.

For citation: Sumina A.V., Polonskiy V.I. Soderzhanie tsennykh veshchestv v zerne yachmenya, vyrashchennogo v kontrastnykh klimaticheskikh usloviyakh [Content of valuable substances in barley grain grown under contrast climate conditions]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 1, pp. 23–31. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-3.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Изучено влияние абиотических факторов и генотипа на формирование качества урожая ячменя. Исследования (2019 г.) проведены в различных агроклиматических условиях на двух государственных сортоиспытательных участках. Первый расположен в степной зоне предгорий на обыкновенных и южных черноземах Республики Хакасия, второй – в лесостепной почвенно-климатической зоне Республики Тува. В период эксперимента отмечена более контрастная разность суточного хода температуры в условиях Тувы. В качестве объекта исследования использовали следующие сорта ярового пленчатого ячменя сибирской селекции: Уватский, Красноярский 91, Емеля (многорядные), Ача, Биом, Танай, Буян, Такмак, Абалак, Оленек (двурядные). Продукционные характеристики сортов (масса 1000 зерен, урожайность), содержание белка, сахаров, жира и клетчатки в зерне определяли по стандартным ме-

CONTENT OF VALUABLE SUBSTANCES IN BARLEY GRAIN GROWN UNDER CONTRAST CLIMATE CONDITIONS

¹Sumina A.V., ^{2,3}Polonskiy V.I.

¹Katanov Khakass State University

Abakan, Republic of Khakassia, Russia

²Krasnoyarsk State Agrarian University

Krasnoyarsk, Russia

³Siberian Federal University

Krasnoyarsk, Russia

The influence of abiotic factors and genotype on the quality of barley yield was studied. The research was conducted in various agroclimatic conditions at two state variety-testing sites in 2019. The first is located in the steppe zone of foothills on the ordinary and southern chernozems of the Republic of Khakassia, the second – in the forest-steppe soil-climate zone of the Republic of Tuva. During the experiment, a more contrasting difference in the daily temperature range in the conditions of Tuva was noted. The following varieties of spring chaffy barley of Siberian breeding were used as an object of the study: Uvatsky, Krasnoyarsky 91, Emelya (multi-rowed), Acha, Biom, Tanay, Buyan, Takmak, Abalak, Olenek (two-rowed). Production characteristics of the varieties (weight of 1000 grains, yield), the content of protein, sugars, fat and fiber in grain were determined by using standard methods. More stringent conditions for growing plants in the Republic of Tuva, compared to the Repub-

тодикам. Менее благоприятные климатические условия для выращивания растений в Тыве, по сравнению с Хакассией, обусловили уменьшение на 20% величины массы 1000 зерен и урожайности, снижение на 47% содержания белка в зерне и увеличение накопления в нем жиров и клетчатки (на 24 и 48% соответственно). При выращивании ячменя в условиях Тувы отмечены менее значительные межсортовые различия в продукционных характеристиках культуры и в содержании ценных веществ в зерне (кроме белка). Определены сорта ячменя с высоким содержанием ценных веществ в зерне для возделывания на территории Республики Тыва в контрастных климатических условиях. Рекомендованы сорт Красноярский 91 (не отмечено снижения массы 1000 зерен и уровня продуктивности) и сорт Биом (наименьшее снижение содержания белка, наибольшее возрастание содержания жира и сахаров в зерне).

Ключевые слова: ячмень, белок, жир, сахара, клетчатка, урожайность

ВВЕДЕНИЕ

К важнейшим возделываемым в мире зерновым культурам относится ячмень, по валовому сбору он находится на пятом месте после пшеницы, кукурузы, риса, сорго. Зерно ячменя используется при производстве крупяных изделий, в сельском хозяйстве в качестве корма для животных, так же как сырье для получения солода в пивоваренной промышленности. В последнее время в ряде стран резко возрос интерес к функциональному питанию, особенно это касается включения в диету ряда продуктов из ячменя, из-за присутствия в них растворимых пищевых волокон, антиоксидантов, ненасыщенных жиров [1]. Как известно, на содержание ценных химических веществ в зерне ячменя основное влияние оказывают условия его выращивания и генетически контролируемые факторы [2].

В настоящее время по ячменю, выращиваемому в условиях Сибири, в основном опубликованы результаты исследования его продуктивности и основных технологических свойств зерна. Это относится к центральной лесостепи Красноярского края [3], Западной Сибири [4] и отчасти Хакасии [5, 6]. Что касается лесостепной зоны Республики Тыва, то для этой террито-

рии в отношении ярового ячменя практически представлены лишь данные об урожайности [7–9].

Следует подчеркнуть, что в Сибири выполнено недостаточно научных исследований, посвященных определению содержания ценных биологических веществ в зерновых культурах, в частности ячмене [1, 10]. Особенно это относится к республикам Хакасия и Тыва. Для последней такие данные в литературе практически отсутствуют.

Keywords: barley, protein, fat, sugars, fiber, yield

рии в отношении ярового ячменя практически представлены лишь данные об урожайности [7–9].

Следует подчеркнуть, что в Сибири выполнено недостаточно научных исследований, посвященных определению содержания ценных биологических веществ в зерновых культурах, в частности ячмене [1, 10]. Особенно это относится к республикам Хакасия и Тыва. Для последней такие данные в литературе практически отсутствуют.

Цель исследования – проанализировать генотип-средовое влияние на содержание белка, жира, сахаров и клетчатки в зерне различных сортов ячменя, выращенных в контрастных климатических условиях республик Хакасия и Тыва.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования использовали следующие 10 сортов ярового пленчатого ячменя (*Hordeum vulgare* L.): Уватский, Красноярский 91, Емеля (много-рядные), Ача, Биом, Танай, Буян, Такмак, Абалак, Оленек (двурядные). Ячмень выращивали в течение 2019 г. по паровому предшественнику на территории Бейского (Республика Хакасия) и Пий-Хемского (Республи-

ка Тыва) государственных сортоиспытательных участков (ГСУ), резко различающихся по агроклиматическим условиям. Первый из них расположен в степной зоне предгорий на обыкновенных и южных черноземах Республики Хакасия, второй находится в лесостепной почвенно-климатической зоне Республики Тыва. При этом, согласно Метеорологического отчета ГСУ, существенные колебания температуры отмечают на территории последней, где годовые показатели составляют 70–80 °С, суточные – от 20 до 30 °С.

Содержание белка в образцах определяли согласно ГОСТу¹. Сущность метода заключается в минерализации органического вещества серной кислотой в присутствии катализатора с образованием сульфата аммония, в последующем его разрушении щелочью с выделением аммиака, отгонке последнего водяным паром в раствор серной или борной кислоты и в его титровании.

Измерение содержания клетчатки в зерне проведено также по ГОСТу². Метод основан на последовательной обработке навески зерна растворами кислоты и щелочи, озоления и количественном определении органического остатка весовым методом. Содержание сырой клетчатки выражали в виде массовой доли в процентах на сухое вещество.

Содержание жира в образцах определяли по ГОСТу³. Сущность метода заключа-

ется в экстракции сырого жира из продукта растворителем, последующем удалении растворителя, высушивании и взвешивании извлеченного жира. В качестве растворителя использовали диэтиловый эфир. Содержание жира рассчитывали в процентах на сухую массу.

Содержание сахаров в зерне находили по ГОСТу⁴, выражая их как массовую долю в процентах на сухое вещество.

Все лабораторные исследования зерна проведены в Государственной станции агрохимической службы «Хакасская» (г. Абакан), в трехкратной повторности. Семенной материал предоставлен сотрудниками указанных выше ГСУ.

Статистическая обработка результатов выполнена с помощью программы Microsoft Excel 2003.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные о распределении сумм активных температур в течение вегетационного периода 2019 г. на территориях Бейского и Пий-Хемского ГСУ приведены на рисунке. Значение этого показателя в течение трех месяцев (с июня по август) в Тыве было гораздо ниже, чем в Хакасии.

В табл. 1 представлена информация о показателях суточной (дневной и ночной) температуры по месяцам вегетационного пе-

Табл. 1. Значения суточной температуры по месяцам в 2019 г. в двух географических пунктах выращивания ячменя

Table 1. The values of the daily temperature by months in 2019 in two geographical locations of barley cultivation

Пункт выращивания	Показатель суточной температуры	Среднесуточная температура по месяцам			
		май	июнь	июль	август
ГСУ, Хакасия	Максимальная	15,9 ± 1,2	22,5 ± 0,7	23,2 ± 0,7	23,5 ± 0,7
	Минимальная	2,0 ± 0,9	9,5 ± 0,5	12,6 ± 0,4	11,5 ± 0,5*
ГСУ, Тыва	Максимальная	16,4 ± 1,1	23,2 ± 0,9	23,4 ± 0,7	23,9 ± 0,8
	Минимальная	0,8 ± 1,1	8,4 ± 0,6	11,7 ± 0,3	9,8 ± 0,5*

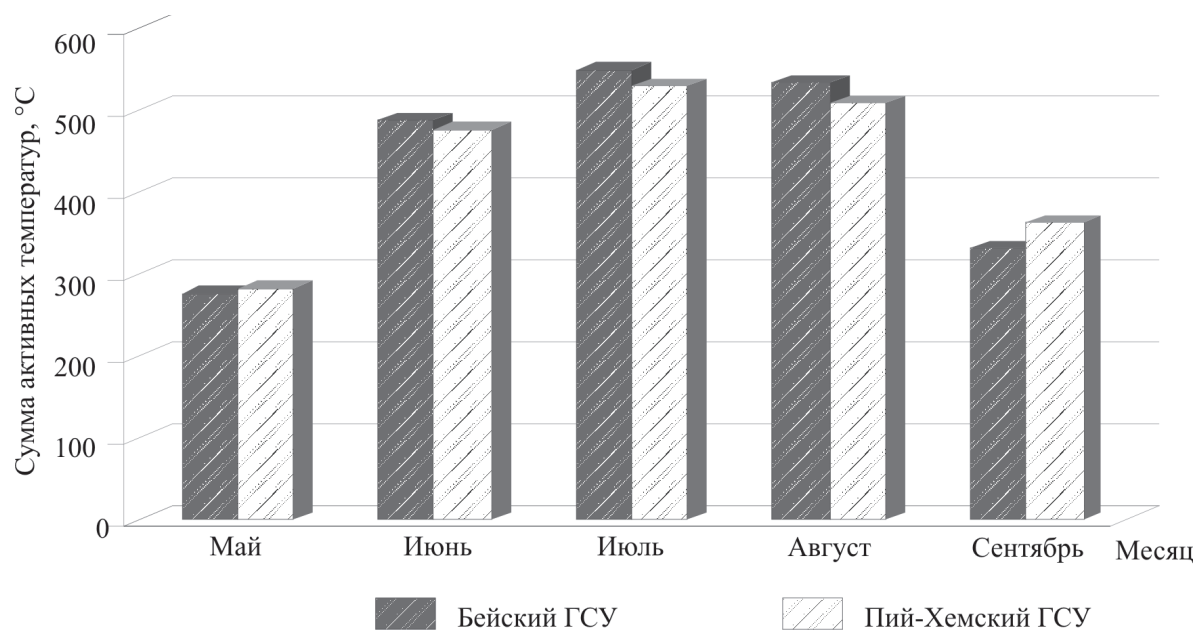
*Различия в температуре между пунктами существенны по t-критерию при $p \leq 0,05$

¹ ГОСТ 10846–91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Стандартинформ, 1991. 7 с.

² ГОСТ Р 52839–2007 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. М.: Стандартинформ, 2011. 10 с.

³ ГОСТ 13496.15–97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. М.: Стандартинформ, 2011. 12 с.

⁴ ГОСТ 26176–91 Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. М.: Стандартинформ, 1999. 7 с.



Распределение сумм активных температур по месяцам вегетационного периода 2019 г. на территориях Бейского и Пий-Хемского ГСУ

Distribution of the sums of active temperatures by months of the 2019 growing season in the territories of the Bey and Piy-Khem state variety-testing sites

риода в двух географических пунктах выращивания ячменя. В Пий-Хемском ГСУ максимальные дневные температуры зарегистрированы выше, а минимальные ночные – ниже, чем на Бейском ГСУ. Это создавало более высокую разность суточного хода температуры. Для августа, когда происходит процесс налива зерна, отмечены существенные различия в ночных температурах между двумя пунктами.

В табл. 2 представлены результаты измерения содержания ценных веществ в зерне исследуемых сортов ячменя. Можно видеть существенные различия в величине белка, клетчатки и жира у всех сортов, выращенных в двух географических пунктах, за исключением содержания жира в зерне ячменя Красноярский 91, для которого это статистически доказать не удалось. При этом среднее значение белка в зерне, полученном в Пий-Хемском ГСУ, было на 47% ниже по сравнению с таковым для Бейского ГСУ, а содержание жира и клетчатки в ячмене, собранном в Туве, в противоположность этому было соответственно на 24 и 48% выше, чем в Хакасии. Это свидетельствует о заметном разнонаправленном влиянии на указанные био-

химические показатели условий внешней среды, складывающихся во время налива зерна. По-видимому, один из таких факторов – температурный режим в августе. Существенные различия в содержании сахаров у ячменя, выращенного в двух географических пунктах, найдены только у половины сортов. При этом среднее значение данного биохимического показателя в зерне, полученном в Бейском и Пий-Хемском ГСУ, было практически равным.

Приведенные в табл. 2 данные демонстрируют полученные различия в содержании белка между исследуемыми сортами: варьирование колебаний для Пий-Хемского и Бейского ГСУ составило 30 и 11% соответственно. Что касается содержания клетчатки и сахаров, то полученные результаты показали более заметные различия между исследуемыми сортами для Бейского ГСУ: варьирование колебаний составило более 60 и свыше 50% соответственно. Для ячменя, выращиваемого в Республике Тыва, межсортные различия в содержании клетчатки и сахаров выразились в меньшей степени, на уровне 15 и 39% соответственно. Следует отметить, что различия между сортами в

Табл. 2. Содержание белка, клетчатки, сахаров и жира в зерне исследуемых сортов ячменя, выращенных в двух географических пунктах в 2019 году (расчеты на сухую массу)**Table 2.** The content of protein, fiber, sugars and fat in the grain of the studied varieties of barley grown in two geographical locations in 2019 (calculations for dry weight)

Сорт	Содержание, %							
	Белок		Сахара		Клетчатка		Жир	
	Пункт 1**	Пункт 2	Пункт 1	Пункт 2	Пункт 1	Пункт 2	Пункт 1	Пункт 2
Уватский	6,6 ± 0,1*	10,7 ± 0,2*	34,3 ± 0,9*	27,8 ± 0,4*	6,9 ± 0,2*	5,8 ± 0,1*	–	–
Емеля	7,6 ± 0,2*	11,4 ± 0,7*	33,7 ± 0,6*	40,3 ± 0,5*	6,7 ± 0,1*	4,3 ± 0,1*	2,1 ± 0,05*	1,7 ± 0,04*
Красноярский 91	6,7 ± 0,1*	10,3 ± 0,5*	30,0 ± 0,6*	26,7 ± 0,1*	6,5 ± 0,1*	3,6 ± 0,1*	2,0 ± 0,2	1,7 ± 0,1
Абалак	7,9 ± 0,1*	10,8 ± 0,2*	35,6 ± 0,3	35,7 ± 0,6	6,7 ± 0,2*	5,3 ± 0,1*	–	–
Ача	8,1 ± 0,1*	10,4 ± 0,3*	38,7 ± 0,3	40,3 ± 0,5	6,2 ± 0,1*	4,2 ± 0,1*	2,0 ± 0,1*	1,6 ± 0,1*
Биом	8,6 ± 0,2*	10,5 ± 0,2*	32,8 ± 0,3*	29,1 ± 0,5*	6,5 ± 0,1*	4,9 ± 0,1*	2,2 ± 0,1*	1,7 ± 0,1*
Буян	7,0 ± 0,2*	11,0 ± 0,4*	27,9 ± 0,4*	34,0 ± 0,2*	6,9 ± 0,1*	4,1 ± 0,1*	2,1 ± 0,1*	1,7 ± 0,1*
Оленек	6,7 ± 0,1*	11,0 ± 0,4*	36,4 ± 0,4	37,2 ± 0,8	6,5 ± 0,1*	4,4 ± 0,1*	–	–
Такмак	6,8 ± 0,2*	11,1 ± 0,6*	32,5 ± 0,4*	37,4 ± 0,4*	6,4 ± 0,1*	3,8 ± 0,1*	–	–
Танай	8,0 ± 0,1*	11,4 ± 0,4*	33,7 ± 0,6	34,2 ± 0,1	6,0 ± 0,1*	4,1 ± 0,1*	–	–
Среднее по сортам	7,4 ± 0,2*	10,9 ± 0,2*	33,6 ± 0,7	34,3 ± 1,2	6,5 ± 0,1*	4,4 ± 0,2*	2,1 ± 0,03*	1,7 ± 0,01*

*Различия существенны между пунктами выращивания для каждого сорта (или среднего по сортам) в пределах конкретного биохимического показателя по *t*-критерию при $p \leq 0,05$

**Пункт 1 – Пий-Хемский ГСУ, пункт 2 – Бейский ГСУ.

содержании жира при выращивании в обоих исследуемых пунктах практически отсутствовали.

В результате исследований получены следующие коэффициенты корреляции между одноименными показателями зерна ячменя, выращенного в Пий-Хемском и в Бейском ГСУ: содержание белка – минус 0,051; жира – 0,873; клетчатки – 0,483; сахаров – 0,492; масса 1000 зерен – 0,635, урожайность – минус 0,071. По содержанию жира корреляционная связь существенна по t -критерию при $p \leq 0,05$. Таким образом, связь между содержанием белка в зерне ячменя, выращенного в двух географических пунктах, полностью отсутствовала, коэффициент корреляции составил очень малую отрицательную величину – минус 0,051. Напротив, указанная связь между содержанием жира в зерне, полученном из разных ГСУ, оказалась существенной и положительной. Величина корреляционной связи между содержанием клетчатки, а также сахаров у ячменя, выращенного в двух указанных пунктах, была средней. Полученные результаты позволяют предполагать слабое влияние внешних условий на накопление белка в зерне (также, вероятно, сильный эффект генотипа) и значительное воздействие на накопление в нем жира.

Значимые различия в величине массы 1000 зерен у всех сортов, выращенных в двух географических пунктах, представлены в табл. 3, за исключением ячменя Красноярский 91, для которого это статистически не доказано. Среднее значение данного показателя зарегистрировано в Бейском ГСУ на 20% выше по сравнению с таковым в Пий-Хемского ГСУ. В среднем у группы многорядных сортов ячменя различия в величине массы 1000 зерен, выращенных в двух географических пунктах, не существенны.

Отмечены межсортовые различия у исследуемых сортов в массе 1000 зерен: варьирование колебаний для Пий-Хемского и Бейского ГСУ составило 34 и 48% соответственно (см. табл. 3). Максимальные значения этого показателя выявлены у сортов Абалак и Биом независимо от пункта выра-

щивания ячменя. При этом связь между массой 1000 зерен ячменя, выращенного в двух разных пунктах, была средней (0,635).

По данным, представленным в табл. 3, абсолютное большинство сортов показали более высокую урожайность при их выращивании в Республике Хакасия. Среднее значение урожайности, зафиксированное в этом пункте, было на 26% выше по сравнению с Пий-Хемским ГСУ. Исходя из средней разницы в массе 1000 зерен между пунктами выращивания ячменя, равной 20%, данный факт, вероятно, означает, что различия в урожайности между указанными географическими пунктами обусловлены главным образом величиной массы 1000 зерен. Это свидетельствует о заметном влиянии на указанные производственные характеристики сортов условий внешней среды, складывающихся во время налива зерна, по-видимому, температурного режима в августе. При этом связь между величиной урожайности ячменя, выращенного в Пий-Хемском ГСУ, и аналогичным показателем ячменя, выращенного в Бейском ГСУ, практически отсутствовала, коэффициент корреляции составил незначительную величину – минус 0,071. Максимальные значения урожайности отмечены у сортов Красноярский 91 и Такмак при выращивании ячменя в Пий-Хемском ГСУ, при выращивании в Бейском ГСУ наибольшая величина урожайности отмечена у сортов Абалак и Танай. Многорядные сорта по сравнению с двурядными в меньшей степени снижали величину урожайности при выращивании ячменя в условиях Тувы.

Сопоставление производственных и биохимических характеристик сортов ячменя, выращиваемого в двух разных географических пунктах, позволяет сказать следующее. В условиях Республики Тыва по сравнению с Хакасией фиксируются два эффекта. С одной стороны, у ячменя снижается в среднем на 26% величина продуктивности (в основном, за счет массы 1000 зерен), почти в 1,5 раза уменьшается содержание белка, а также в меньшей степени сахаров в зерне. С другой стороны, в последнем регистрируется существенное увеличение со-

Табл. 3. Масса 1000 зерен и величина урожайности у исследуемых сортов ячменя, выращенных в двух географических пунктах (2019 г.)

Table 3. The weight of 1000 grains and the yield value of the studied varieties of barley grown in two geographical locations in 2019

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Урожайность, ц/га	
	Пункт 1**	Пункт 2	Пункт 1	Пункт 2
Уватский+	36,4 ± 0,4* вг	42,4 ± 0,5* г	27,5 ± 1,4 аб	24,0 ± 1,2 а
Емеля+	33,6 ± 0,4* в	38,0 ± 0,4* д	27,7 ± 1,4 аб	-
Красноярский 91+	36,1 ± 0,1 в	35,2 ± 1,1 д	31,5 ± 1,6 б	30,7 ± 1,5 бв
НСР _{0,5}	0,76	1,0	1,06	0,73
Среднее по многорядным сортам	35,4 ± 0,7	38,5 ± 1,5	28,9 ± 1,0	27,4
Абалак++	41,6 ± 0,2* б	52,3 ± 0,3* а	26,1 ± 1,3* аб	39,5 ± 2,0* в
Ача++	34,6 ± 0,5* в	49,9 ± 0,3* аб	23,4 ± 1,2* а	36,7 ± 1,8* бв
Биом++	45,2 ± 0,3* а	51,3 ± 0,7* аб	25,4 ± 1,2* а	36,7 ± 1,8* бв
Буян++	39,9 ± 0,6* б	49,9 ± 0,6* б	23,9 ± 1,2* а	31,8 ± 1,6* бв
Оленек++	38,7 ± 0,5* бг	44,6 ± 0,4* в	25,3 ± 1,2* а	32,1 ± 1,6* бв
Такмак++	40,5 ± 0,7* б	45,1 ± 0,3* в	31,2 ± 1,6 б	38,0 ± 1,9 в
Танай++	38,4 ± 0,5* бг	48,7 ± 0,3* б	29,0 ± 1,4* аб	38,8 ± 1,9* в
НСР _{0,5}	0,78	0,88	0,76	0,98
Среднее по двурядным сортам	39,8 ± 0,8*	48,8 ± 0,9*	26,3 ± 0,8*	36,2 ± 0,9*
Среднее по всем сортам	38,0 ± 0,8*	45,7 ± 1,5*	27,1 ± 0,7*	34,2 ± 1,4*

Примечание. Значения с разными буквами различаются существенно между строками в пределах каждой колонки по *t*-критерию при $p \leq 0,05$.

*Различия существенны между пунктами выращивания для каждого сорта в пределах продукционного показателя по *t*-критерию при $p \leq 0,05$.

**Пункт 1 – Пий-Хемский ГСУ, пункт 2 – Бейский ГСУ; + многорядные сорта; ++ двурядные сорта.

держания жира и массовой доли клетчатки. Ранее на основе полученных результатов измерения суммарного содержания антиоксидантов в зерне ячменя, выращенного в центральной части Красноярского края и в Республике Хакасия, высказано предположение, что повышенному накоплению этих химических веществ в зерне способствуют более жесткие, стрессовые условия возделывания ячменя, складывающиеся в последнем географическом пункте (понижение величины ГТК в августе) [11]. По-видимому, данное предположение можно высказать и в отношении накопления жира и клетчатки в зерне в условиях Республики Тыва, как это продемонстрировано в настоящей работе.

Одним из предполагаемых механизмов снижения содержания белка в зерне ячменя, выращиваемого в условиях пониженных ночных температур в Туве, может быть снижение накопления азота в растениях. Последнее, по-видимому, происходит вследствие снижения активности ключевого фермента ассимиляции азота нитратредуктазы, для оптимального функционирования которого требуются иные температуры [12]. При этом качество зерна, выращенного в условиях Республики Тыва, из-за понижения содержания в нем белка в целом, вероятно, снижается мало. В первую очередь изменения в концентрации белка у ячменя в основном касаются менее ценной в питательном отношении фракции проламинов в зерне [13].

Среднее значение массы 1000 зерен и урожайности в Пий-Хемском ГСУ зарегистрировано на 20–26% ниже по сравнению с показателями Бейского ГСУ, а содержание жира в зерне, наоборот, – выше на 24%. Найденное падение зерновой продуктивности в условиях Тувы не сопровождается снижением сбора этого ценного вещества при расчете на единицу площади.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в работе результаты позволяют сделать заключение о возможности возделывания на территории Республики Тыва ячменя с заданным высоким содержанием ценных веществ в зерне. Для выращивания в контрастных климатических условиях рекомендованы сорт Красноярский 91 (не отмечено снижения массы 1000 зерен и уровня продуктивности) и сорт Биом (наименьшее снижение содержания белка, наибольшее возрастание содержания жира и сахаров в зерне).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полонский В.И., Сумина А.В. Содержание бета-глюканов в зерне – перспективный признак при селекции ячменя на пищевое использование // *Сельскохозяйственная биология*. 2013. № 5. С. 30–44.
2. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е. Селекция ячменя в Сибири: монография. Новосибирск: СО РАСХН, 1993. 292 с.
3. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Герасимов С.А., Липшин А.Г. Биологические особенности и селекционное значение сортов ячменя сибирской селекции // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2016. № 1. С. 13–22.
4. Юсова О.А., Николаев П.Н. Продуктивность и качество зерна ячменя в условиях южной лесостепи Западной Сибири // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2016. № 6. С. 13–22.
5. Полонский В.И., Сумина А.В., Шалдаева Т.М. Содержание белков и углеводов в зерне ячменя и овса сибирской селекции // *Успехи современного естествознания*. 2018. № 1. С. 49–55.
6. Полонский В.И., Сумина А.В., Шалдаева Т.М. Влияние условий выращивания ячменя на суммарное содержание антиок-

сидантов в зерне и величину продуктивности // *Вестник КрасГАУ*. 2019. Вып. 7. С. 24–30.

7. Ламажсан Р.Р., Липшин А.Г. Изменчивость селекционно-ценных признаков ярового ячменя // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2019. Т. 49. № 4. С. 17–23. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-4-2.
8. Сурин Н.А., Ламажсан Р.Р. Оценка сортов и селекционных линий ярового ячменя в условиях Республики Тыва // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2014. № 3. С. 25–32.
9. Сурин Н.А., Ламажсан Р.Р. Элементы продуктивности селекционных линий ярового ячменя // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2015. № 5. С. 32–39.
10. Полонский В.И., Лоскутов И.Г., Сумина А.В. Селекция на содержание антиоксидантов в зерне как перспективное направление для получения продуктов здорового питания // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. Т. 22. Вып. 3. С. 343–352.
11. Полонский В.И., Сумина А.В., Шалдаева Т.М. Суммарное содержание природных антиоксидантов в зерне ячменя в различных условиях выращивания // *Вестник КрасГАУ*. 2017. Вып. 12. С. 21–28.
12. Kenjebaeva S., Rakova N. Multiple forms of nitrate reductase and their role in nitrate assimilation in roots of wheat at low temperature or high salinity // *Physiologia Plantarum*. 1995. Vol. 93. N 2. P. 249–252.
13. Павлов А.Н. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы: монография. М.: Наука, 1967. 339 с.

REFERENCES

1. Polonskiy V.I., Sumina A.V. Soderzhanie beta-glyukanov v zerne – perspektivnyi priznak pri selektsii yachmenya na pishchevoe ispol'zovanie [β -glucans content as a perspective trait in barley breeding for foodstuff use] *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology], 2013, no. 5, pp. 30–44. (In Russian).
2. Surin N.A., Lyakhova N.E. *Seleksiya yachmenya v Sibiri* [Barley breeding in Siberia]. Novosibirsk: SO RASKhN, 1993, 292 p. (In Russian).
3. Surin N.A., Lyakhova N.E., Gerasimov S.A., Lipshin A.G. Biologicheskie osobennosti i selektsionnoe znachenie sortov yachmenya sibirskoi selektsii [Biological features and selec-

- tion value of barley varieties bred in Eastern Siberia]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science]. 2016, no. 1, pp. 13–22. (In Russian).
4. Yusova O.A., Nikolaev P.N. Produktivnost' i kachestvo zerna yachmenya v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri [Productivity and grain quality of barley under conditions of the southern forest steppe in Western Siberia]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2016, no. 6, pp. 13–22. (In Russian).
 5. Polonskiy V.I., Sumina A.V., Shaldaeva T.M. Soderzhanie belkov i uglevodov v zerne yachmenya i ovsa sibirskoi seleksii [Protein and carbohydrate content in barley and oats seeds at Siberian breeding]. *Uspekhi sovremen-nogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2018, no. 1, pp. 49–55. (In Russian).
 6. Polonskiy V.I., Sumina A.V., Shaldaeva T.M. Vliyanie uslovii vyrashchivaniya yachmenya na summarnoe sodержание antioksidantov v zerne i velichinu produktivnosti [The influence of cultivation conditions on total antioxidants content in barley grain and its yield amount]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2019, no. 7, pp. 24–30. (In Russian).
 7. Lamazhap R.R., Lipshin A.G. Izmenchivost' selektsionno-tsennykh priznakov yarovogo yachmenya [Variability of characteristics valuable for breeding of spring barley]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 4, pp. 17–23. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2019-4-2.
 8. Surin N.A., Lamazhap R.R. Otsenka sortov i selektsionnykh linii yarovogo yachmenya v usloviyakh Respubliki Tyva [Evaluation of varieties and breeding lines of spring barley under conditions of Tuva]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2014, no. 3, pp. 25–32. (In Russian).
 9. Surin N.A., Lamazhap R.R. Elementy produktivnosti selektsionnykh linii yarovogo yachmenya [Productivity elements in breeding lines of spring barley]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2015, no. 5, pp. 32–39. (In Russian).
 10. Polonskiy V.I., Loskutov I.G., Sumina A.V. Seleksiya na sodержание antioksidantov v zerne kak perspektivnoe napravlenie dlya polucheniya produktov zdorovogo pitaniya [Breeding for antioxidant content in grain as a promising trend in obtaining healthy food products]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii* [Vavilov Journal of Genetics and Breeding], 2018, vol. 22, iss. 3, pp. 343–352. (In Russian).
 11. Polonskiy V.I., Sumina A.V., Shaldaeva T.M. Summarnoe sodержание prirodnkh antioksidantov v zerne yachmenya v razlichnykh usloviyakh vyrashchivaniya [Total content of natural antioxidants in barley grain under different growing conditions]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2017, iss. 12, pp. 21–28. (In Russian).
 12. Kenjebaeva S., Rakova N. Multiple forms of nitrate reductase and their role in nitrate assimilation in roots of wheat at low temperature or high salinity. *Physiologia Plantarum*, 1995, vol. 93, no. 2, pp. 249–252.
 13. Pavlov A.N. *Nakoplenie belka v zerne pshenitsy i kukuruzy* [The accumulation of protein in the grain of wheat and corn], Moscow, Nauka Publ., 1967, 339 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Сумина А.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; **адрес для переписки:** Россия, 655017, Республика Хакасия, г. Абакан, пр. Ленина 90; e-mail: alenasumina@list.ru

Полонский В.И., доктор биологических наук, профессор; e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Sumina A.V.**, Candidate of Science in Agriculture, Assistant Professor; **address:** 90, prospect Lenina, Abakan, Republic of Khakasia, 655017, Russia; e-mail: alenasumina@list.ru

Polonskiy V.I., Doctor of Science in Biology, Professor; e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru

Дата поступления статьи 20.12.2019
Received by the editors 20.12.2019