

УДК 664.8.03

UDC 664.8.03

05.00.00 Технические науки

Technical Sciences

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ ИЗ
ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ПЕРЕРАБОТКИ
ТЫКВЫ**

**INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR THE
PRODUCTION OF FOOD ADDITIVES FROM
PUMPKIN PROCESSING SECONDARY
RESOURCES**

Купин Григорий Анатольевич
к.т.н., РИНЦ SPIN-код 1946-6756,
kisp@kubannet.ru

Kupin Grigoriy Anatolievich
Cand.Tech.Sci
RSCI SPIN-code: 1946-6756, kisp@kubannet.ru

Корнен Николай Николаевич
к.т.н., РИНЦ SPIN-код: 4937-0163

Kornen Nikolai Nikolaevich
Cand.Tech.Sci. RISC SPIN-code: 4937-0163

Матвиенко Алина Николаевна
РИНЦ SPIN-код: 4564-8347

Matvienko Alina Nikolaevna
RSCI SPIN-code: 4564-8347

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

Shahray Tatiana Anatolyevna
Cand.Tech.Sci., associate professor, RSCI SPIN-code:
8248-0012

Першакова Татьяна Викторовна
д.т.н., доцент, РИНЦ SPIN-код: 4342-6560
ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д.2 kisp@kubannet.ru

Pershakova Tatiana Viktorovna
Dr.Sci.Tech., associate professor,
RSCI SPIN-code 4342-6560
FSBSI Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing, Russia, 350072, Krasnodar, Topolinaya alleya, 2 kisp@kubannet.ru

В статье приведены данные, характеризующие состав макро- и микронутриентов вторичных ресурсов переработке тыквы – выжимок тыквы. Установлено, что выжимки тыквы являются ценным сырьем для производства пищевой добавки, так как в их составе содержатся белки, пищевые волокна, в том числе пектин и протопектин, минеральные вещества, а также такие биологически активные вещества, как витамин С, β-каротин и Р-активные вещества. С применением метода ядерно-магнитной релаксации (ЯМР), показано, что предварительная обработка выжимок тыквы в электромагнитном поле сверхвысоких частот ЭМП СВЧ определенных параметров перед ИК-сушкой позволяет перевести часть связанной влаги, содержащейся в выжимках, в свободную влагу, что позволяет интенсифицировать последующий процесс ИК-сушки. Разработана инновационная технология производства пищевой добавки из выжимок тыквы, защищенная патентом РФ на изобретение и имеющая «ноу-хау». Приведены данные, характеризующие органолептические и физико-химические показатели качества пищевой добавки, выработанной по разработанным технологическим режимам

The article presents data characterizing the composition of macro and micronutrients from secondary resources of pumpkin processing – pumpkin pomace. We have found that extracts of pumpkin are valuable raw materials for the production of food additives, as they contain proteins, dietary fiber, including pectin and protopectin, minerals, as well as such biologically active substances as vitamin C, β-carotene and P-active substances using nuclear magnetic relaxation, it is shown that pretreatment of pomace pumpkin in the microwave electromagnetic field of certain parameters before IR drying allows to transfer part of the bound moisture free moisture, that allows to intensify the subsequent process IR drying. We have developed an innovative technology of production of food supplements from pumpkin extracts, which is protected by Russian patent for the invention and having the “know-how” status. The article presents data describing the organoleptic and physical and chemical indicators of quality nutritional supplements, formulated according to the developed technological regimes

Ключевые слова: ВТОРИЧНЫЕ РЕСУРСЫ, МАКРО- И МИКРОНУТРИЕНТЫ, ВЫЖИМКИ

Keywords: SECONDARY RESOURCES, MACRO - AND MICRONUTRIENTS, EXTRACTS OF

ТЫКВЫ, ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА,
ВИТАМИНЫ, МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА,
ЭМП СВЧ, ИНТЕНСИФИКАЦИЯ, ИК-СУШКА,
ТЕХНОЛОГИЯ, ПИЩЕВАЯ ДОБАВКА,
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

PUMPKIN, DIETARY FIBER, VITAMINS,
MINERALS, UHF EMF, MICROWAVE,
INTENSIFICATION, INFRARED DRYING
TECHNOLOGY, FOOD ADDITIVE, QUALITY
INDICATORS

Doi: 10.21515/1990-4665-121-056

Комплексная переработка сельскохозяйственного сырья, позволяющая в максимальной степени использовать вторичные ресурсы его переработки с целью получения пищевых и биологически активных добавок, является одним из основных направлений реализации «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года».

Учитывая это, актуальны разработки в области создания инновационных технологий производства пищевых и биологически активных добавок из вторичных растительных ресурсов.

Наибольший интерес, с точки зрения состава и содержания ценных макро- и микронутриентов, представляют вторичные ресурсы, образующиеся при переработке фруктов и овощей, в том числе вторичные ресурсы, образующиеся при переработке тыквы.

В таблице 1 приведены усредненные данные, характеризующие состав макро- и микронутриентов выжимок тыквы.

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что в составе выжимок тыквы содержатся углеводы, белки, липиды, органические кислоты и минеральные вещества.

Состав углеводов тыквенных выжимок представлен в основном моносахаридами (глюкозой и фруктозой) и дисахаридом - сахарозой, а также пищевыми волокнами, а, именно, пектином, протопектином, целлюлозой и гемицеллюлозами, обладающими ярковыраженными антиоксидантными, гепатопротекторными и радиопротекторными свойствами.

Следует отметить, что, в отличие от выжимок яблок, соотношение пектина и протопектина в выжимках тыквы значительно выше, а именно,

для выжимок тыквы оно составляет 1,0:1,1, а для выжимок яблок – 1,0:1,7.

Таблица 1 – Состав макро- и микронутриентов выжимок тыквы

Наименование показателя	Значение показателя	
	в выжимках	в пересчете на а.с.в.
Массовая доля углеводов, %, в том числе:	25,03	78,73
фруктозы	2,06	6,50
глюкозы	4,35	13,68
сахарозы	3,19	10,03
пищевых волокон, в том числе:	12,88	40,50
пектина	2,20	6,92
протопектина	2,58	8,13
целлюлозы	2,63	8,29
гемицеллюлоз	5,45	17,16
крахмала	2,49	7,86
Массовая доля белков, %	4,07	12,80
Массовая доля липидов, %	0,08	0,27
Массовая доля органических кислот, % в пересчете на яблочную кислоту	0,50	1,59
Массовая доля минеральных веществ, %	1,89	5,94
Массовая доля витамина С, мг/100г	1,8	5,68
Массовая доля витамина РР, мг/100г	0,21	0,66
Массовая доля Р-активных веществ, мг/100г	97,80	307,55
Массовая доля β-каротина, мг/100г	1,42	4,48

Выжимки тыквы являются источниками таких биологически активных веществ, как витамины С и РР, Р-активные вещества, в том числе витамин Р, а также провитамин А - β-каротин.

Таким образом, на основании проведенных исследований состава макро- и микронутриентов, содержащихся в выжимках тыквы, можно сделать вывод о целесообразности их использования в качестве ценного сырья для производства пищевой добавки.

Однако, учитывая их высокую влажность (68,2 %), возникает необходимость разработки эффективной технологии сушки, обеспечивающей максимальное сохранение в процессе сушки термолабильных биологически активных веществ.

Известна технология производства БАД из выжимок тыквы, включающая сушку выжимок тыквы до влажности 6-7 % с последующим измельчением высушенного продукта в тонкой, вращающейся по спирали пленке, которое осуществляется в механохимическом активаторе специальной конструкции [1]. Однако, известная технология не позволяет в максимальной степени сохранить в процессе сушки термолабильные биологически активные вещества.

Ранее в работе [2] для интенсификации процесса сушки с целью сокращения времени температурного воздействия на высушиваемый материал была показана эффективность применения электромагнитного поля сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ) на стадии подготовки выжимок яблок к ИК-сушке, что позволило перевести часть связанной влаги, содержащейся в выжимках, в свободную, легко испаряющуюся влагу.

Указанная закономерность была установлена с применением метода ядерно-магнитной релаксации, позволяющего определить содержание свободной, связанной и прочносвязанной влаги от общего содержания.

Учитывая это, подготовку выжимок тыквы к сушке осуществляли путем их обработки в ЭМП СВЧ.

На первом этапе определяли эффективные параметры обработки выжимок тыквы в ЭМП СВЧ, позволяющие в максимальной степени связанную влагу, содержащуюся в выжимках, перевести в свободную. Для этого выжимки тыквы обрабатывали в ЭМП СВЧ с темпом нагрева до температуры 60 °С в диапазоне от 0,2 °С/с до 1,0 °С/с. В обработанных образцах измеряли ядерно-магнитные релаксационные характеристики – времена спин-спиновой релаксации протонов воды (T_{2i}) и амплитуды ЯМР сигналов протонов воды (A_i). Для контроля выжимки тыквы нагревали в сушильном шкафу до температуры 60 °С (контрольный образец) и измеряли ядерно-магнитные характеристики.

Установлено, что протоны воды, содержащейся в выжимках, представлены тремя компонентами, первая из которых с временем релаксации (T_{21}) 232 мс характеризует протоны воды, находящейся в свободном состоянии, вторая компонента с временем релаксации (T_{22}) 47,0 мс - протоны воды, находящейся в связанном состоянии, а третья компонента с временем релаксации (T_{23}) - протоны воды в прочносвязанном состоянии.

Известно, что амплитуды ЯМР сигналов протонов воды (A_i) являются количественной характеристикой каждой компоненты, на основании этого можно определить содержание в системе каждой компоненты.

В таблице 2 приведены данные по влиянию обработки выжимок тыквы в ЭМП СВЧ на значения амплитуд ЯМР сигналов протонов воды, содержащейся в выжимках.

Таблица 2 – Влияние ЭМП СВЧ на значения амплитуд ЯМР сигналов протонов воды (A_i), содержащейся в выжимках

Наименование образца тыквенных выжимок	Значение амплитуды ЯМР сигналов протонов воды, %		
	свободной	связанной	прочносвязанной
Контрольный (без обработки)	58,2	36,7	5,1
Обработанный в ЭМП СВЧ с темпом нагрева, $^{\circ}\text{C}/\text{с}$:			
0,2	60,2	34,7	5,1
0,4	63,1	31,8	5,1
0,6	67,2	27,7	5,1
0,8	70,2	24,7	5,1
1,0	70,2	24,7	5,1

Из данных таблицы 2 видно, что максимальный переход связанной воды (влаги) в свободную наблюдается при обработке выжимок в ЭМП СВЧ с темпом нагрева $0,8^{\circ}\text{C}/\text{с}$ и $1,0^{\circ}\text{C}/\text{с}$, а именно, 12 % связанной влаги переходит в свободную.

В контрольном образце без предварительной обработки перераспределение содержащейся в выжимках связанной и свободной влаги отсутствовало.

Учитывая тот факт, что повышение темпа нагрева выжимок более $0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ не приводит к большему эффекту, то их обработку в ЭМП СВЧ с целью экономии электроэнергии проводили при темпе нагрева $0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$.

Таким образом, эффективным режимом предварительной обработки выжимок в ЭМП СВЧ перед сушкой является: темп нагрева $0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ до температуры $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для подтверждения полученных результатов контрольный (без обработки) и обработанные в ЭМП СВЧ при разных режимах выжимки сушили в ИК-сушилке при температуре $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

На рисунке 1 приведены в виде диаграмм данные, характеризующие влияние предварительной обработки выжимок в ЭМП СВЧ на среднюю скорость их сушки.

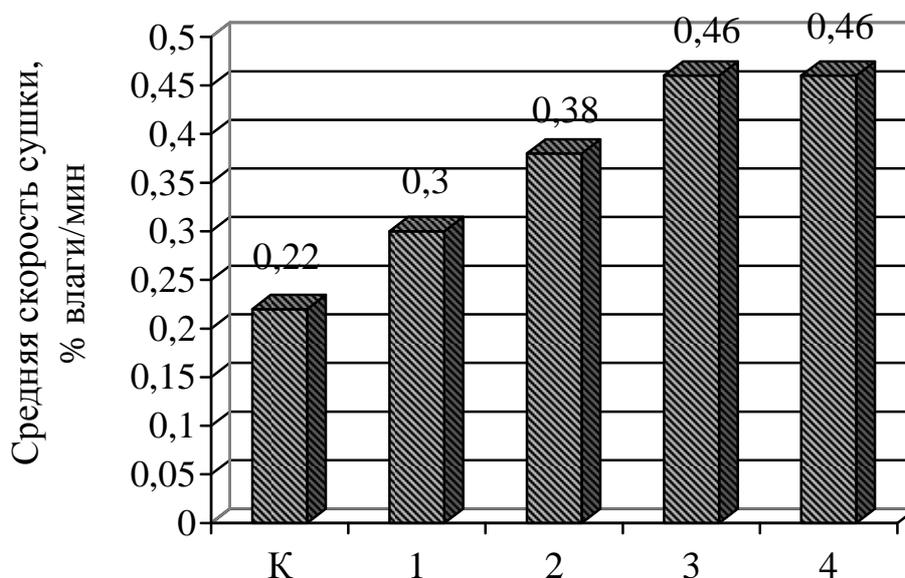


Рисунок 1 – Влияние обработки выжимок тыквы в ЭМП СВЧ на среднюю скорость ИК-сушки: К – контроль (без обработки); обработанные при темпе нагрева: 1- $0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$; 2- $0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$; 3- $0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$;

4- $1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$
<http://>

Из приведенных диаграмм видно, что наиболее высокая средняя скорость сушки выжимок наблюдается при предварительной их обработке в ЭМП СВЧ при темпе нагрева $0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ и $1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$, что можно объяснить влиянием ЭМП СВЧ на количество связанной влаги, перешедшей в свободную, в результате чего интенсифицируется процесс сушки.

Следует отметить, что время сушки контрольного образца составляет 270 минут, а обработанного в ЭМП СВЧ при темпе нагрева $0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ – 130 минут, т.е. предварительная обработка позволила сократить время сушки практически в 2 раза.

Учитывая, что разработка режимов подготовки к сушке и собственно ИК-сушки выжимок должна основываться на максимальном сохранении в высушенном материале термолабильных биологически активных веществ, т.е. обеспечить их минимальные потери в процессе сушки, определяли величину потерь указанных веществ, а именно, витамина С, Р-активных веществ и β -каротина в процессе сушки.

На рисунке 2 приведены данные, характеризующие потери термолабильных биологически активных веществ в процессе сушки выжимок по разработанным режимам и потери в контрольном образце (ИК-сушка при температуре 60°C без предварительной обработки).

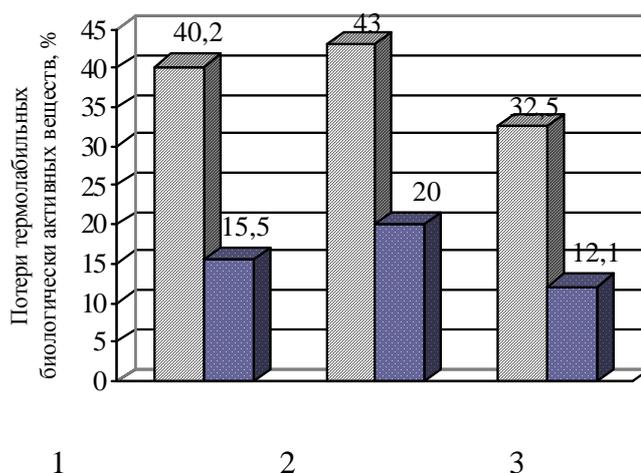


Рисунок 2– Влияние предварительной обработки выжимок в ЭМП СВЧ перед ИК-сушкой на величину потерь в процессе сушки:

1 – витамин С; ; 2 – β-каротин; 3- Р-активные вещества;

- контроль (без обработки); - обработка в ЭМП СВЧ

активных веществ в процессе ИК-сушки предварительно обработанных в ЭМП СВЧ выжимок 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 выжимок тыквы, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технологические режимы производства пищевой добавки из ВЫЖИМОК ТЫКВЫ

№ п/п	Наименование технологической стадии и технологического режима	Значение технологического режима
1	Подготовка выжимок тыквы к сушке путем обработки в ЭМП СВЧ: - удельная мощность, Вт/дм ³ - время обработки, с - темп нагрева до температуры 60 °С, °С/с	450 50 0,8
2	Сушка обработанных выжимок тыквы в ИК-сушилке до влажности не более 8 %: - температура, °С - время сушки, мин.	60 130
3	Просеивание и охлаждение высушенного продукта: - диаметр сита, мм - температура, °С	10 22 ± 2 °С
4	Грубое измельчение: - размер частиц, мм, не более - температура, °С	0,4 22 ± 2 °С
5	Тонкое измельчение, просеивание и магнитная сепарация: - температура, °С - размер частиц, мкм, не более	22 ± 2 °С 100
6	Фасование в тару: - масса нетто, кг	5; 10; 15; 20; 25

Ниже приводим описание технологического процесса производства пищевой добавки из выжимок тыквы: для удаления комков выжимки подают на шротовую дробилку с решеткой 40 х 40 мм, затем подготовленные выжимки транспортером подают в воронку шнекового дозатора, откуда они поступают на предварительную обработку в ЭМП СВЧ. Для перевода связанной влаги, содержащейся в выжимках, в свободное состояние их обрабатывают в ЭМП СВЧ при темпе нагрева, равном 0,8 °С/с, до температуры 60 °С. Затем выжимки подают на сушку. Сушка выжимок проводится в сушилке с инфракрасным нагревом.

Высушенный продукт подают на сито-трясучку с диаметром отверстий 10 мм для отделения больших по диаметру частиц и охлаждения. Грубое измельчение высушенного продукта проводят на ударной мельнице до

размера частиц не более 0,4 мм или на молотковой дробилке. Тонкое измельчение высушенного продукта до порошка производят на дезинтеграторе вертикального типа, обеспечивающем размер частиц не более 0,10 мм (100 мкм).

На основании проведенных исследований разработаны технологическая инструкция по производству пищевой добавки и технические условия ТУ 9164-407-04801346-15 «Пищевая добавка. Порошок тыквенный». Разработанная технология запатентована и имеет «ноу-хау» [3].

Для исследования показателей качества и безопасности в условиях НПФ «Фабрика здоровья» была выработана опытная партия пищевой добавки по разработанным технологическим режимам.

В таблице 4 приведены органолептические и физико-химические показатели качества пищевой добавки.

Таблица 4 – Органолептические и физико-химические показатели качества пищевой добавки «Порошок тыквенный»

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя	Требования ТУ 9164-407-04801346-15
Внешний вид	Тонкоизмельченный сыпучий порошок без посторонних и крупных включений, без признаков комкования	Тонкоизмельченный сыпучий порошок без посторонних и крупных включений, без признаков комкования
Цвет	Желтый	От желтого до оранжевого
Наименование показателя	Характеристика и значение показателя	Требования ТУ 9164-407-04801346-15
Вкус и запах	Свойственный вкусу и запаху сушеной тыквы, без посторонних привкусов и запахов	Свойственный вкусу и запаху сушеной тыквы, без посторонних привкусов и запахов. Посторонние привкус и запах не допускаются
Массовая доля, %:		
влаги	6,80	Не более 8,0
пектина	6,50	Не менее 5,0
Массовая доля металлопримесей, мг/кг продукта	Отсутствуют	Не более 0,0003
Минеральные примеси	Отсутствуют	Не допускаются
Растительные примеси	Отсутствуют	Не допускаются
Посторонние примеси	Отсутствуют	Не допускаются

Установлено, что по органолептическим и физико-химическим показателям качества полученная добавка соответствует требованиям, предъявляемым ТУ 9164 -407-04801346-15.

На основании исследований микробиологических и санитарно-гигиенических показателей безопасности установлено, что по указанным показателям пищевая добавка соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [4].

Литература

1. Пат. 2302139 Рос. Федерация. Биологически активная добавка к пище, обладающая антиоксидантными свойствами/ А.А. Петрик, С.А. Калманович В.И. Мартовщук и др.; 2005134904/13; заявл 11.11.2005; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 19.
2. Корнен Н.Н. Разработка технологии производства пищевой добавки из вторичных ресурсов переработки яблок / Н.Н. Корнен, В.В. Лисовой, Г.А. Купин, А.Н. Матвиенко // «Пищевая промышленность» – 2015.– № 11. – С. 36-38.
3. Пат. 22554991 Рос. Федерация. Биологически активная добавка к пище / В.В. Лисовой, Н.Н. Корнен, Г.А. Купин и др.; заявл 19.05.2014; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 19.
4. ТР ТС 021/2011Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза 9 декабря 2011г., № 880.

References

1. Pat. 2302139 Ros. Federaciya. Biologicheski aktivnaya dobavka k pishche, obladayushchaya antioksidantnymi svojstvami/ A.A. Petrik, S.A. Kalmanovich V.I. Martovshchuk i dr.; 2005134904/13; zayavl 11.11.2005; opubl. 10.07.2007, Byul. № 19.
2. Kornen N.N. Razrabotka tekhnologii proizvodstva pishchevoj dobavki iz vtorichnyh resursov pererabotki yablok / N.N. Kornen, V.V. Lisovoj, G.A. Kupin, A.N. Matvienko // «Pishchevaya promyshlennost'» – 2015.– № 11. – P. 36-38.
3. Pat. 22554991 Ros. Federaciya. Biologicheski aktivnaya dobavka k pishche / V.V. Lisovoj, N.N. Kornen, G.A. Kupin i dr.; zayavl 19.05.2014; opubl. 10.07.2015, Byul. № 19.
4. TR TS 021/2011Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti pishchevoj produkcii», utverzhdenyj Resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza 9 dekabrya 2011g., № 880.