

ЗЕРНО АМАРАНТА КАК ИСТОЧНИК ЦЕННОГО ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ И ОБЪЕКТ ПЕРЕРАБОТКИ

Смирнов С.О., канд. техн. наук; Урубков С.А., канд. техн. наук

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва.

Аннотация. Данная работа посвящена разработке процессов прогрессивной технологии разделения зерна амаранта на анатомические части с получением различных видов пищевых добавок для создания продуктов питания общего и специального назначения, обладающих лечебно-профилактическими свойствами.

Амарант относится к нетрадиционным видам растительного сырья, наиболее перспективным для расширения ассортимента продуктов здорового питания, а также для изготовления пищевых добавок функционального назначения. Зерно амаранта превосходит многие традиционные зерновые культуры по содержанию белка (16 – 19 %), незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, биологически активных веществ, жира (6 – 10 %) который содержит более 70% моно- и полиненасыщенных жирных кислот (линолевая (Омега-6), олеиновая (Омега-9), линоленовая (Омега-3), арахионовая, пальмитолеиновая кислоты и др.), более 9% фосфолипидов (в составе которых по количеству доминирует фосфатидилхолин), по жирнокислотному составу амарантовое масло близко к кукурузному, но имеет ряд существенных преимуществ. Амарантовое масло имеет температуру плавления - 27°C. Витамин Е в амарантовом масле находится в особо активной токотриенольной форме, и что еще важнее, в нем содержится до 10 % сквалена, который до недавнего времени получали только из печени глубоководной акулы. В организме человека сквален выступает в роли антимикробного, антиканцерогенного и фунгицидного средства. Сквален стимулирует работу иммунной системы, что защищает организм от всевозможных инфекций и вирусов. Должное содержание сквалена в организме способствует омоложению клеток и борется со свободными радикалами [1].

Уникальная структура сквалена позволяет ему поглощать токсины тем самым способствуя процессам детоксикации организма. Это вещество является одним из производных витамина А, которое при взаимодействии с холестерином поддерживает естественный синтез витамина D и улучшает транспортировку других витаминов и витаминоподобных веществ в организме человека. Препятствует возникновению мутации при делении клеток, которая может привести к опухолевым наростам и помогает предохранить тело от негативного воздействия радиотерапии или химиотерапии при лечении [2].

Так же зерно амаранта содержит крахмал, составляющий до 70% массы зерна, который обладает уникальными свойствами. Амарантовый крахмал классифицирован как восковой тип крахмала. Высокое содержание амилопек-

тина и чрезвычайно маленькие размеры крахмальных гранул придают ему такие полезные и уникальные свойства как высокая температура желатинизации (62-76 °С), высокая амилографическая вязкость, повышенная водоудерживающая способность, устойчивость гелей при замораживании-размораживании. Благодаря этому крахмал амаранта более предпочтителен в качестве наполнителя при изготовлении колбасных изделий, которые подвергаются заморозке и последующей разморозке.

Внедрение этой культуры в производство сдерживается недостатком качественного семенного материала. К тому же сведений о физических и биологических свойствах зерна амаранта, условиях и режимах их проращивания в отечественной литературе крайне недостаточно. Несмотря на большое количество работ по проблемам исследования и использования амаранта ряд вопросов требует дополнительного изучения. Так, в работах отечественных исследователей особое значение амаранта, прежде всего, определяется его кормовыми достоинствами и не уделяется должного внимания исследованиям по использованию зерна амаранта в качестве сырья для повышения питательной ценности пищевых продуктов, проблемам комплексной переработки зерна амаранта и разработке промышленных технологий. Есть примеры использования амаранта в России в качестве кормового растения. Сведения по использованию амаранта в производстве пищевых продуктов в России ограничиваются, в основном, исследованиями по применению амарантовой муки в хлебопекарном производстве. Поэтому изучение физических и биологических свойств семян амаранта представляет практический интерес.

Изучение биохимического состава, физических и технологических свойств зерна амаранта и его зернопродуктов, современных физических способов, позволяющих получать из различных анатомических частей продукты с улучшенными органолептическими показателями с измененными физическими свойствами и химическим составом, выявили предпосылки их применения для повышения потребительских свойств и пищевой ценности хлебобулочных, мучных кондитерских, мясных и других изделий [3, 4, 5].

Это создает условия для расширения и совершенствования ассортимента различных продуктов питания общего и специального назначения.

Изучение физических, химических свойств, соотношений анатомических частей и кинетики влагопоглощения зерна амаранта разных размеров позволило разработать процесс его сито-воздушной очистки от примесей и гидротермической обработки при подготовке к помолу [6].

Весьма своеобразное анатомическое строение зерновки амаранта (зародыш кольцеобразно охватывает эндосперм), позволило смоделировать построение технологического процесса разделения зерновки на анатомические части, основанного на предварительном сжатии зерновки с целью разрыва оболочек и нарушения связи между зародышем и эндоспермом. Способ предусматривает очистку, увлажнение, отволаживание семян. После чего осуществляют последовательный пропуск семян между гладкими вальцами (1 система, 2 система, 3 система, рисунок 1) для обеспечения плющения ядра, разрыва оболочек семян и зародыша.

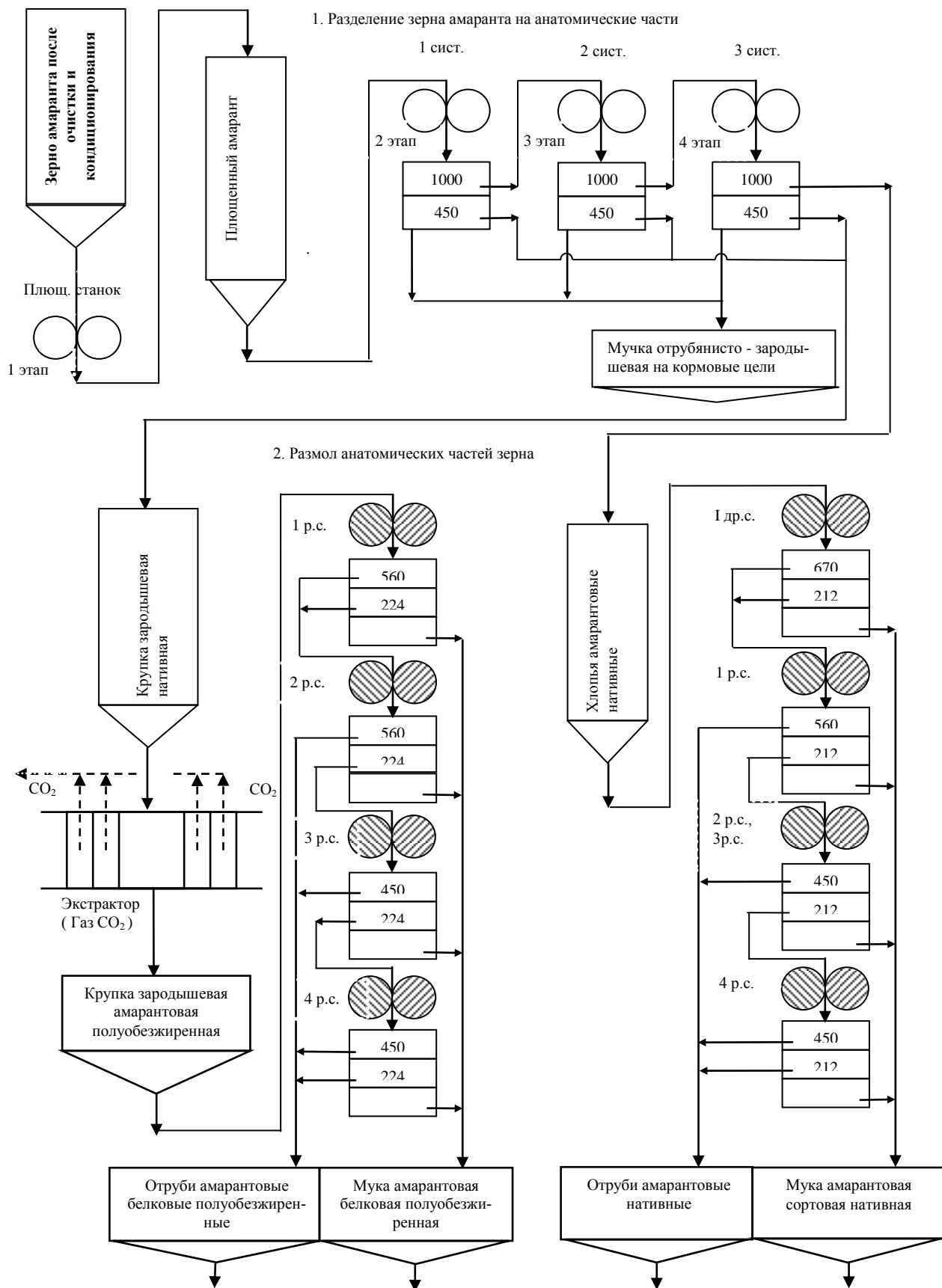


Рис. 1. Технологическая схема разделения зерна амаранта на анатомические части и получения нативных продуктов из них

Плющение позволяет мягко воздействовать на зерновку небольшими усилиями рабочих органов при первом пропуске и подготовить ее тем самым для разделения на анатомические части при следующих воздействиях. Так, при сжатии семян и малых деформациях сжатия и сдвига при первом пропуске между гладкими вальцами происходит разрыв оболочек и зародыша, частичное выкрашивание зародыша и разрушение связей по двум границам разделения: между зародышем и ядром и зародышем - оболочками. Ядро при этом теряет округлую форму и подплющивается с сохранением целостности массы и внутренней структуры. Комбинированные силовые воздействия второго этапа обработки, осуществляемые на шероховатых валках вращающихся с различными скоростями, позволяют отделить друг от друга оболочки, зародыш и эндосперм, так как разрываются связи между этими анатомическими частями, расплющить эндосперм в хлопья. Одновременно происходит дальнейшее разрушение зародыша и размол его в крупку, которую при сортировании выводят в виде самостоятельного готового продукта. Попутно выделяют мучку зародышевую и мучку отрубянистую. Таким образом, выделяется зародыш в виде нового продукта - крупки зародышевой непосредственно в основном процессе без вспомогательного оборудования; получается еще ряд новых готовых продуктов - хлопья из ядра (эндосперма), два вида мучки и мука из хлопьев, т.е. расширен ассортимент готовой продукции [7].

На основании комплексного исследования зерна амаранта и анатомических частей разработана технология его разделения на эти части и получения из них нативных продуктов, отличающихся биохимическим составом и пищевой ценностью: хлопьев из эндосперма, зародышевой крупки, муки из эндосперма и зародыша. Чистота крупки зародышевой 80-95 %, характеризуется содержанием зародышевой части зерна. Чистота хлопьев 90-95 %, характеризуется содержанием эндосперма [8,9].

Таким образом в результате реализации способа решена задача глубокой переработки зерна амаранта на основе эффективного разделения их на анатомические части, таблица 1.

Таблица 1

Сведения о пищевой и энергетической ценности продуктов размола зерна амаранта

Наименование продукта	Белки	Жиры	Крахмал	Клетчатка	Зола	Минеральные вещества						Витамины			Энергетическая ценность	
						Na	K	Ca	Mg	P	Fe	B1	B2	B5/E		
						грамм в 100 г продукта						миллиграмм в 100 г продукта				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Амарант плющенный нативный	17,3	7,8	53,4	6,4	2,6	92	487	275	176	540	57	5,42	2,85	2,4/13,5	378
2	Хлопья амарантовые нативные	6,6	1,9	70,4	2,6	1,2	74	216	131	106	364	36	3,54	1,45	1,9/2,8	335
3	Крупка зародышевая амарантовая нативная	36,3	17,8	11,8	7,1	5,7	117	769	482	279	879	84	8,67	5,75	3,0/32,4	381
4	Мука амарантовая обдирная нативная	16,7	5,6	54,5	3,5	2,4	86	376	244	151	480	48	5,73	3,10	1,2/13,1	349

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	Мука амарантовая сортовая нативная	6,8	1,8	76,7	2,5	0,8	67	146	85	74	290	22	3,41	1,47	2,1/1,02	360
6	Мука амарантовая белковая нативная	38,6	20,1	11,4	4,2	4,5	93	731	462	250	849	72	8,38	6,05	3,2/36,1	398
7	Отруби амарантовые белковые нативные	23,3	8,6	8,5	18,1	7,8	214	920	561	395	997	131	9,83	4,53	2,5/18,7	277
8	Отруби амарантовые нативные	5,8	2,3	6,7	19,4	5,1	121	612	393	284	780	115	4,25	1,42	1,0/15,6	148
9	Крупка зародышевая амарантовая полу- обезжиренная	38,8	10,8	12,6	7,0	5,2	113	765	477	274	870	84	8,54	5,70	3,0/5,82	330
10	Мука амарантовая белковая полуобез- жиренная	41,4	12,2	13,5	3,4	4,3	95	738	462	253	848	76	8,34	5,91	3,2/6,46	343
11	Отруби амарантовые белковые полуобез- жиренные	21,7	5,3	7,8	20,3	7,1	212	918	559	393	990	130	9,67	4,50	2,5/2,20	247

Для разработки предложений об использовании продуктов амаранта осуществлена их апробация в различных производствах [10,11,12].



Рис. 2. Амарантовое масло

Из крупки зародышевой амарантовой нативной на основе CO₂ - экстракции извлекают масло рисунок 2. В результате, чего сокращено на 60 % количество используемого для экстракции газа CO₂ при этом повышается в 2 раза концентрация сквалена в масле.

После экстракции шрот крупки зародышевой размалывают на традиционном оборудовании, и получают муку белковую полуобезжиренную, которая по своим свойствам может использоваться при производстве мясных продуктов. Физико-химические и функционально-технологические свойства разных видов муки из зерна амаранта приведены в таблице 2

Таблица 2

Физико-химические и функционально-технологические исследования

№ об.	Наименование образца	Массовая доля, %				рН	ВУС, H ₂ O/г	ЖУС, масла/г
		Белка	Жиры	Углеводов	Золы			
1.	Мука амарантовая белковая полуобезжиренная	41,0	12,4	13,6	4,6	6,62	3,1	2,8
2.	Мука амарантовая сортовая (Крахмалистая)	7,0	1,9	76,8	0,8	6,83	3,8	1,3
3.	Мука цельносмолотая амарантовая	17,3	7,8	53,4	2,6	6,63	2,6	2,1
	Мука соевая	46,5	18,7	11,8	5,4	7,2	3,5	2,0

Из представленных образцов по химическому составу и функционально-технологическим свойствам образец №1 близок к муке соевой. Так содержание белка и жирудерживающая способность (ЖУС) в нем почти в 2 раза выше, чем в образце № 3.

По водоудерживающей способности (ВУС) все три образца близки и имеют ее на уровне водоудерживающей способности соевой муки.

Кроме того, белково-углеводные продукты (БУП) обладают способностью стабилизировать эмульсии. Модельные эмульсии изготавливали на основе суспензий БУП в дистиллированной воде (2,5%-м растворе хлорида натрия), растительного масла в соотношении 1:5:5. БУП образовывали устойчивые эмульсии, отделения жидкой фазы после термообработки и центрифугирования не происходило.

Мука амарантовая белковая полуобезжиренная содержит глутаминовую кислоту и аргинин, кроме того она богата лизином, треонином, изолейцином. Высокое содержание незаменимых аминокислот — 34,5% обусловлено преимущественно лизином 4,3-6,5%, изолейцином 3,3-3,8% и суммой тирозина с фенилаланином 6,3-8,1%. Еще мука амарантовая белковая полуобезжиренная содержит сквален, обладающий антиоксидантным действием, предотвращает полимеризацию и окисление жира

Из различий аминокислотного состава растительных белков зерновых культур и амаранта, содержащего в большом количестве лизин, треонин, валин вытекает возможность повышения их биологической ценности в результате смешивания и совместного потребления белков, дополняющих друг друга по аминокислотному составу.

Для улучшения показателей качества хлеба целесообразно использовать сортовую амарантовую муку в количестве 7 % от массы муки, муку амарантовую сортовую получают путем размола полученных из эндосперма хлопьев. Пористость мякиша в хлебе при добавлении сортовой амарантовой муки улучшилась – она стала более тонкостенной, мелкой и равномерной. На ощупь мякиш хлеба из смеси по сравнению с контролем был более нежным и воздушным, с хорошей упругостью.

Мука амарантовая сортовая нативная содержит фермент α -амилазу. При замесе, брожении и расстойки теста (30°C) продуцирует низкомолекулярные декстрины из крахмала – субстрат для β -амилазы. Увеличивает объем хлеба, улучшает окраску его верхней корки и аромат, пористость и цвет мякиша.

Мука амарантовая сортовая нативная содержит фермент липазу, расщепляющую липиды муки до моно-, диглициридов и свободных жирных кислот. Моноглицириды, взаимодействуя с крахмалом, замедляют кристаллизацию амилопектина и следовательно черствение хлеба.

Важным показателем фракционного состава белков амаранта является отсутствие спирторастворимой фракции (проламинов), образующих при замесе теста клейковину - глютен. Это обстоятельство имеет важное значение в технологии производства мучных кондитерских изделий, где требуется использование муки с низким содержанием слабой клейковины.

Использование белковых добавок из зерна амаранта придает изделиям

диетические свойства и повышает их питательную ценность за счет значительного содержания безглюдиновых белков в амарантовом сырье.

Известно, что у ряда людей существует генетическая патология потребления растительных продуктов, содержащих глютен, вызывающая глютеновую болезнь (целиакию). Эта проблема является одной из актуальных проблем гастроэнтерологии.

Наиболее эффективным и экономически оправданным приемом конструирования продуктов с заданным биохимическим составом и соотношением ПНЖК, является разделение зерна амаранта на анатомические части.

В ряде зарубежных стран используются различные методы влаготепловой и тепловой обработки зерна амаранта для создания новых продуктов питания, повышения их питательной ценности и усвояемости.

Экструзионная обработка зерна амаранта и смесей амарантовой муки с пшеничной, соевой, рисовой позволяет получать продукты не требующие дополнительной кулинарной обработки, рисунок 3. При нагревании зерна амаранта трескаются и по вкусу напоминают орехи или воздушную кукурузу. Треснувшие зерна, легкие и хрустящие, могут употребляться в пищу в виде легкой закуски в сыром виде с медом и молоком, как гарнир к мясу или овощам, или, смешанные с медом, как сладости.



Рисунок 3. Попкорн из зерна амаранта

Зерновой амарант очень популярен в странах Латинской Америки, Индии, Пакистане, Непале, Китае, Африке, в высокогорных районах Азии.

В настоящее время в Мексике зерно амаранта используются в широком ассортименте пищевых продуктов. Широту и разнообразие всех применений амаранта можно видеть в обилии продуктов с добавлением амаранта: рулеты, хлебцы, булочки, крекеры, всевозможные сладости, каши, оладьи, пудинги при составлении смесей с мукой других злаковых растений, рисунки 4,5,6.



Рис. 4. Печенье и козинаки из экструдированного зерна



Рис 5. Готовые хлопья из амаранта и мучные смеси для кексов и оладий



Рис. 6. Амарантовая мука для выпечки или для приготовления напитков

Таким образом, зерновой амарант используют во многих странах мира для приготовления широкого ассортимента продуктов питания.

Учитывая пищевую ценность и сбалансированный аминокислотный состав, перспективным является применение продуктов переработки зерна амаранта не только в качестве добавки к традиционным видам продуктов питания, но и для использования их лечебно-профилактических целях.

Литература

1. Kelly GS; Squalene and its potential clinical use. *Altern Med Rev* 1999, 4(1):2936.
2. Yamaguchi T, Nakagawa M, Hidaka K, Yoshida T, Akiyama S, Kuwano M: Potentiation by squalene of antitumor effect of 3-[(4-amino-2-methyl-5-pyrimidinyl) methyl]-1-(2-chloroethyl)-nitrosourea in a murine tumor system. *Jpn J Cancer Res* 1985, 76:1021-1026.
3. Смирнов С.О. Новое в переработке и использовании амаранта / С.О. Смирнов, А.И. Меньшенин, Е.П. Мелешкина, Е.В. Кириллова, А.Е. Медведев // *Хлебопродукты*. 2005. № 9. С. 45-48.
4. Смирнов С.О. Научно – практические основы комплексной переработки зерна амаранта / С.О. Смирнов, С.А. Урубков, А.С. Дронов // *Хранение и переработка зерна*. 2015. № 2 (191). С. 39-43.
5. Дулаев В.Г. Технологические аспекты комплексной переработки семян амаранта / В.Г. Дулаев, А.Е. Медведев, А.И. Меньшенин, С.О. Смирнов // В сборнике: *Технологические аспекты комплексной переработки сельскохозяйственного сырья при производстве экологически безопасных пищевых продуктов общего и специального назначения по направлению "Пищевые технологии будущего. Гипотезы. Теории. Эксперименты"* Труды научно-практической конференции. 2002. С. 175.
6. Смирнов С.О. Технология очистки зерна амаранта перед помолом // *Хлебопродукты*. 2006. № 2. С. 50.
7. Смирнов С.О. Разработка технологии разделения зерна амаранта на анатомические части и получения из них нативных продуктов.: Дисс. ...канд. техн. наук: 05.18.01– М., 2006, -215
8. Пат. РФ 2251455. Способ помола семян амаранта/С.О. Смирнов, В.Г. Дулаев, А.И. Меньшенин// приоритет 25.12.02. – Бюл. –2005. –13.
9. Пат. РФ 2533006. Способ получения продуктов размола семян амаранта и технологическая линия для осуществления способа/ С.О. Смирнов, А.С. Дронов. Заявл. 01.04.2013; опубл. 20.11.2014.
10. Дулаев В.Г. Новая технология и ассортимент продуктов глубокой переработки зерна амаранта / В.Г. Дулаев, А.И. Меньшенин, С.О. Смирнов // *Сборник докладов. III Юбилейная международная выставка-конференция «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации»*. Часть I. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005. С. 29-32.

11. Смирнов С.О. Производство многофункциональных компонентов из зерна амаранта и пищевых продуктов из них /В.Г. Дулаев, А.И. Меньшенин, С.О. Смирнов, Е.П. Мелешкина, М.И. Лындина // В сборнике: Проблемы создания продуктов здорового питания. Наука и технологии: сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции. 2006. С. 236-238.
12. Смирнов С.О. Новая технология и ассортимент продуктов глубокой переработки зерна амаранта / С.О. Смирнов, В.Г. Дулаев, А.И. Меньшенин // В сборнике: Научное обеспечение и тенденции развития производства пищевых добавок в России: Материалы докладов Международной конференции. 2005. С. 66-67.