

УДК [633.13+633.16]:631.524.7(571.51)

## СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКОВ И УГЛЕВОДОВ В ЗЕРНЕ ЯЧМЕНЯ И ОВСА СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

<sup>1</sup>Полонский В.И., <sup>2</sup>Сумина А.В., <sup>3</sup>Шалдаева Т.М.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», Абакан;

<sup>3</sup>Центральный сибирский ботанический сад, Новосибирск

К числу основных зерновых культур, возделываемых на сельскохозяйственных землях Юга Сибири, относятся ячмень и овес, на совокупную долю которых приходится более половины посевных площадей. На сегодняшний день актуальным вопросом для сельскохозяйственной науки является изучение сортов на предмет стабильности заданных показателей качества зерна. К таким показателям, наряду с массой 1000 зерен, пленчатостью, можно отнести и химический состав зерна, а именно содержание в нем белков и углеводов. В результате исследования изучено содержание белков и углеводов (сахаров) в зерне пяти пленчатых и голозерных сортов ярового ячменя и овса сибирской селекции. Определено, что у исследуемых образцов ячменя содержание белков имеет значение в диапазоне от 10,4 до 18,6%, у овса – от 8,9 до 20,6%. Содержание белка в зерне овса за исследуемый период по всем пунктам изучения характеризовалось более низкими значениями, в сравнении с ячменем. При изучении образцов по содержанию углеводов (сахаров) было установлено, что их накопление в зерне зависит от культуры, сорта, а также факторов среды. Коэффициент вариации накопления сахаров в зерне изучаемых культур находился в пределах 10,7–29,9%. По содержанию сахаров более высокие значения принадлежат образцам ячменя (3,9–7,8%), для овса данный параметр имеет значения от 3,2 до 7,6%. На основании полученных данных сделан вывод, что формирование вышеперечисленных параметров в большей степени зависит от факторов окружающей среды, в меньшей от сорта.

**Ключевые слова:** зерно, овес, ячмень, белок, углеводы, сахар, генотип, Красноярский край, Республика Хакасия

## PROTEINS AND CARBOHYDRATES CONTENT IN BARLEY AND OATS SEEDS AT SIBERIAN BREEDING

<sup>1</sup>Polonskiy V.I., <sup>2</sup>Sumina A.V., <sup>3</sup>Shaldaeva T.M.

<sup>1</sup>Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, e-mail: vadim.polonskiy@mail.ru;

<sup>2</sup>Khakassia State University named after N.F. Katanov, Abakan;

<sup>3</sup>Central Siberian Botanical Garden, Novosibirsk

Among the main cereals cultivated at the agricultural lands of the South of Siberia are barley and oats, the cumulative share of which accounts for more than half of the acreage. Today topical issue for agricultural science is the study of varieties for the stability of specified grain quality parameters. Along with the mass of 1000 grains and filminess, one can also include the chemical composition of grain, namely, content of proteins and carbohydrates in it. As a result of study, the content of proteins and carbohydrates (sugars) in grain of five film and huskless grades of summer barley and oats of the Siberian breeding was studied. It was determined that the protein content of the barley samples in question ranged from 10.4 to 18.6%, in oat – from 8.9 to 20.6%. The protein content in the grain of oats during the period under study was characterized by lower values for all points of study, in comparison with barley. When studying the samples for the content of carbohydrates (sugars), it was found that their accumulation in grain depends on the crop, variety, and environmental factors. The index of variation of sugars accumulation in grain of crops under study was within 10.7–29.9%. According to the sugar content, higher values belong to the samples of barley (3.9–7.8%), for oat this parameter has values from 3.2 to 7.6%. Based on the data obtained, it was concluded that the formation of the above-listed parameters, in a larger proportion, depends on environmental factors, less on the variety.

**Keywords:** grain, oats, barley, protein, carbohydrates, sugar, genotype, Krasnoyarsk Krai, Republic of Khakassia

Белки и углеводы, содержащиеся в растениях, служат основой питания человека и сельскохозяйственных животных [1, 2]. При этом более половины потребности в данных веществах удовлетворяются именно с помощью зерна: при употреблении в пищу в составе продуктов или через скормливание его животным для производства мяса. Поэтому их содержание является одной из важнейших характеристик его ценности [1–3].

Как известно, белки – обязательные вещества, входящие в состав живой

клетки, образующие основу протоплазмы, которые так же, как и липиды, участвуют в создании структуры клеточных мембран и органелл. Именно содержание белков лежит в основе иммунитета организма и способности защищать свою целостность и биологическую индивидуальность. Кроме того, количественные и качественные характеристики белков определяют пригодность зерна в хлебопекарном и макаронном производстве. Количество белков и их аминокислотный состав имеют важнейшее значение для

биологической, пищевой и кормовой ценности любого продукта [4].

Цель данной работы заключалась в изучении содержания белков и сахаров в ячменном и овсяном зерне, выращенном в котловинных условиях Сибири.

#### Материалы и методы исследования

Объектами изучения были выбраны пять сортов ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и овса (*Avenasativa* L.). Из ячменей это сорта: Ача, Биом, Буян, Красноярский 91 и Омский голозерный 1. Первые три образца относятся к разновидности нутанс (*var. nutans*), четвертый к паллидум (*var. pallidum*), пятый к нудум (*var. nudum*) (рис. 1). У овса анализировались сорта Аргумент, Голец, Саян, Сельма, Тубинский. Голец относится к разновидности инермис

(*inermis Kõrn.*), Саян к ауреа (*aurea Kõrn.*), остальные к мутика (*mutica Al.*) (рис. 2). Все образцы, за исключением Омский голозерный 1 и Голец, пленчатые.

Культуры выращивались в течение двух вегетационных периодов в 2015–2016 гг. на государственных сортоиспытательных участках, два из которых расположены на территории Республики Хакасия (Бейский и Ширинский), один на территории Красноярского края (Краснотуранский). Семенной материал был любезно предоставлен сотрудниками учреждений.

Погодные условия различались как по годам, так и по пунктам изучения. Наряду с этим имелись и общие черты в количестве осадков и режимах среднесуточных температур за исследуемый период (рис. 3–6).

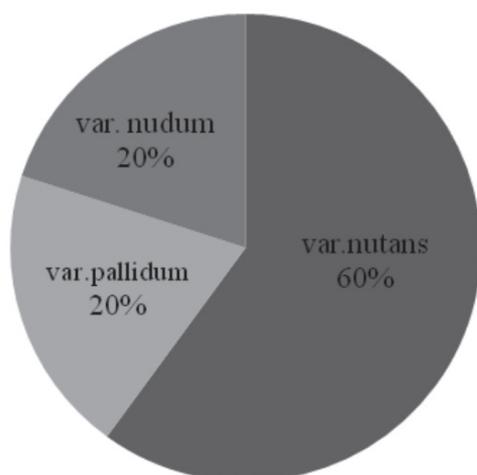


Рис. 1. Распределение исследуемых образцов ячменя по происхождению

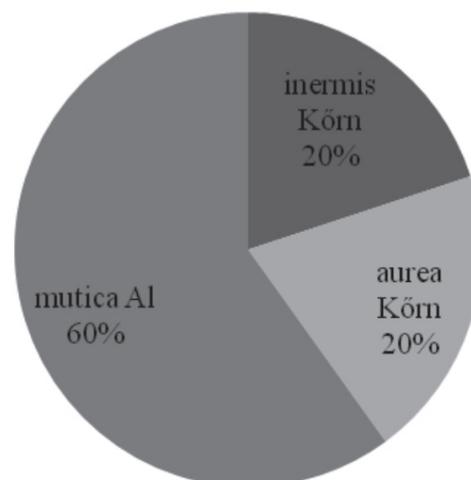


Рис. 2. Распределение исследуемых образцов овса по происхождению

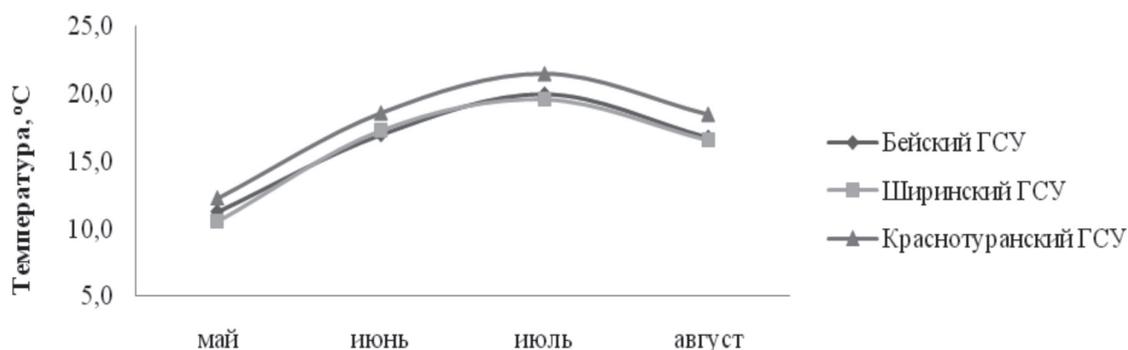


Рис. 3. Среднемесячная температура воздуха по пунктам исследования в 2015 г. (°C)

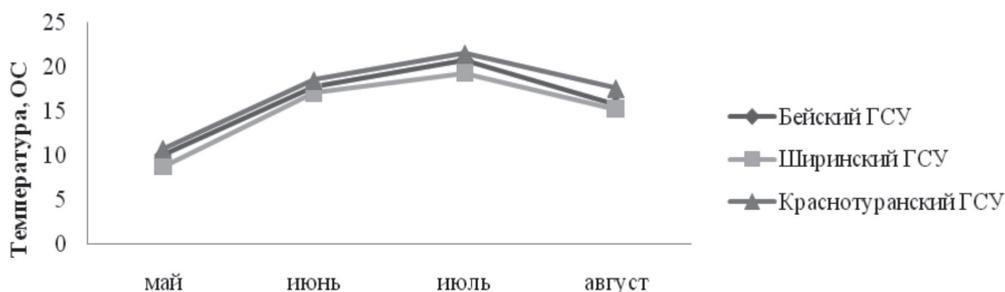


Рис. 4. Среднемесячная температура воздуха по пунктам исследования в 2016 г. (°C)

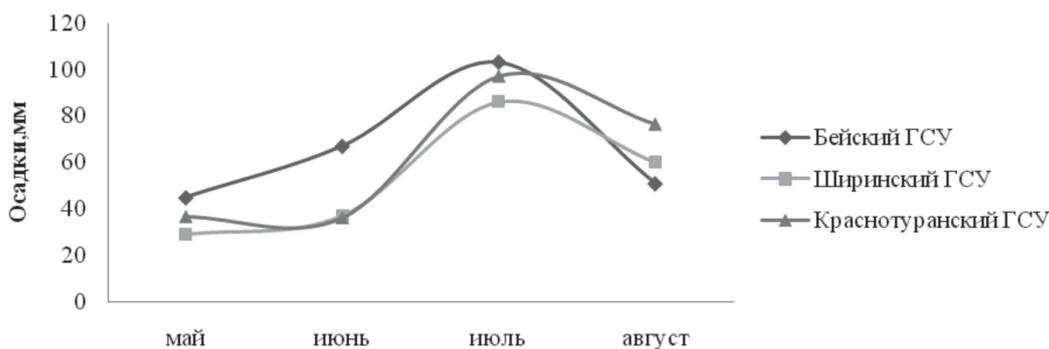


Рис. 5. Количество выпавших осадков в 2015 г. по пунктам исследования (мм)

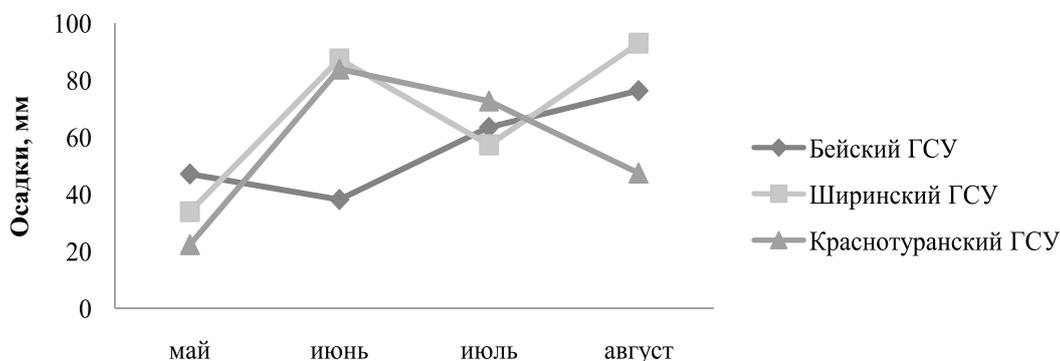


Рис. 6. Количество выпавших осадков в 2016 г. по пунктам исследования (мм)

Можно наблюдать, что показатели средней температуры воздуха за вегетационные периоды 2015–2016 гг. на территории Краснотуранского ГСУ были на несколько градусов выше, чем в других пунктах исследования. В Бейском и Ширинском районах вышеуказанный параметр имел практически равные значения, за исключением мая 2016 г. В данный месяц средняя температура для Бейского ГСУ составила 10,1 °C, а для Ширинского ГСУ – 8,8 °C.

Осадки за исследуемый период по годам не имели общих тенденций, особен-

но в 2016 г. Количество выпавших дождей в мае 2015 г. равномерно распределилось между II и III декадами по всем пунктам изучения. В Бейском и Ширинском ГСУ более половины июньских месячных осадков пришлось на первую декаду, а в Краснотуранском – вторую.

Самым увлажненным месяцем во всех пунктах исследования был июль, при этом наибольшее количество осадков зарегистрировано на территории Бейского ГСУ. В августе основная часть осадков пришлось на II и III декаду.

Лабораторные исследования по определению белка и сахаров были проведены на базе ФГБУ ГСАС «Хакасская» по официально утвержденным методикам: ГОСТ 26176-91 «Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов», ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка».

Как было отмечено выше, содержание белка – важнейший показатель технологической и пищевой ценности зерна. Согласно данным О.В. Крупновой [5], содержание белковых веществ в зерне ячменя колеблется от 7,7 до 21,8%, в зерне овса оно находится в интервале от 9,6 до 21%. При этом абсолютное содержание азота в крупных и мелких зернах в пределах колоса или отдельного ряда в колосе остается примерно одинаковым. В процентном отношении содержание белка в крупном зерне всегда меньше по сравнению с мелким.

Из исследуемых образцов ячменя наибольшее значение по содержанию белка отмечается у голозерного образца Омский голозерный 1 (рис. 7). Данный факт зарегистрирован по всем пунктам и годам исследования. Из пленчатых сортов высокие значения установлены у Сорта Буян, особенно для участка, расположенного в Краснотуранском районе, что численно выражается следующим образом: 15,8% – 2015 г. и 14,9% – 2016 г. Относительно невысокое содержание белка

было выявлено у образца Красноярский 91. Так, для Бейского ГСУ значение данного показателя за исследуемый период не превышало 12%.

Средние значения содержания белка по пунктам и годам исследования в зерне пленчатых образцов ячменя можно представить следующим образом: Ача – 13,4%, Биом – 13,9%, Буян – 14,4%, Красноярский 91 – 12,6%.

Содержание белка в зерне овса за исследуемый период характеризовалось более низкими значениями (рис. 8). Исключение составил голозерный образец Голец, средние значения белка у которого по годам исследования имели следующие величины: для Бейского ГСУ – 16,6%; для Краснотуранского ГСУ – 16,9%; для Ширинского ГСУ – 16,3%. К примеру, у голозерного ячменя аналогичные показатели имели более низкие значения: 15,1%, 16,8% и 15,8% соответственно. Средние уровни содержания белка по пунктам и годам исследования в зерне пленчатых образцов овса не имели существенных колебаний: Аргумент – 11,1%, Саян – 10,4%, Сельма – 11,2%, Тубинский – 10,9%.

За исследуемые вегетационные периоды (2015–2016 гг.) наибольшим содержанием белка в зерне ячменя характеризовались растения, выращенные на территории Краснотуранского района, наименьшими – на Бейском ГСУ (табл. 1). При этом для первого участка коэффициент вариации составил 11%, для второго – 19,05%.

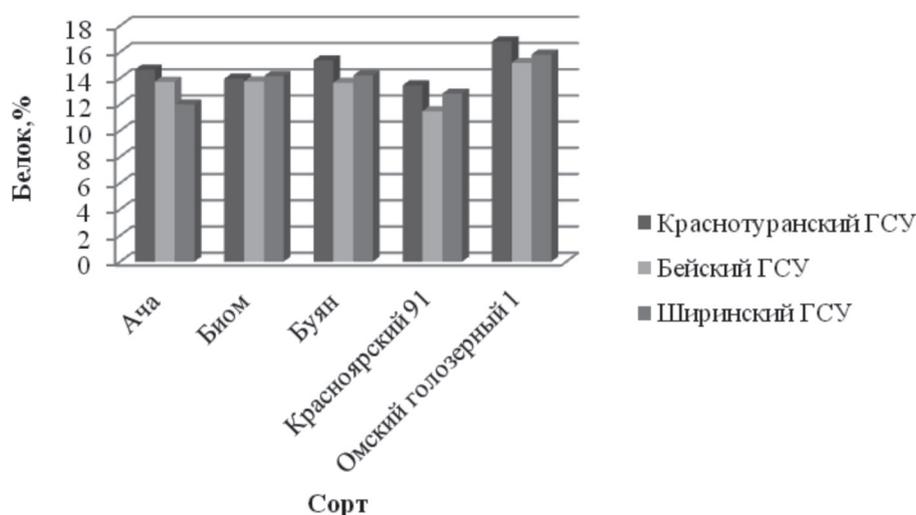


Рис. 7. Средние показатели содержания белка в зерне ячменя, выращенного в 2015–2016 гг. в трех географических точках

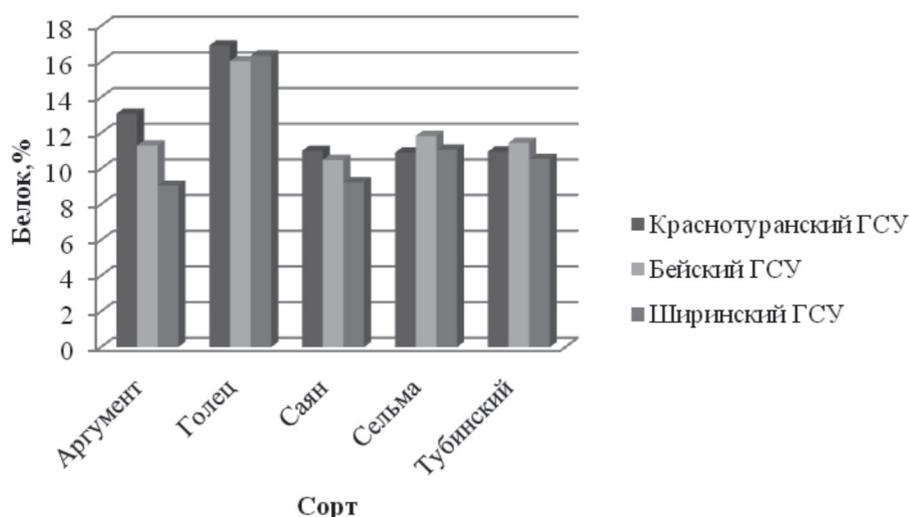


Рис. 8 Средние показатели содержания белка в зерне овса, выращенного в 2015–2016 гг. в трех географических точках

Таблица 1

Содержание белка в зерне ячменя и овса, выращенного в различных географических условиях в 2015–2016 гг.

	Пункт выращивания		
	Краснотуранский ГСУ	Бейский ГСУ	Ширинский ГСУ
Овес			
Среднее	12,6	12,2	10,9
Lim	10,9–20,6	11,4–15,2	8,9–18,6
V, %	25,64	9,84	27,2
Ячмень			
Среднее	14,6	13,6	13,8
Lim	13,1–16,9	10,4–18,6	11,4–15,9
V, %	11,0	19,05	8,4

Образцы овса, выращенные в Ширинском районе, имели более низкие средние значения, что численно соответствует 10,9%. Вместе с тем сорта ячменя с данного участка имели наибольший коэффициент вариации по данному параметру (27,2%). Таким образом, ячмень при возделывании в исследуемых условиях характеризовался большим накоплением белков и относительно высокой стабильностью по способности накопления белков в сравнении с овсом, выращенным в аналогичных условиях.

Несмотря на то, что углеводы очень широко распространены в природе, животные продукты содержат их в небольшом количестве, поэтому основным источником углеводов для человека служит растительная пища. Углеводы составляют три четверти сухой массы растений, они содержатся

в зерновых, фруктах, овощах. В растениях углеводы накапливаются как запасные вещества или играют роль опорного материала. В состав зерен и семян входят различные углеводы, прежде всего крахмал, клетчатка и сахара. Они являются поставщиками энергии для живых организмов, играют важную роль в технологических процессах переработки зерна. Например, сахара необходимы для хлебопечения, они являются питательной средой для дрожжей в тесте [5].

При изучении образцов ячменя и овса по содержанию углеводов (сахаров), было установлено, что их накопление в зерне в зависимости от культуры подвержено изменчивости. Коэффициент вариации накопления сахаров в зерне изучаемых культур находился в пределах 10,7–29,9% (табл. 2).

Таблица 2

Содержание углеводов (сахаров) в зерне ячменя и овса, выращенного в различных географических условиях в 2015–2016 гг.

	Пункт выращивания		
	Краснотуранский ГСУ	Бейский ГСУ	Ширинский ГСУ
Овес			
Среднее	4,2	3,6	4,06
Lim	3,2–7,6	3,2–4,7	3,4–6,0
V, %	29,9	10,7	17,9
Ячмень			
Среднее	4,9	5,2	5,3
Lim	3,9–6,0	4,3–6,4	4,3–7,8
V, %	12,02	12,7	12,2

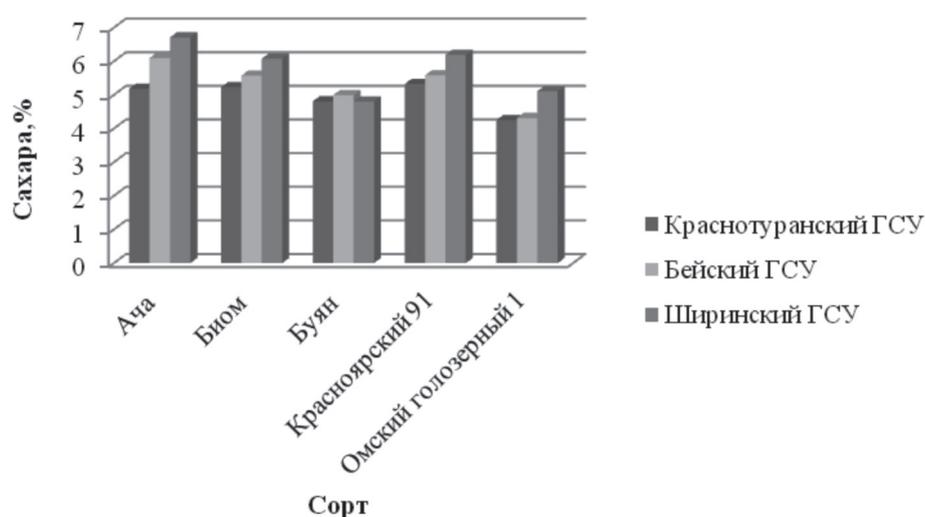


Рис. 9. Средние показатели содержания сахаров в зерне ячменя, выращенного в 2015–2016 гг. в трех географических точках

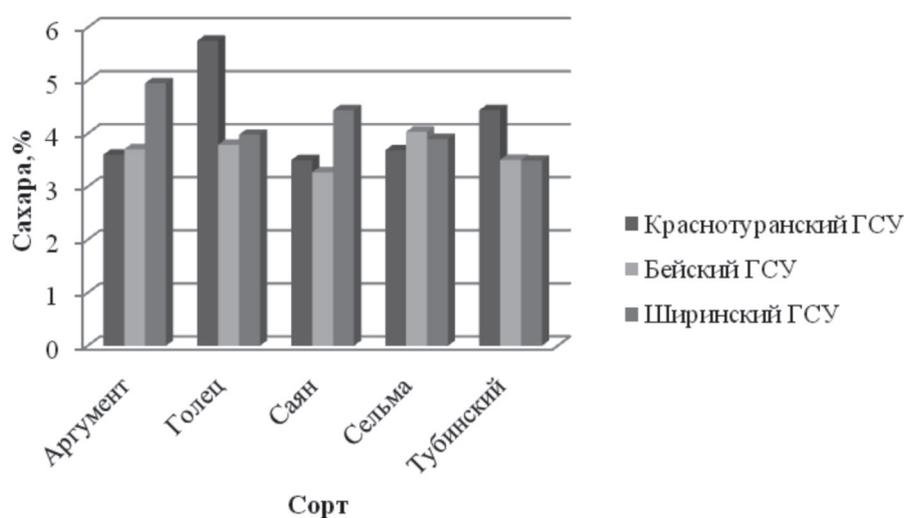


Рис. 10. Средние показатели содержания сахаров в зерне овса, выращенного в 2015–2016 гг. в трех географических точках

Для образцов ячменя наибольшие значения данного показателя были зарегистрированы у пленчатого образца Ача (среднее значение по годам и пунктам составило 6%), а наименьшие – у Омского голозерного 1 (среднее значение – 4,6%) (рис. 9).

В зерне овса содержание сахаров имело обратную картину. Максимальные величины были отмечены у голозерного образца Голец (5,8%), выращенного на Краснотуранском ГСУ, минимальные значения – у пленчатого сорта Саян (3,3%) с Бейского ГСУ (рис. 10). Можно отметить, что содержание сахаров в зерне овса имело более низкие значения по всем образцам и всем пунктам исследования по сравнению с образцами ячменя. Кроме того, рассматриваемый показатель у овса характеризовался более высоким коэффициентом вариации по всем пунктам исследования.

Как известно, чем более приспособлен сорт к условиям внешней среды, тем более стабилен химический состав его зерна. Результаты исследований показали, что большая часть сортов овса и ячменя как по пунктам, так и по годам исследования характеризуется различным содержанием белков и сахаров.

#### Выводы

1. Исследуемые образцы ячменя по всем точкам выращивания имели более высокое содержание белка в зерне, в сравнении с овсом. Исключение составляет сорт овса Голец, у которого содержание белка составляет 16,9%.

2. Содержание сахаров в зерне имело схожую тенденцию: более высокое значение отмечено у образцов ячменя.

3. Коэффициент вариации изученных параметров для ячменя имел более низкие значения, в сравнении с овсом.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования Республики Хакасия (грант № 6-44-190763).*

#### Список литературы

1. Yu W., Tan X., Zou W. and etc. Relationships between protein content, starch molecular structure and grain size in barley / W. Yu, X. Tan, W. Zou and etc. // Carbohydrate Polymers. – 2017. – № 155. – P. 271–279.
2. Lin C., Chen X., Jian L. and etc. Determination of grain protein content by near-infrared spectrometry and multivariate calibration in barley / C. Lin, X. Chen, L. Jian and etc. // Food Chemistry. – 2014. – № 62. – P. 10–15.
3. Мясников А.В. Товароведение зерна и продуктов его переработки / А.В. Мясников, Ю.С. Ралль, Л.А. Трисвятский, И.С. Шатилов; под ред. Л.А. Трисвятского. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1978. – 392 с.
4. Янова М.А. Формирование технологических свойств зерна ячменя и овса в условиях Красноярского края / М.А. Янова, О.П. Щербак, Т.И. Иванова // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 12. – С. 234–237.
5. Крупнова О.В. О взаимосвязи урожайности с содержанием белка в зерне у зерновых и бобовых культур / О.В. Крупнова // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 3. – С. 13–23.

#### References

1. Yu W., Tan X., Zou W. and etc. Relationships between protein content, starch molecular structure and grain size in barley / W. Yu, X. Tan, W. Zou and etc. // Carbohydrate Polymers. 2017. no. 155. pp. 271–279.
2. Lin C., Chen X., Jian L. and etc. Determination of grain protein content by near-infrared spectrometry and multivariate calibration in barley / C. Lin, X. Chen, L. Jian and etc. // Food Chemistry. 2014. no. 62. pp. 10–15.
3. Mjasnikov A.V. Tovarovedenie zerna i produktov ego pererabotki / A.V. Mjasnikov, Ju.S. Rall, L.A. Trisvjatskij, I.S. Shatilov; pod red. L.A. Trisvjatskogo. 3-e izd. pererab. i dop. M.: Kolos, 1978. 392 p.
4. Janova M.A. Formirovanie tehnologicheskikh svojstv zerna jachmenja i ovsy v uslovijah Krasnojarskogo kraja / M.A. Janova, O.P. Shherbak, T.I. Ivanova // Vestnik KrasGAU. 2011. no. 12. pp. 234–237.
5. Krupnova O.V. O vzaimosvjazi urozhajnosti s sodержaniem belka v zerne u zernovyh i bobovyh kultur / O.V. Krupnova // Selskhozjajstvennaja biologija. 2009. no. 3. pp. 13–23.