

УДК 630\*641:581.55

## ВАРЬИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЗЕРНЕ ОВСА И ЯЧМЕНЯ, ВЫРАЩЕННОГО В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

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

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»,  
Абакан, e-mail: alenasumina@list.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск;

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

Ячмень и овес на сегодняшний день занимают лидирующие позиции по объему производства, им принадлежат соответственно четвертое и шестое места в мире. В России основная часть урожая идет исключительно на корм сельскохозяйственным животным. Данная ситуация характерна и для территории Республики Хакасия, где овес и ячмень по посевным площадям занимают второе и третье места после пшеницы. На данной территории в основной своей массе выращенное зерно идет на кормовые цели. Вместе с тем исследования последних лет показали высокую значимость данных культур в питании человека. Зерно овса и ячменя содержит сложные углеводы, имеет низкое содержание жира, богато белком, макро- и микроэлементами. Кальций и фосфор являются основными минеральными компонентами человеческого организма. С целью исследования варьирования содержания макроэлементов в зерне овса и ячменя произведен анализ образцов, выращенных в трех районах Республики Хакасия и юга Красноярского края. Изучено содержание кальция и фосфора в зерне 5 образцов ярового ячменя и 5 образцов овса сибирской селекции. Установлено, что в изученных сортах ячменя содержание кальция находится в интервале от 0,8 до 2,8%, в овсе – от 0,7 до 3,4%. По содержанию фосфора в зерне более высокие значения характерны для образцов ячменя (2,7–7,4%), для овса данный химический показатель имел значения от 2 до 6%. На основании выполненных расчетов коэффициента вариации можно заключить, что формирование вышеуказанных показателей в большей степени определяется факторами окружающей среды, а не сортом.

**Ключевые слова:** зерно, овес, ячмень, фосфор, кальций, макроэлементы, Красноярский край, Республика Хакасия

## VARIATION OF MACROELEMENTS CONTENT IN OATS AND BARLEY GRAIN GROWING IN VARIOUS GEOGRAPHICAL CONDITIONS

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

<sup>1</sup>Khakassia State University named after N.F. Katanov, Abakan, e-mail: alenasumina@list.ru;

<sup>2</sup>Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk;

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

Barley and oats today occupy a leading position in terms of production; they are respectively the fourth and sixth place in the world. In Russia, the bulk of the crop goes exclusively to feed agricultural animals. This situation is also typical for the territory of the Republic of Khakassia, where oats and barley in the sown areas occupy the second and third place after wheat. In this territory, in bulk, the grown grain goes for fodder purposes. At the same time, recent studies have shown the high importance of these crops in human nutrition. The grain of oats and barley contains complex carbohydrates, has a low fat content, is rich in protein, macro- and trace elements. Calcium and phosphorus are the main mineral components of the human body. In order to study the variation in the content of macroelements in the grain of oats and barley, an analysis of samples grown in three regions of the Republic of Khakassia and the south of the Krasnoyarsk Territory was made. The content of calcium and phosphorus in the grain in five samples of spring barley and 5 samples of Siberian oats was studied. It has been established that in the studied barley varieties the calcium content is in the range from 0.8 to 2.8%, in oat – from 0.7 to 3.4%. According to the content of phosphorus in the grain, higher values are characteristic for barley samples (2.7–7.4%), for oats this chemical indicator has valued from 2 to 6%. Based on the performed calculations of the coefficient of variation, it can be concluded that the formation of the above indicators is largely determined by environmental factors, and not by the variety.

**Keywords:** grain, oats, barley, phosphorus, calcium, macroelements, Krasnoyarsk Krai, Republic of Khakassia

Ячмень и овес с древних времен относятся к самым распространенным злакам, возделываемым человеком, и на сегодняшний день им принадлежат соответственно четвертое и шестое места в мире по объему производства [1, 2]. В России основная часть урожая, к сожалению, идет исключительно на корм сельскохозяйственным

животным. Данный факт можно объяснить положительным влиянием на увеличение массы и качество мяса сельскохозяйственных животных [3, 4]. Вместе с тем исследования последних лет показали высокую значимость данных культур в питании человека. В европейских странах из зерна ячменя и овса изготавливают не только тради-

ционные крупы для приготовления каш, но и сухие завтраки, соусы, супы, пасты, хлебобулочные изделия и т.д.

Зерно овса и ячменя содержит сложные углеводы, имеет низкое содержание жира, богато белком, макро- и микроэлементами. Минеральные вещества в растениях обладают биологической активностью, участвуют в биохимических процессах в организме человека [1, 5]. Как известно, кальций является одним из основных минеральных компонентов человеческого организма. В растительных продуктах питания человека кальций может иметь невысокую биодоступность из-за значительного содержания в них оксалатов и фитиновой кислоты, образующих с кальцием трудно абсорбируемые комплексы. Но при термической обработке, например хлебопечении, варке каши, фитиновая кислота частично разрушается, и биодоступность данного элемента повышается. Оптимальным для усвоения кальция из пищи считается соотношение Са:Р, находящееся в интервале 1:1,5 [5].

Фосфор является незаменимым макроэлементом в организме человека. В зерновых, бобовых, семенах и орехах фосфор находится в форме фитиновой кислоты, доступность которой также может быть увеличена в результате температурной переработки растительного сырья [3].

Данные по содержанию кальция и фосфора в зерне современных сортов ячменя и овса, выращенных в различных условиях Сибири, в литературе нам встретить не удалось.

Цель работы заключалась в анализе зависимости содержания кальция и фосфора в зерне ячменя и овса, выращенных на территории Республики Хакасия и Юга Красноярского края.

#### Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования использовали по 5 образцов ярового пленчатого и голозерного ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и овса (*Avena sativa* L.) (табл. 1). Все сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Республике Хакасия и Красноярскому краю.

Растения были выращены в 2015–2016 гг. по паровому предшественнику на Бейском (Южно-Минусинская котловина) и Ширинском (Чулымо-Енисейская котловина) ГСУ Республики Хакасия и Краснотуранском (Сыдо-Ербинская котловина) ГСУ (Красноярский край). Семенной материал был любезно предоставлен сотрудниками учреждений.

Метеорологические условия пунктов исследования имели как общие черты, так и различия по обеспеченности осадками и режимам среднесуточных температур по годам и по пунктам исследования (табл. 2–4).

Можно видеть, что средняя температура по месяцам в пунктах изучения имеет показатели как выше, так и ниже среднемноголетних значений.

Например, самой обеспеченной теплом за исследуемых период была территория Краснотуранского ГСУ, самой «холодной» – Ширинского ГСУ. В 2015 г. основная часть осадков на Бейском ГСУ выпала в июне – июле, в 2016 г. в июле – августе. В Ширинском районе июль и август оказались самыми увлажненными в 2015 г., а в 2016 г. таковыми были июнь и август.

В Краснотуранском районе зарегистрированная основная часть дождей за вегетационный период 2015 г. выпала в июле – августе, за 2016 г. – в июне – июле.

Таблица 1

Краткая характеристика изучаемых образцов овса и ячменя

№ п/п	Сорт	Разновидность	Тип зерновки	Масса 1000 зерен*, г
Овес				
1	Аргумент	мутика	пленчатая	36–45
2	Голец	инермис	голозерная	20–27
3	Саян	ауреа	пленчатая	34–39
4	Сельма	мутика	пленчатая	30–36
5	Тубинский	мутика	пленчатая	34–41
Ячмень				
1	Ача	нуганс	пленчатая	34–56
2	Биом	нуганс	пленчатая	46–55
3	Буян	нуганс	пленчатая	43–54
4	Красноярский 91	паллидум	пленчатая	44,7–34,3
5	Омский голозерный 1	нудум	голозерная	41–50

Примечание. \*минимальные и максимальные значения массы 1000 зерен, зарегистрированные в период сортоиспытания (по данным Филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва).

Таблица 2

Распределение среднемесячных температур и осадков в пункте исследования  
Бейский ГСУ (с. Бея) за 2015–2016 гг.

Год	Месяц	Май		Июнь		Июль		Август	
		T*	O**	T*	O**	T*	O**	T*	O**
2015		11,3	45	17	67	20	103	16,8	51
2016		10,1	47,2	17,7	38,2	20,7	63,5	15,7	76,4
Среднемесячное по годам		10,7	46,1	17,4	52,6	20,3	83	16,3	63,7
Среднемноголетнее		10,4	47,1	16,1	59,6	18,1	77,7	15,5	69,1

Пр и м е ч а н и е . \*Среднемесячное значение температуры, \*\*Количество осадков за месяц.

Таблица 3

Распределение среднемесячных температур и осадков в пункте исследования  
Ширинский ГСУ (с. Шира) за 2015–2016 гг.

Год	Месяц	Май		Июнь		Июль		Август	
		T*	O**	T*	O**	T*	O**	T*	O**
2015		10,6	29	17,3	37	19,6	86	16,6	60
2016		8,8	34	17,1	87,5	19,3	57,4	15,3	93
Среднемесячное по годам		9,7	31,5	17,2	62,2	19,5	71,7	16	76,5
Среднемноголетнее		9,2	30,9	15,6	49,7	17,9	77,2	15	54,5

Пр и м е ч а н и е . \*Среднемесячное значение температуры, \*\*Количество осадков за месяц.

Таблица 4

Распределение среднемесячных температур и осадков в пункте исследования  
Краснотуранский ГСУ (с. Лебяжье) за 2015–2016 гг.

Год	Месяц	Май		Июнь		Июль		Август	
		T*	O**	T*	O**	T*	O**	T*	O**
2015		12,3	36,8	18,6	36,3	21,5	97,2	18,5	76,6
2016		10,8	22,4	18,5	84	21,5	72,8	17,6	47,5
Среднемесячное по годам		11,6	29,6	18,6	60,2	21,5	85	18	62,1
Среднемноголетнее		10,9	32	17,2	54	19,7	64	17	58

Пр и м е ч а н и е . \*Среднемесячное значение температуры, \*\*Количество осадков за месяц.

Лабораторные исследования были проведены на базе ФГБУ ГСАС «Хакасская» по официально утвержденным методикам: содержание кальция в зерне по ГОСТ 26570 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания кальция», фосфора по ГОСТ 26657-97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора» [6]. Статистическая обработка результатов была произведена с помощью программы Microsoft Excel.

#### Результаты исследования и их обсуждение

В результате лабораторных исследований было установлено (рис. 1), что содержание кальция в зерне изучаемых образцов овса находилось в интервале от 1,65 (сорт Тубинский, Краснотуранский ГСУ) до 2,6 г/кг (сорт Голец, Краснотуранский ГСУ). Данный показатель зависел как от генотипа, так и условий выращивания. Среднее значение для сортов, выращенных на Краснотуранском ГСУ, составило 2,22 г/кг, Бейском

ГСУ-2,05 г/кг, Ширинском ГСУ-2,13 г/кг. Таким образом, разница в среднем значении по содержанию кальция в зерне для сортов овса между Бейским (min) и Краснотуранским (max) сортоучастками составила около 10%. Относительно высокие стабильные значения были зарегистрированы у двух сортов овса: Аргумент и Сельма. У образцов Голец и Саян также отмечено высокое содержание кальция, но не во всех пунктах исследования.

Все образцы ячменя имели более низкое содержание кальция в зерне по сравнению с овсом (рис. 2). Невысокое значение данного параметра отмечено у сорта Омский голозерный 1 (0,8 г/кг), выращенного на Краснотуранском участке, повышенное содержание кальция зарегистрировано у сорта Буян (2,75 г/кг), собранного с Ширинского участка. Средние значения по пунктам находились практически в одном

интервале: Краснотуранск – 1,5 г/кг; Бея – 1,5 г/кг; Шира – 1,9 г/кг. В отличие от овса, где основная часть образцов имела значе-

ния выше 2 г/кг, для большей части сортов ячменя величины содержания кальция находились в интервале от 1 до 2 г/кг.

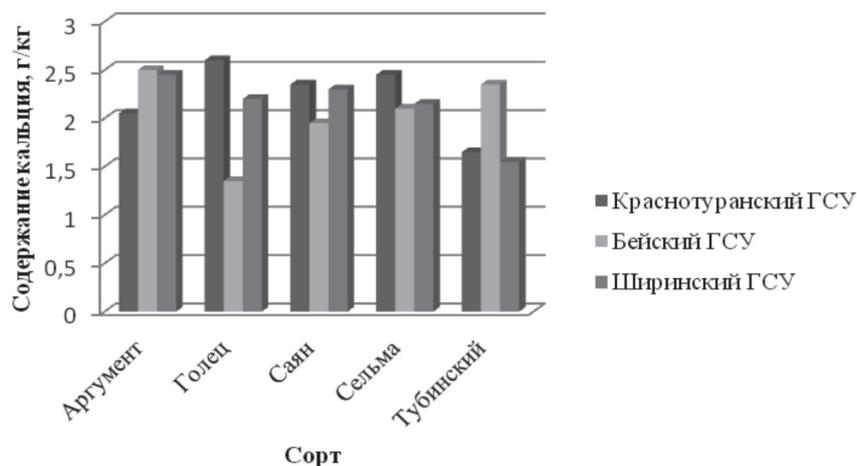


Рис. 1. Средние значения содержания кальция в зерне различных сортов овса, выращенного в 2015–2016 гг. по пунктам исследования

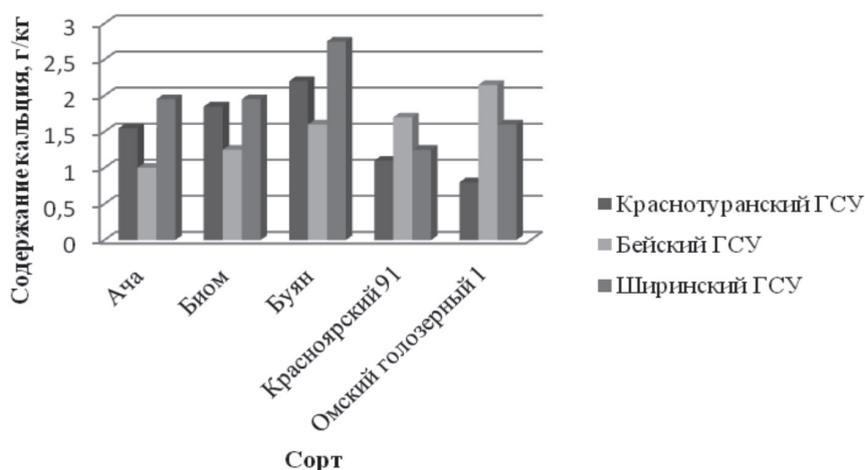


Рис. 2. Средние значения содержания кальция в зерне различных сортов ячменя, выращенного в 2015–2016 гг. по пунктам исследования

Таблица 5

Содержание кальция в зерне ячменя и овса, выращенного в трех географических точках в 2015–2016 гг.

	Пункт выращивания, ГСУ		
	Краснотуранский	Бейский	Ширинский
Овес			
среднее	2,22	2,35	2,13
Lim	1,1–2,7	0,7–3,4	1,5–2,9
V, %	18,13	32,46	17,91
Ячмень			
среднее	1,54	1,6	1,9
Lim	0,8–2,7	1–2,7	1,2–2,8
V, %	36,31	33,9	27,9

Табл. 5 отражает варьирование данного показателя по пунктам выращивания и изучаемым сортам. Можно видеть, что относительно стабильными являются образцы овса, выращенные в Краснотуранском и Ширинском районах, где коэффициент вариации для них имел значения 18,3 и 17,9% соответственно. Образцы ячменя характеризовались нестабильностью по содержанию кальция, при этом коэффициент вариации находился в интервале от 27,9 до 36,31%, что может свидетельствовать о зависимости этого химического показателя от генотипа.

Согласно данным, представленным на рис. 3, содержание фосфора в исследуемых образцах овса находилось в пределах от 3,6 (сорт Аргумент, Краснотуранский ГСУ) до 5,7 г/кг (сорт Сельма, Бейский ГСУ). Средние значения указанного параметра по Ширинскому району составили 4,6, по Бейско-

му – 4,7, по Краснотуранскому – 4,02 г/кг. Интересно отметить, что все сорта, выращенные в Ширинском районе, имели содержание фосфора выше 4 г/кг, при этом данный факт в других пунктах выращивания зарегистрирован был. Исключение составил сорт Голец со стабильно высоким содержанием фосфора по всем пунктам исследования.

Среди образцов ячменя содержание фосфора изменялось в интервале от 3,9 (сорт Красноярский 91, Бея) до 6,6 г/кг (сорт Красноярский 91, Краснотуранск) (рис. 4). По пунктам средние значения содержания фосфора среди образцов имели следующие значения: 4,74 г/кг (Краснотуранский ГСУ), 5,4 г/кг (Бейский ГСУ) и 4,6 г/кг (Ширинский ГСУ). Выявлено наличие у сорта Омский голозерный 1 высокого значения вышеуказанного параметра, зарегистрированное во всех пунктах исследования.

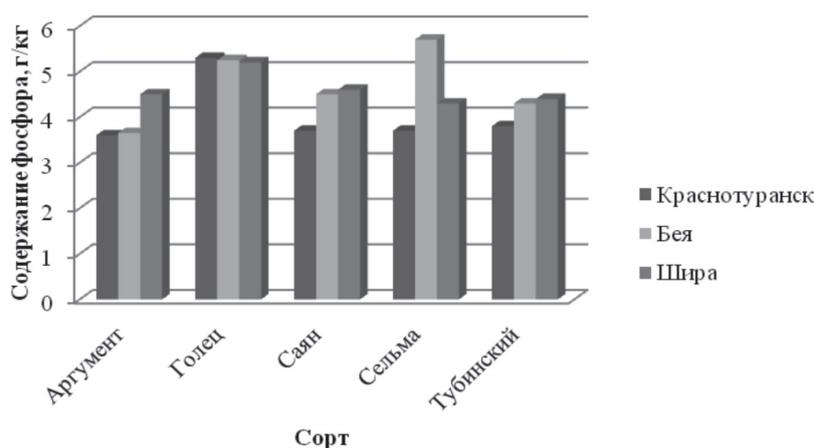


Рис. 3. Средние значения содержания фосфора в зерне разных сортов овса, выращенного в 2015–2016 гг. по пунктам исследования

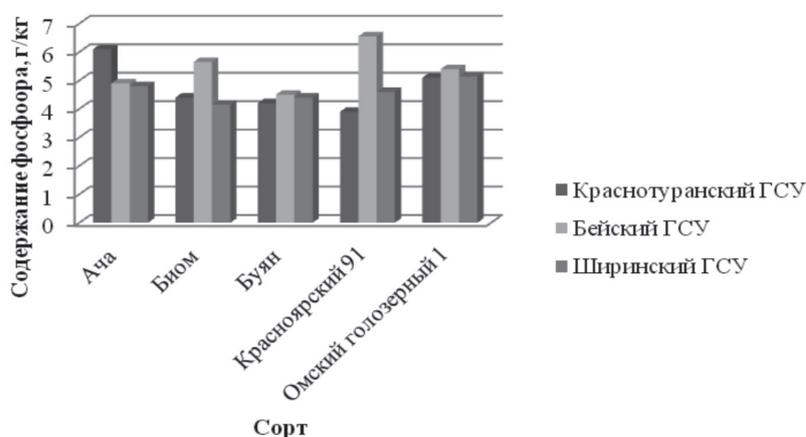


Рис. 4. Средние значения содержания фосфора в зерне разных сортов ячменя, выращенного в 2015–2016 гг. по пунктам исследования

Таблица 6

Среднее содержание фосфора в зерне пяти сортов ячменя и овса, выращенного в трех географических точках в 2015–2016 гг.

	Пункт выращивания, ГСУ		
	Краснотуранский	Бейский	Ширинский
Овес			
среднее	4,02	4,68	4,6
Lim	3,4–5,8	2–6	3,5–5,3
V, %	15,97	21,18	9,8
Ячмень			
среднее	4,7	5,36	4,6
Lim	3,6–7,4	4–8,6	2,7–5,6
V, %	18,96	20,7	13,87

Исходя из данных, представленных в табл. 6, можно заключить, что содержание фосфора в исследуемых образцах имеет более стабильные показатели как по сортам, так и по пунктам изучения, в сравнении с содержанием кальция.

Например, у образцов овса, выращенных на Ширинском ГСУ, коэффициент вариации составляет 9,8%, а у ячменя – 13,9%, что практически в 2 раза ниже аналогичных показателей для содержания кальция.

Исходя из полученных данных, можно заключить, что все исследуемые образцы овса и ячменя характеризуются относительно высоким накоплением кальция и фосфора в зерне. Так, по данным В.Е. Торикова [7], проводившего аналогичные исследования на сортах ячменя и овса отечественной и белорусской селекции на Брянской ГСХА, средние значения по содержанию кальция составили 0,18 г/кг, фосфора – 2,1 г/кг. Все образцы ячменя и овса, выращенные на территории Республики Хакасия и Юга Красноярского края, имели более высокие значения указанных показателей. Зарегистрированный факт позволяет предположить более высокую питательную ценность полученного в наших условиях зерна в части содержания фосфора и кальция – важных элементов организма человека и растений.

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

#### Список литературы

1. Elke K.A. Cereal Grains for the Food and Beverage Industries / K.A. Elke, E. Zannini // *Technology and Nutrition*. – 2013. – № 201. – P. 155–200.
2. Chappell A.K. The agronomic performance and nutritional content of oat and barley varieties grown in a northern

maritime environment depends on variety and growing conditions / A.K. Chappell, P. Scott // *Journal of Cereal Science*. – 2017. – № 74. – P. 1–10.

3. Sormunen-Cristian R. Effect of barley and oats on feed intake, live weight gain and some carcass characteristics of fattening lambs / R. Sormunen-Cristian // *Small Ruminant Research*. – 2013. – № 109. – P. 22–27.

4. Чудаков Н. Овес: как избежать неоправданных потерь / Н. Чудаков // *Аграрное обозрение*. – 2016. – № 4(56). – С. 20–22.

5. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.

6. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200024370> (дата обращения: 20.10.17).

7. Ториков В.Е. Изменение минерального состава зерна ярового ячменя и овса в зависимости от сорта и технологий возделывания / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, В.В. Ториков // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2015. – № 3. – С. 10–15.

#### References

1. Elke K.A. Cereal Grains for the Food and Beverage Industries / K.A. Elke, E. Zannini // *Technology and Nutrition*. 2013. no. 201. pp. 155–200.

2. Chappell A.K. The agronomic performance and nutritional content of oat and barley varieties grown in a northern maritime environment depends on variety and growing conditions / A.K. Chappell, P. Scott // *Journal of Cereal Science*. 2017. no. 74. pp. 1–10.

3. Sormunen-Cristian R. Effect of barley and oats on feed intake, live weight gain and some carcass characteristics of fattening lambs / R. Sormunen-Cristian // *Small Ruminant Research*. 2013. no. 109. pp. 22–27.

4. Chudakov N. Oves: kak izbezhat neopravdannyh poter / N. Chudakov // *Agrarnoe obozrenie*. 2016. no. 4(56). pp. 20–22.

5. Kazakov E.D. Biohimija zerna i hleboproduktov / E.D. Kazakov, G.P. Karpilenko. SPb.: GIORD, 2005. 512 p.

6. Jelektronnyj fond pravovoj i normativno-tehnicheskoy dokumentacii [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/1200024370> (data obrashhenija: 20.10.17).

7. Torikov V.E. Izmenenie mineralnogo sostava zerna jarovogo jachmenja i ovsa v zavisimosti ot sorta i tehnologij vozdeľvanija / V.E. Torikov, O.V. Melnikova, V.V. Torikov // *Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj selskohozjajstvennoj akademii*. 2015. no. 3. pp. 10–15.