УДК 664.64.016.8

ВЛИЯНИЕ РИСОВОЙ МУЧКИ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

А.А. Болдина, Н.В. Сокол, Н.С. Санжаровская*

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»,
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

**e-mail: hramova-n@mail.ru*

Дата поступления в редакцию: 20.01.2016
Дата принятия в печать: 11.02.2016

Производство новых рецептур и технологий хлебобулочных и мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности является перспективным направлением для пищевой промышленности. Увеличение ассортимента происходит за счет внесения дополнительного сырья, одним из вариантов которого является рисовая мучка. В качестве объекта исследования использовали рисовую мучку, отобранную на рисозаводах Краснодарского края. Целью исследования явилось изучение влияния рисовой мучки на белково-протеиназный и углеводно-амилазный комплексы пшеничной муки для обоснования ее внедрения в производство хлебобулочных и безглютеновых мучных кондитерских изделий (БМКИ) функционального назначения. Показано, что в присутствии исследуемой добавки происходят изменения свойств крахмала, количества и качества клейковины пшеничной муки и структурно-механических характеристик теста. Результатом оценки влияния рисовой мучки на хлебопекарные свойства муки и физические свойства теста стало принятие технологического решения об использовании интенсивного замеса, в процессе которого рекомендуется вносить добавку в количестве 10 и 15 % с целью обеспечения функциональных свойств продукта.

Мука пшеничная, хлебопекарные свойства, функциональный продукт, рисовая мучка, клейковина

Введение

В связи с активным внедрением безотходных технологий производства в сельском хозяйстве актуальным становится вопрос о более рациональном использовании вторичных продуктов переработки сельскохозяйственного сырья для расширения ассортимента функциональных продуктов питания [1, 2].

Среди современных способов обогащения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий особый интерес представляют те, которые предусматривают использование добавок из нетрадиционного растительного сырья – отходов некоторых пищевых производств. Это не только обогащает изделия биологически активными веществами, но и способствует повышению их качества [3, 4].

С учетом значительных объемов производства и переработки зерна риса в Краснодарском крае особый интерес представляет вторичное сырье его переработки – рисовая мучка. Она является ценным источником пищевых функциональных ингредиентов, однако в настоящее время практически не используется.

Химический состав побочных продуктов переработки зерна риса современных сортов (Атлант, Гарант, Флагман), отобранных на рисозаводах Краснодарского края, представлен в табл. 1.

По содержанию белка рисовая мучка превосходит зерно риса в 2,3 раза, крупу рисовую – в 2,5 раза. В процессе шелушения и шлифования в мучку попадает значительное количество плодовых и семенных оболочек, что объясняет высокое содержание клетчатки (24,9–25,7 %). Исследования белкового комплекса рисовой мучки, зерна риса шлифованного и зерна пшеницы показали, что преобладающей фракцией белков рисовой мучки являются водорастворимые альбумины и глобулины.

Таблица 1

Усредненный химический состав зерна риса и продуктов его переработки

Продукт	Массовая доля, %				
	Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зола
Зерно риса	7,4	2,6	55,2	9,0	3,9
Крупа рисовая	7,0	1,0	72,9	3,0	0,7
Мучка рисовая ООО «Марьянского рисозавода»	16,8	15,1	48,5	25,4	8,6
Мучка рисовая ООО «Щедрая Кубань»	17,3	15,8	48,9	25,3	8,8
Мучка рисовая ОАО «Славянский КХП»	16,4	16,2	52,6	25,7	8,4
Мучка рисовая ООО «ИРИС»	17,0	15,6	51,4	24,9	8,5
Мучка рисовая ООО «ЮГАГРОРЕСУРС»	16,7	16,0	51,9	25,1	8,5

Отличительной особенностью аминокислотного состава рисовой мучки является высокое содержание аргинина и лейцина.

Рисовая мучка богата липидами, количество которых больше в 6,1 раза, чем в целом зерне, и в 16 раз, чем в крупе рисовой. Жирнокислотный состав липидов рисовой мучки на 83,3 % состоит из ненасыщенных жирных кислот. Насыщенные жирные кислоты представлены в основном пальмитиновой кислотой (14,5 %). В рисовой мучке в большом количестве присутствуют длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты ω-3, ω-6 и ω-9, играющие роль мощных антиоксидантов и участвующие в регуляции процессов памяти, работы желез внутренней секреции.

По содержанию витамина B_1 рисовая мучка превосходит рис шелушеный в 6,5 раза, крупу рисовую в 30 раз, витамина B_2 содержится в 3,8 раза больше, чем в шелушеном рисе, и в 13,5 раза больше, чем в крупе рисовой.

Исследования минерального состава рисовой мучки показали, что по содержанию дефицитного для всех зерновых продуктов кальция мучка превосходит зерно риса в 2,1 раза, калия – в 7,5 раза, фосфора – в 6,5 раза, железа – в 10 раз, марганца – в 2,5 раза.

В рисовой мучке нами было определено содержание глютена. Тест определений системой фирмы «Хема» составил менее 2 мг/кг, что подтвердило наше предположение о возможности использования рисовой мучки в качестве рецептурного компонента для производства безглютеновых мучных кондитерских изделий.

Проведенная оценка показателей безопасности рисовой мучки указывает на то, что она соответствует действующим требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 и ТР ТС 021/2011, подтверждает возможность ее использования при производстве хлебобулочных и БМКИ повышенной пищевой ценности.

Исходя из того, что нами предполагается использовать мучку в технологиях хлебобулочных и БМКИ, считаем целесообразным изучить ее влияние на технологические свойства пшеничной муки и структурно-механические свойства теста.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования использовали рисовую мучку, образующуюся в качестве вторичного сырья при шлифовании зерна риса на рисозаводах Краснодарского края, муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта и муку пшеничную общего назначения типа М 55-23 (ГОСТ Р 52189-2003).

Изменения белково-протеиназного комплекса пшеничной муки в присутствии рисовой мучки оценивали по количеству и качеству клейковины (по содержанию и способности сырой клейковины оказывать сопротивление деформирующей нагрузке сжатия на приборе ИДК-3М). Автолитическую активность по показателю «число падения» на приборе ПЧП-3; физические свойства теста (водопоглотительная способность муки, время образования, устойчивость, сопротивляемость, эластичность и степень разжижения теста) на приборе Farinograph (Brabender, Германия); реалогические свойства теста – на альвеографе фирмы «Шопен» (Shopin), газообразующую способность муки на приборе Яго-Островского. Активность амилолитических ферментов определяли на приборе Амилотест АТ-97 по ГОСТ 27676-88.

Результаты и их обсуждение

Как известно, одним из основных факторов, характеризующих хлебопекарные свойства пшеничной муки, является сила муки. Она определяет не только содержание в ней клейковины, но и ее качество, от которого в значительной степени зависит способность муки поглощать влагу при замесе, формировать тесто, удерживать диоксид углерода при его образовании [5].

Для изучения влияния рисовой мучки на силу пшеничной муки определяли количество сырой клейковины и ее качество на приборе ИДК в зависимости от дозировки вносимой добавки. Были использованы следующие дозировки рисовой мучки в тесто: 5, 10, 15, 20 % к массе муки, контрольными служили образцы без добавок (табл. 2).

Таблица 2

Влияние рисовой мучки на количество и качество клейковины пшеничной муки

Показатель	Контроль	Дозировка рисовой мучки, % от массы пшеничной муки			
		5	10	15	20
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта					
Массовая доля сырой клейковины, %	29,6	29,2	28,4	27,0	23,1
Качество клейковины, ед. прибора ИДК	84,0	80,0	76,0	73,0	67,0
Растяжимость, мм	76,0	69,0	59,0	47,0	34,0
Мука пшеничная общего назначения М 55-23					
Массовая доля сырой клейковины, %	31,4	30,2	29,5	28,0	24,9
Качество клейковины, ед. прибора ИДК	82,0	74,0	71,0	67,0	59,0
Растяжимость, мм	92,0	73,0	62,0	50,0	37,0

По данным таблицы с увеличением дозировки и заменой части пшеничной муки на рисовую мучку происходит изменение показателей массовой доли клейковины и ее качества на приборе ИДК. Уменьшение доли клейковинных белков пшеничной муки происходит за счет их замены белковыми веществами рисовой мучки, не способными образовывать связанную структуру, а именно − из-за отсутствия белков глиадина и глютенина.

Отмечено значительное укрепление клейковины пшеничной муки за счет высокого содержания в рисовой мучке ненасыщенных жирных кислот, которые под действием фермента липоксигеназы в присутствии кислорода воздуха превращаются в перекисные соединения, окисляющие –SH-группы пшеничного белка до –S=S– групп. В результате происходит укрепление клейковины [5]. Таким образом, использование рисовой мучки может яв-

ляться рекомендацией использования для улучшения качества слабой по силе муки.

При внесении в пшеничную муку 20 % рисовой мучки клейковину отмывать было достаточно сложно.

Для более полного изучения влияния рисовой мучки на хлебопекарные свойства пшеничной муки нами были проведены исследования по определению амилолитической активности. Было определено «число падения» клейстеризованной водномучной суспензии с добавлением мучки в количестве 5–20 %. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние дозировки рисовой мучки на показатель «число падения»

Проба	Дозировка рисовой мучки взамен пшеничной муки, %	Значение показателя
Мука пшеничная общего назначения М 55-23	Контроль (без добавки)	471
	5	445
	10	411
	15	376
	20	362
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	Контроль (без добавки)	445
	5	409
	10	393
	15	385
	20	366

С увеличением дозировки рисовой мучки в смеси происходило увеличение активности амилолитических ферментов, о чем свидетельствует снижение показателя «число падения», что, несомненно, сказывается на ее хлебопекарных свойствах. На наш взгляд, это связано со снижением содержания крахмала в образцах с добавками за счет замены части муки, при этом немаловажную роль играет исходная активность амилолитических ферментов пшеничной муки, составляющих основу смеси.

Следующим этапом проведения эксперимента стало изучение влияния рисовой мучки на автолитическую активность муки и газообразующую способность теста. Под автолитической активностью понимают способность муки образовывать водорастворимые вещества при прогреве водно-мучнистой суспензии. Газообразующая способность муки имеет определяющее значение в процессе производства хлеба. Она влияет на изменение объема, степени разрыхления мякиша и формирование цвета корки. Зависимость вышеназванных показателей от дозировки рисовой мучки приведена на рис. 1 и 2.

При увеличении вносимой дозировки рисовой мучки в муку пшеничную высшего сорта и общего назначения газообразующая способность теста увеличивается на 52 %. Это связано с тем, что рисовая мучка имеет повышенное содержание легкоусвояемых сахаров и азотсодержащих веществ, которые активируют процесс брожения и являются дополнительным питанием для дрожжей [6].

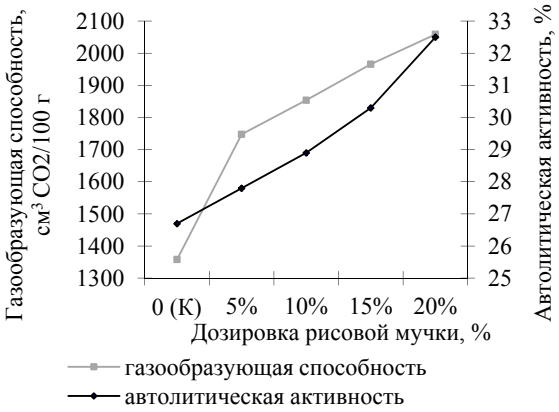

Рис. 1. Зависимость показателя автолитической активности и газообразующей способности муки высшего сорта от дозировки рисовой мучки

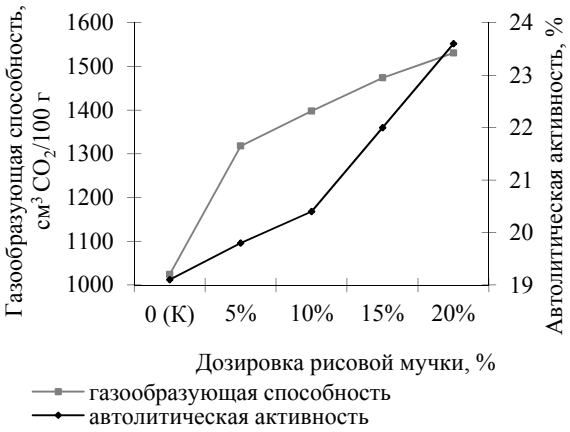

Рис. 2. Зависимость показателя автолитической активности и газообразующей способности муки М 55-23 от дозировки рисовой мучки

Поскольку вносимая добавка оказывает определенное влияние на клейковинный комплекс муки, нами было изучено влияние рисовой мучки в дозировке 10–15 % на структурно-механические свойства теста.

Для определения физических свойств теста, обусловленных сопротивлением механическому воздействию лопастей тестомесилки при замесе, использовали фаринограф Брабендера. Исследования физических свойств теста проводили при внесении рисовой мучки в дозировке 10 и 15 %, а в качестве контроля использовали муку без рисовой мучки. Результаты расшифровки фаринограмм приведены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние рисовой мучки на структурно-механические свойства теста (по фаринографу)

Проба	Дозировка рисовой мучки взамен пшеничной муки, %	Водопоглотительная способность, %	Время образования, мин	Устойчивость, мин	Разжижение, ед.ф.	Валориметрическая оценка, %
Мука пшеничная общего назначения М 55-23	Контроль (без добавки)	61,6	2,5	5,5	90	58
	10	62,3	3,5	6,0	90	62
	15	62,6	3,5	6,5	110	62
Мука пшеничная высшего сорта	Контроль (без добавки)	58,0	3,0	9,0	85	80
	10	58,3	3,0	9,5	85	68
	15	58,7	3,0	7,0	90	64

Анализ фаринограмм показал, что замена пшеничной муки как общего назначения, так и высшего сорта на рисовую мучку приводит к повышению водопоглотительной способности, что связано со способностью полисахаридного комплекса вносимой добавки связывать и удерживать воду, создавая весомую конкуренцию основным биополимерам тестовой системы, в первую очередь белкам клейковины и крахмала, в поглощении воды. При добавлении рисовой мучки и использовании муки пшеничной высшего сорта валориметрическая оценка теста снижается, а в случае применения муки пшеничной общего назначения − увеличивается. Поэтому необходимо применять технологию, способную повышать его начальную кислотность и улучшать реологические свойства.

Исследование физических свойств теста на альвеографе Шопена показало, что внесение добавки оказывает влияние на упругоэластичные свойства теста, что очень важно для процесса расстойки и первой фазы выпечки хлеба. Показатели структурно-механических свойств теста с добавлением рисовой мучки приведены в табл. 5.

Полученные данные на альвеографе свидетельствуют о том, что внесение рисовой мучки в количестве 10–15 % с заменой пшеничной муки по сравнению с контролем снижает упругость теста на 10,3–17,2 % при применении муки общего назначения и 14–23 % при применении муки высшего сорта, а показатель удельная деформация теста на 41,5–45,5 % и 40,7–45,2 % соответственно.

Это можно объяснить значительным содержанием липидов в добавке, которые не позволили сформировать эластичный клейковинный каркас, что приводит к потере пластичности теста и снижению силы муки. Отношение упругости к растяжимости, которое характеризует сбалансированность между собой показателей физических свойств теста, значительно возрастает. Это обусловлено тем, что упругое свойство теста снижается меньшими темпами, чем его растяжимость [4]. Следовательно, при замесе теста с добавлением рисовой мучки необходим интенсивный замес, что согласуется с результатами, полученными с помощью фаринографа.

Таблица 5

Влияние рисовой мучки на физические свойства теста по данным альвеографа Шопена

Проба	Дозировка рисовой мучки взамен пшеничной муки, %	Показатели		
		Удельная деформация теста, W, ед. альвеогр.	Упругость теста (P), мм	Отношение упругости к растяжимости
Мука пшеничная общего назначения М 55−23	Контроль (без добавки)	259	87	0,95
	10	152	78	1,16
	15	141	72	1,56
Мука пшеничная высшего сорта	Контроль (без добавки)	290	100	1,32
	10	172	86	1,31
	15	159	77	1,83

Таким образом, зная влияние рисовой мучки на хлебопекарные свойства муки и физические свойства теста, можно принять технологическое решение об интенсивном замесе, в процессе которого рекомендуется вносить рисовую мучку в количестве 10 и 15 % с целью обеспечения функциональных свойств продукта.

Список литературы

1. Сокол, Н.В. Как сделать простой продукт функциональным / Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – 2007. – № 7 (31). – С. 96–107. – IDA [article ID]: 0310707008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/7/pdf/08.pdf.

2. Бакуменко, О.Е. Инновационные ингредиенты обогащенных продуктов для питания различных возрастных групп населения / О.Е. Бакуменко, Л.Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2013. – № 1. – С. 39–43.

3. Исследование технологических особенностей муки тритикале для производства мучных кондитерских изделий функционального назначения / Н.В. Сокол, С.А. Гриценко, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова, В.Я. Ковтуненко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 10. – С. 27–29.

4. Касабова, Е.Р. Влияние добавок, содержащих пищевые волокна, на хлебопекарные свойства пшеничной муки / Е.Р. Касабова, О.В. Самохвалова // Научные ведомости. Серия: Естественные науки. – 2013. – № 24. – С. 111–116.

5. Болдина, А.А. Использование рисовой мучки в качестве биологически активной добавки и изучение ее влияния на реологию теста / А.А. Болдина, Н.В. Сокол // Научно-производственный журнал «Вестник Мичуринского государственного аграрного университета». – Мичуринск: Издательско-полиграфический центр «МичГАУ», 2014. – С. 71–74.

6.Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник / Л.Я. Ауэрман; под общ. ред. Л.И. Пучковой. – 9-е изд., перераб. и доп. / – СПб.: Профессия, 2005. – 416 с.

THE INFLUENCE OF RICE BRAN ON THE BREAD-MAKING PROPERTIES OF WHEAT FLOUR

A.A. Boldina, N.V. Sokol, N.S. Sanzharovsckaya*

Kuban State Agrarian University,
13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russia

**e-mail: hramova-n@mail.ru*

Received: 20.01.2016
Accepted: 11.02.2016

Development of new formulas and technologies of bakery and flour confectionery of high nutrition value is advantageous for the food industry. The increase of bakery product assortment is due to the use of additional raw materials, one of which is rice bran. The rice bran selected at the Krasnodar Territory rice mills was used as the object of research. The aim of the research was to study the effect of rice bran on protein-proteinase and carbohydrate-amylase complexes of wheat flour for justification of its introduction in bakery and the gluten-free flour confectionery of a functional purpose. In the presence of the studied supplement there are changes of starch properties, quantity and quality of wheat flour gluten and structural and mechanical characteristics of the dough. Assessment of the influence of rice bran on flour baking properties and physical properties of the dough resulted in the technological decision on the use of an intensive kneading in the course of which 10 and 15 per cent supplement is recommended to be brought in for ensuring functional properties of the product.

Wheat flour, bread-making properties, functional product, rice bran, gluten

References

1. Sokol N.V., Khramova N.S., Gaydukova O.P. Kak sdelat' prostoy produkt funktsional'nym? [How to make a simple product functional?]. *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University], 2007, no. 7 (31), pp. 96–107. Available at: http://ej.kubagro.ru/2007/7/pdf/08.pdf. (accessed 1 February 2016).

2. Bakumenko O.E., Shatnyuk L.N. Innovatsionnye ingredienty obogashchennykh produktov dlya pitaniya razlichnykh vozrastnykh grupp naseleniya [Innovative Ingredients of Enriched Foods for Different Age Groups]. *Pishchevye ingredienty. Syr'e i dobavki* [Food ingredients: raw materials and additives], 2013, no. 1, pp. 39–43.

3. Sokol N.V., Gritsenko S.A., Khramova N.S., Gaydukova O.P., Kovtunenko V.Ya. Issledovanie tekhnologicheskikh osobennostey muki tritikale dlya proizvodstva muchnykh konditerskikh izdeliy funktsional'nogo naznacheniya [Research of technological features of flour of triticale for production of flour confectionery of a functional purpose]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya* [Storage and processing of farm products], 2008, no. 10, pp. 27–29.

4. Kasabova E.R., Samokhvalova O.V. Vliyanie dobavok, soderzhashchikh pishchevye volokna, na khlebopekarnye svoystva pshenichnoy muki [The influence of food fibers additives on bread - making properties of wheat flour]. *Nauchnye vedomosti. Seriya Estestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 2013, no. 24, pp. 111–116.

5. Boldina A.A., Sokol N.V. Ispol'zovanie risovoy muchki v kachestve biologicheski aktivnoy dobavki i izuchenie ee vliyaniya na reologiyu testa [Use of a rice muchka as biologically active additive and studying of its influence on a dough rheology]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk state agricultural university], 2014, no.3, pp. 71–74.

6. Auerman L.Ya. *Tekhnologiya khlebopekarnogo proizvodstva* [Tekhnologiya of baking production]. St. Petersburg, Professija Publ., 2005. 416 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Болдина, А.А. Влияние рисовой мучки на хлебопекарные свойства пшеничной муки / А.А. Болдина, Н.В. Сокол, Н.С. Санжаровская // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 40. – № 1. – С. 5–10.

Boldina A.A., Sokol N.V., Sanzharovsckaya N.S. The influence of rice bran on the bread-making properties of wheat flour. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 40, no. 1, pp. 5–10 (In Russ.).

Болдина Анастасия Андреевна
ассистент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел.: +7 (861) 221-59-04, e-mail: aa_morozova_kgau@mail.ru

Сокол Наталья Викторовна
д-р техн. наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел.: +7 (861) 221-59-04, e-mail: sokol_n.v@mail.ru

Санжаровская Надежда Сергеевна
канд. техн. наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел.: +7 (861) 221-59-04, e-mail: hramova-n@mail.ru

Anastasia A. Boldina
Assistant of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University, 13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russia, phone: +7 (861) 221-59-04,e-mail: aa_morozova_kgau@mail.ru

Natalya V. Sokol
Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University, 13, Kalinina Str, Krasnodar, 350044, Russia, phone: +7(861)221-59-04,e-mail: sokol_n.v@mail.ru

Nadezhda S. Sanjarovsckay
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University, 13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russia, phone: +7(861)221-59-04, e-mail: hramova-n@mail.ru