

УДК 664.8.03

UDC 664.8.03

05.00.00 Технические науки

Technical Sciences

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ ИЗ
ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ПЕРЕРАБОТКИ
ГРУШ**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE
PRODUCTION OF FOOD ADDITIVES FROM
SECONDARY RESOURCES OF PEARS
PROCESSING**

Викторова Елена Павловна
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 9599-4760

Victorova Elena Pavlovna
Doctor of Technical Sciences, professor
RISC SPIN-code: 9599-4760

Федосеева Ольга Валерьевна
РИНЦ SPIN-код: 1654-7387

Fedoseeva Olga Valeryevna
RISC SPIN-code: 1654-7387

Купин Григорий Анатольевич
к.т.н., РИНЦ SPIN-код 1946-6756

Kupin Grigoriy Anatolievich
Cand.Tech.Sci
RSCI SPIN-code: 1946-6756

Шахрай Татьяна Анатольевна
к.т.н., доцент, РИНЦ SPIN-код: 8248-0012
sakrai@yandex.ru

Shahray Tatiana Anatolyevna
Cand.Tech.Sci., docent, RISC SPIN-code: 8248-0012,
sakrai@yandex.ru

Алёшин Владимир Николаевич
к.т.н., РИНЦ SPIN-код: 1225-8156

Aleshin Vladimir Nikolaevich
Cand.Tech.Sci., RSCI SPIN-code: 1225-8156

Матвиенко Алина Николаевна
РИНЦ SPIN-код: 4564-8347
*Краснодарский научно-исследовательский
институт хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции - филиал ФГБНУ
«Северо-Кавказский федеральный научный центр
садоводства, виноградарства, виноделия», Россия,
350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д.2
kisp@kubannet.ru*

Matvienko Alina Nikolaevna
RISC SPIN-code: 4564-8347
*Krasnodar Research Institute of Agricultural Products
Storage and Processing – branch of FSBSI "North-
Caucasian Federal scientific center of horticulture,
viticulture, winemaking", Russia,
350072, Krasnodar, st.Topolinaya alleya, 2
kisp@kubannet.ru*

В статье приведены экспериментальные данные, позволяющие обосновать эффективность и целесообразность применения в качестве сырья для производства пищевой добавки вторичных растительных ресурсов, образующихся при протирании груш в процессе производства пюре. Впервые с применением импульсного метода ЯМР установлено, что обработка вторичных ресурсов переработки груш в ЭМП СВЧ оказывает влияние на перераспределение связанной и свободной влаги, а именно, максимальный переход связанной влаги в свободную отмечен при обработке вторичных ресурсов в ЭМП СВЧ с темпом нагрева (повышения температуры) 0,4 °С/с до температуры 60 °С. Установлено, что такая обработка вторичных ресурсов переработки груш позволяет повысить среднюю скорость последующей их ИК-сушки и сократить время ИК-сушки в 2 раза по сравнению с ИК-сушкой контрольного образца (без предварительной обработки в ЭМП СВЧ). Предварительная обработка вторичных ресурсов переработки груш в ЭМП СВЧ при выявленных режимах позволяет при их последующей ИК-сушке снизить потери витамина С – на 23,9 % и Р-

The article provides experimental data, which help to substantiate the effectiveness and feasibility of application of plant resources, produced by the rubbing of the pears in the production process of puree as raw material for the production of secondary food additive. For the first time, with the use of pulsed NMR it is established that processing of secondary resources of pears processing in UHF EMF influence on the redistribution of bound and free moisture, i.e., the maximum transition was for linked moisture to free moisture, noted in the processing of secondary resources in UHF EMF with the rate of heating (increase in temperature) 0,4 °C/s to a temperature of 60 °C. It is established that such processing of secondary resources of processing of pears allows to increase the average speed of the subsequent IR-drying and reduce the time IR drying in 2 times in comparison with IR-drying of control sample (without pretreatment in UHF EMF). Pre-treatment of secondary resources of processing of pears to UHF EMF for the identified modes allows for their subsequent IR-drying to reduce the loss of vitamin C, 23.9% and P-active substances – by 20.6% compared with the control sample. We have developed

активных веществ – на 20,6 % по сравнению с контрольным образцом. Разработаны технологические режимы производства пищевой добавки из вторичных ресурсов переработки груш, обеспечивающие максимальное сохранение в ее составе термолабильных биологически активных веществ – витамина С и Р-активных веществ. На основании проведенных исследований разработан комплект технической документации, включающий ТУ 10.39.25-423-040801346-2016 «Пищевая добавка. Порошок грушевый» и технологическую инструкцию по производству пищевой добавки

Ключевые слова: ВТОРИЧНЫЕ РЕСУРСЫ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУШ, МАКРО- И МИКРОНУТРИЕНТЫ, ИМПУЛЬСНЫЙ МЕТОД ЯМР, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ, ИК-СУШКА, ПИЩЕВАЯ ДОБАВКА, ТЕХНОЛОГИЯ

technological modes of production of food additives from secondary resources of processing of pears, providing maximum preservation in its composition of thermolabile biologically active substances – vitamin C and P-active substances. On the basis of these studies, there was developed a set of technical documentation, including TU 10.39.25-423-040801346-2016 "Food additive. Pear Powder" and a technological instruction for the production of food additives

Keywords: SECONDARY RESOURCES OF PROCESSING PEARS, MACRO - AND MICRONUTRIENTS, PULSED NMR METHOD, ELECTROMAGNETIC FIELD OF ULTRAHIGH FREQUENCIES, infrared DRYING, FOOD ADDITIVE, TECHNOLOGY

Doi: 10.21515/1990-4665-131-060

Наиболее эффективным способом нормализации пищевого статуса и профилактики алиментарнозависимых заболеваний является включение в рацион питания продуктов функционального назначения, обогащенных добавками, содержащими комплекс пищевых и биологически активных веществ [1].

В последнее время большое внимание уделяется применению вторичных растительных ресурсов, богатых функциональными макро- и микронутриентами, для производства пищевых и биологически активных добавок корректирующей направленности [2-5].

Особое внимание из вторичных растительных ресурсов, с точки зрения состава функциональных макро- и микронутриентов, заслуживают вторичные растительные ресурсы, образующиеся в процессе протирания груш при производстве пюре, объемы которых значительны.

Однако, указанные вторичные растительные ресурсы содержат в своем составе до 80 % влаги, что требует их обязательной сушки. К сожалению, существующие технологические режимы сушки не позволяют

в максимальной степени сохранить в процессе сушки термолабильные микронутриенты, содержащиеся в исходном сырье.

Ранее в наших работах было показано, что эффективным методом электрофизического воздействия на вторичные растительные ресурсы с целью интенсификации технологического процесса сушки, обеспечивающего высокое качество и безопасность готового продукта, является воздействие электромагнитных полей сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ) [2-5].

В связи с этим, целью исследования является выявление влияния ЭМП СВЧ на эффективность подготовки вторичных ресурсов переработки груш к процессу сушки и разработка технологии производства комплексной конкурентоспособной пищевой добавки.

В таблице 1 приведены усредненные данные, характеризующие общий химический состав исследуемых вторичных ресурсов.

Таблица 1 – Общий химический состав вторичных ресурсов переработки груш

Наименование показателя	Значение показателя	
	во вторичных ресурсах	в пересчете на а.с.в.
Массовая доля сухих веществ, %	22,30	-
Массовая доля углеводов, %	20,83	93,45
Массовая доля липидов, %	0,10	0,45
Массовая доля белков, %	0,22	0,99
Массовая доля органических кислот, % в пересчете на яблочную кислоту	0,15	0,67
Массовая доля золы (минеральных веществ), %	1,0	4,44

Из данных, приведенных в таблице 1, видно, что состав исследуемых вторичных ресурсов переработки груш представлен в основном углеводами и, в меньшей степени, белками, липидами, органическими кислотами и минеральными веществами.

Учитывая, что во вторичных ресурсах переработки груш в значительном количестве содержатся углеводы, изучали их состав.

Усредненные данные, характеризующие состав углеводов, содержащихся в исследуемых вторичных ресурсах, приведены в таблице 2.

Анализ приведенных в таблице 2 данных показывает, что состав углеводов исследуемых вторичных ресурсов представлен в основном моно- и дисахаридами, а также пищевыми волокнами, в том числе пектином, протопектином, целлюлозой и гемицеллюлозами, обладающими ярко выраженными антитоксическими свойствами.

Таблица 2 – Состав углеводов, содержащихся во вторичных ресурсах переработки груш

Наименование показателя	Значение показателя	
	во вторичных ресурсах	в пересчете на а.с.в.
Массовая доля моно- и дисахаридов, %	11,62	52,11
в том числе:		
моносахаридов	8,17	36,64
дисахаридов	3,45	15,47
Массовая доля пищевых волокон, %	8,79	39,43
в том числе:		
пектина	0,22	0,99
протопектина	1,91	8,57
целлюлозы	3,88	17,40
гемицеллюлоз	2,78	12,47
Массовая доля крахмала, %	0,43	1,93

Усредненные данные, характеризующие состав микронутриентов, содержащихся во вторичных ресурсах переработки груш, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Состав и содержание микронутриентов во вторичных ресурсах переработки груш

Наименование показателя	Значение показателя	
	во вторичных ресурсах	в пересчете на а.с.в.
Массовая доля витамина С, мг/100г	1,32	5,92
Массовая доля витамина РР, мг/100г	0,15	0,67
Массовая доля Р-активных веществ, мг/100 г	73,92	331,48
Массовая доля макроэлементов, мг/100г:		
калий	157,1	704,5
кальций	28,3	126,9
магний	17,6	78,9
фосфор	26,0	116,6
Массовая доля микроэлементов, мг/кг:		
железо	2,0	9,0
медь	0,3	1,4
цинк	1,0	4,5
марганец	0,9	4,0

Из данных таблицы 3 видно, что вторичные ресурсы переработки груш являются источниками таких микронутриентов, как витамины С и РР, Р-активные вещества, а также источниками макроэлементов - калия, кальция, магния, фосфора и микроэлементов - железа, меди, цинка и марганца.

Следует отметить, что витамин С и Р-активные вещества являются термолабильными микронутриентами и обеспечение их минимальных потерь в процессе сушки является обязательным условием получения высококачественной пищевой добавки.

Известно, что наиболее мягкие температурные режимы сушки растительного сырья (50-60 °С) можно достичь при осуществлении процесса его сушки в ИК-сушилках [6,7]. Однако, продолжительность процесса ИК-сушки составляет 4 часа и более, что приводит, с одной стороны, к увеличению потерь термолабильных биологически активных веществ, содержащихся в сырье, а, с другой стороны, к увеличению энергозатрат и снижению производительности.

Ранее нами было показано [2,3], что влага, содержащаяся во

вторичных растительных ресурсах, находится в нескольких состояниях, а именно, в прочносвязанном, связанном и свободном, при этом ЯМР-релаксационные характеристики протонов воды в указанных объектах коррелируют с содержанием влаги .

С целью выявления форм связи влаги во вторичных ресурсах переработки груш применяли импульсный метод ЯМР, позволяющий определить содержание указанных форм влаги на основании исследования ЯМР характеристик – времен спин-спиновой релаксации и амплитуд ЯМР сигналов протонов воды.

В таблице 4 приведены ЯМР-релаксационные характеристики протонов воды, содержащейся во вторичных ресурсах переработки груш.

Таблица 4 - ЯМР-релаксационные характеристики протонов воды, содержащейся во вторичных ресурсах переработки груш

Наименование показателя	Значение показателя
Время спин-спиновой релаксации (T_{2i}), мс:	
первая компонента	227,0
вторая компонента	55,5
третья компонента	7,0
Амплитуда сигналов ЯМР протонов (A_i), %:	
первой компоненты	66,7
второй компоненты	29,9
третьей компоненты	3,4

Установлено, что протоны воды, содержащейся во вторичных ресурсах, представлены тремя компонентами с различными временами спин-спиновой релаксации (T_{2i}), а именно, первая компонента протонов воды с временем спин-спиновой релаксации 227 мс характеризует молекулы воды, находящиеся в свободном состоянии, вторая компонента с временем спин-спиновой релаксации 55,5 мс - молекулы воды, находящиеся в связанном состоянии, а третья компонента с временем спин-спиновой релаксации 7,0 мс – молекулы воды, находящиеся в прочносвязанном состоянии.

Учитывая, что амплитуда сигналов ЯМР протонов воды является количественной характеристикой системы, можно сделать следующий вывод: во вторичных ресурсах переработки груш содержание свободной влаги составляет 66,7 %, связанной – 29,9 %, а прочносвязанной- 3,4 % от общего содержания влаги.

Учитывая, что во вторичных ресурсах переработки груш содержится более 33,3 % воды (влаги), находящейся в связанном (29,9%) и прочносвязанном состоянии (3,4 %), для сокращения продолжительности процесса сушки их предварительно обрабатывали в ЭМП СВЧ с различным темпом повышения температуры (темп нагрева) от 0,2 °С/с до 0,8 °С/с до достижения температуры 60 °С.

Для сравнения указанные вторичные ресурсы нагревали в сушильном шкафу до температуры 60 °С и определяли содержание связанной и свободной влаги с применением импульсного метода ЯМР (контрольный образец).

Данные, характеризующие влияние параметров ЭМП СВЧ на значения амплитуд сигналов ЯМР протонов воды, содержащейся в исследуемых образцах, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Влияние параметров ЭМП СВЧ на значения амплитуд сигналов ЯМР протонов воды, содержащейся во вторичных ресурсах переработки груш

Наименование образца вторичных ресурсов переработки груш	Значение амплитуды сигналов ЯМР протонов воды, % для компонент		
	первой (A ₁) (свободная влага)	второй (A ₂) (связанная влага)	третьей (A ₃) (прочносвязанная влага)
Контрольный (без обработки)	66,7	29,9	3,4
Обработанный в ЭМП СВЧ с темпом нагрева, °С/с:			
0,2	73,2	23,4	3,4
0,4	79,2	17,4	3,4
0,6	79,2	17,4	3,4
0,8	79,2	17,4	3,4

Из данных таблицы 5 видно, что в контрольном образце (без предварительной обработки) в ЭМП СВЧ перераспределение содержащейся в исследуемых образцах связанной и свободной влаги отсутствовало. Установлено, что максимальный переход связанной влаги в свободную (12,5 %) наблюдается при обработке вторичных ресурсов в ЭМП СВЧ с темпом нагрева, равном $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$, до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом дальнейшее повышение темпа нагрева не приводит к еще большему эффекту. Учитывая это обработку вторичных ресурсов в ЭМП СВЧ проводили при темпе нагрева, равном $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$.

На следующем этапе исследования определяли эффективность предварительной обработки вторичных ресурсов в ЭМП СВЧ перед ИК-сушкой на среднюю скорость их сушки (рисунок 1).

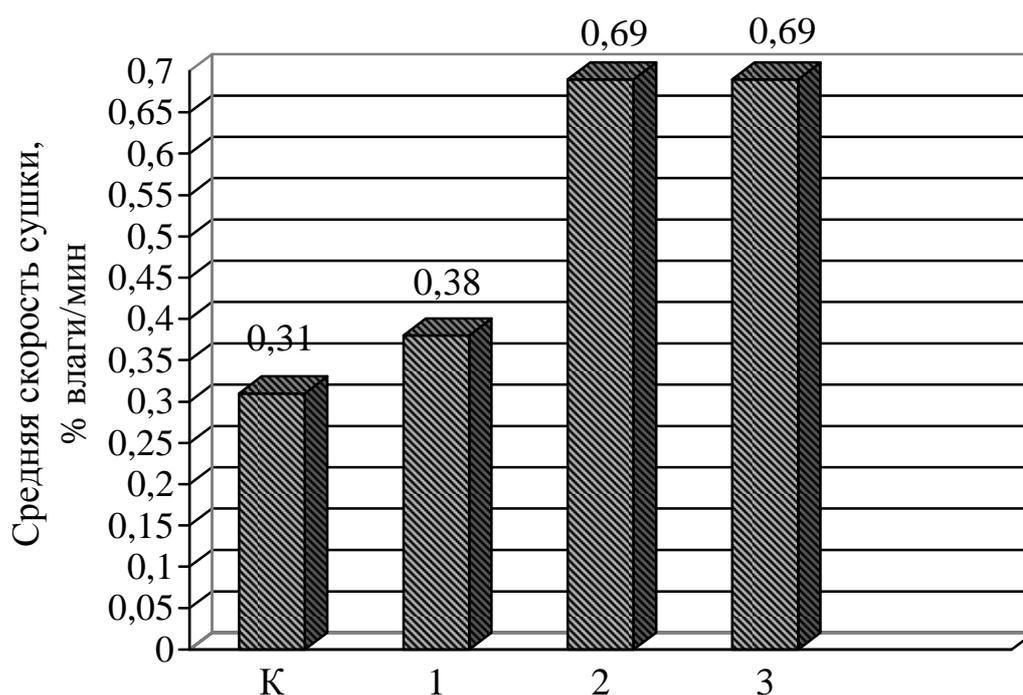


Рисунок 1 – Влияние обработки вторичных ресурсов переработки груш в ЭМП СВЧ на среднюю скорость их ИК-сушки: К – контроль (без обработки); обработанные при темпе нагрева: 1- $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$; 2- $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$; 3- $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$

Установлено, что наиболее высокая средняя скорость сушки исследуемых вторичных ресурсов отмечена при предварительной их обработке в ЭМП СВЧ при темпе нагрева 0,4 °С/с и 0,6 °С/с, что можно объяснить влиянием ЭМП СВЧ указанных параметров на количество связанной влаги, перешедшей в свободную, в результате чего интенсифицируется процесс сушки. Следует отметить, что время сушки контрольного образца составляет 220 минут, а обработанного в ЭМП СВЧ при темпе нагрева 0,4 °С/с – 100 минут, т.е. предварительная обработка позволила сократить время сушки в 2 раза по сравнению с временем сушки контрольного образца (без обработки).

На рисунке 2 приведены в виде диаграммы данные, характеризующие потери термолabileльных микронутриентов (витамина С и Р-активных веществ) в процессе сушки вторичных ресурсов переработки груш по разработанным режимам и потери в контрольном образце (ИК-сушка при температуре 60°С без предварительной обработки а ЭМП СВЧ).

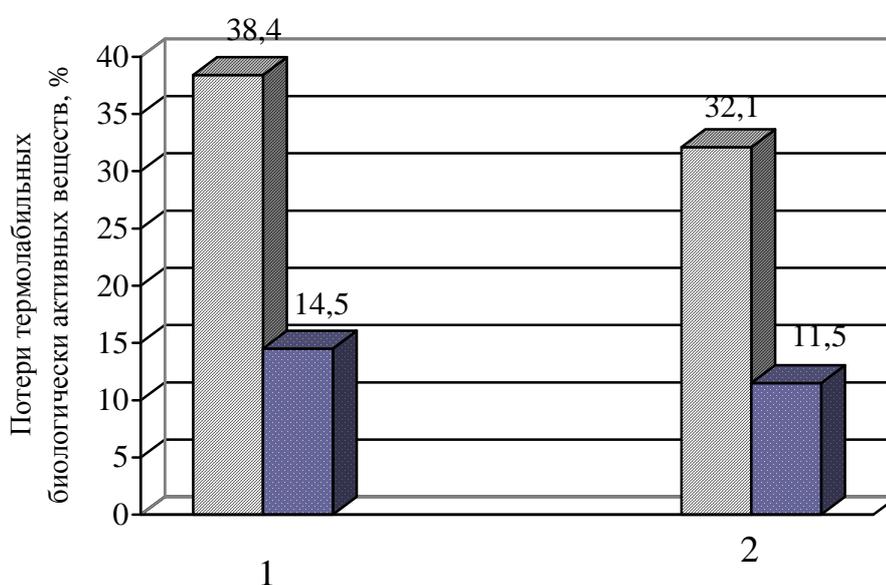


Рисунок 2 – Влияние предварительной обработки вторичных ресурсов переработки груш в ЭМП СВЧ перед ИК-сушкой на величину потерь в процессе сушки: 1 – витамин С; 2 – Р-активные вещества
 - контроль (без обработки);  обработка в ЭМП СВЧ

Установлено, что потери витамина С и Р-активных веществ в процессе ИК-сушки предварительно обработанных в ЭМП СВЧ вторичных ресурсов значительно ниже по сравнению с потерями указанных биологически активных веществ в процессе сушки контрольного образца.

На основании проведенных исследований разработаны технологические режимы производства пищевой добавки из вторичных ресурсов переработки груш (таблица 6).

Таблица 6 – Технологические режимы производства пищевой добавки «Порошок грушевый»

№ п/п	Наименование технологической стадии и технологического режима	Значение технологического режима
1	Подготовка вторичных ресурсов переработки груш к сушке путем обработки в ЭМП СВЧ: - удельная мощность, Вт/дм ³ - время обработки, с - темп нагрева до температуры 60 °С, °С/с	180 90 0,4
2	Сушка обработанных вторичных ресурсов в ИК - сушилке до влажности не более 8 %: - температура, °С - время сушки, мин.	60 100
3	Охлаждение высушенного продукта: - температура, °С	22 ± 2 °С
4	Измельчение высушенного продукта: - размер частиц, мм, не более - температура, °С	0,2 22 ± 2 °С
5	Фракционирование и удаление ферромагнитных примесей: - температура, °С - размер частиц, мм, не более	22 ± 2 °С 0,2
6	Фасование и герметичное упаковывание: - масса нетто, кг	5; 10; 15; 20; 25

На основании проведенных исследований были разработаны технические условия ТУ 10.39.25-423-04801346-2016 «Пищевая добавка. Порошок грушевый» и технологическая инструкция по производству пищевой добавки.

Литература

1. Корнен Н.Н., Викторова Е.П., Евдокимова О.В. Методологические подходы к созданию продуктов здорового питания // Вопросы питания. 2015. Том 84, № 1. С.95 – 99.
2. Пат. 2562517 Российская Федерация. МПК А23L1/30, А23L 1/025, А23L 1/212. Биологически активная добавка к пище / В.В. Лисовой, Н.Н. Корнен и др.- № 2014120106; заявл. 19.05.2014; опубл. 10.09.2015.- Бюл. № 25.
3. Пат. 2554991 Российская Федерация. МПК А23L 1/30, А23L 1/212, А23L 1/025 Биологически активная добавка к пище / В.В.Лисовой, Н.Н. Корнен и др. - №2014120105/13; заявл. 19.05.2014; опубл. 10.07.2015.- Бюл. № 25.
4. Разработка технологии производства пищевой добавки из вторичных ресурсов переработки яблок / Н.Н. Корнен [и др.] // Пищевая промышленность. – 2015. – № 11. – С.36-38.
5. Инновационная технология производства пищевой добавки из вторичных ресурсов переработки тыквы / Г.А. Купин [и др.]// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №07(121). – С. 929-940.
6. Демидов А. С., Вороненко Б. А., Демидов С. Ф. Сушка семян подсолнечника инфракрасным излучением // Новые технологии.- 2011.- №3.- С.25-30.
7. Алтухов И. В. Инфракрасная сушка сахаросодержащих корнеплодов для питания больных сахарным диабетом // Достижения науки и техники АПК. - 2013. - Выпуск № 12. - С.66-68.

References

1. Kornen N.N., Viktorova E.P., Evdokimova O.V. Metodologicheskie podhody k sozdaniyu produktov zdorovogo pitaniya // Voprosy pitaniya. 2015. Tom 84, № 1. S.95 – 99.
2. Pat. 2562517 Rossijskaya Federaciya. MPK A23L1/30, A23L 1/025, A23L 1/212. Biologicheski aktivnaya dobavka k pishche / V.V. Lisovoj, N.N. Kornen i dr.- № 2014120106; yayavl. 19.05.2014; opubl. 10.09.2015.- Byul. № 25.
3. Pat. 2554991 Rossijskaya Federaciya. MPK A23L 1/30, A23L 1/212, A23L 1/025 Biologicheski aktivnaya dobavka k pishche / V.V.Lisovoj, N.N. Kornen i dr. - №2014120105/13; yayavl. 19.05.2014; opubl. 10.07.2015.- Byul. № 25.
4. Razrabotka tekhnologii proizvodstva pishchevoj dobavki iz vtorichnyh resursov pererabotki yablok / N.N. Kornen [i dr.] // Pishchevaya promyshlennost'. – 2015. – № 11. – P.36-38.
5. Innovacionnaya tekhnologiya proizvodstva pishchevoj dobavki iz vtorichnyh resursov pererabotki tykvy / G.A. Kupin [i dr.]// Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU). – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №07(121). – P. 929-940.
6. Demidov A. S., Voronenko B. A., Demidov S. F. Sushka semyan podsolnechnika infrakrasnym izlucheniem // Novye tekhnologii.- 2011.- №3.- P.25-30.
7. Altuhov I. V. Infrakrasnaya sushka saharosoderzhashchih korneplodov dlya pitaniya bol'nyh saharным диабетом // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - 2013. -Vypusk № 12. - P.66-68.