

УДК 664.8:634.11

DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-138-149

**ПАРАМЕТРЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
ИЗ ЯБЛОЧНОГО
И ВИНОГРАДНОГО СЫРЬЯ**

Причко Татьяна Григорьевна
д-р с.-х. наук, профессор
зав. ФНЦ «Садоводство»
e-mail: prichko@yandex.ru

Дрофичева Наталья Васильевна
канд. техн. наук
старший научный сотрудник
лаборатории хранения
и переработки плодов и ягод

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

Горлов Сергей Михайлович
канд. техн. наук
директор КНИИХП

*Краснодарский научно-
исследовательский институт
хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции –
филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

Комплекс биологически активных веществ в плодах и ягодах Кубани, оптимально адаптированных к южному климату, позволяет выделить отдельные культуры и сорта с высокой биологической активностью, которая характеризуется набором различных жизненно необходимых и физиологически значимых компонентов, способных обеспечить суточную норму БАВ для организма человека. Проведены исследования качественного состава плодов яблони и ягод винограда в сортовом разрезе

UDC 664.8:634.11

DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-138-149

**PARAMETERS OF EXTRACTION
INTENSIFICATION
OF BIOLOGICALLY ACTIVE
SUBSTANCES FROM APPLE
AND GRAPE ROW MATERIALS**

Prichko Tatiana Grigorievna
Dr. Sci. Agr., Professor
Head of FSC «Gardening»
e-mail: prichko@yandex.ru

Droficheva Natalia Vasilievna
Cand. Tech. Sci.
Senior Research Associate
of Laboratory of Storage
and Processing of Fruits and Berries

*Federal State Budget
Scientific Institution «North-
Caucasian Federal Scientific
Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Gorlov Sergey Mikhailovich
Cand. Tech. Sci.
Director of KRISPAP

*Krasnodar Research
Institute of Storage
and Processing Agricultural
Products – branch of Federal
State Budget Scientific
Institution «North- Caucasian
Federal Scientific
Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

The complex of biologically active substances in fruits and berries of the Kuban, optimally adapted to the Southern climate, allows you to select the individual crops and varieties with high biological activity, which is characterized by a set of various vital and physiologically significant components that can provide the daily rate of BAS for the human body. Research is carried out of qualitative structure of fruits of an apple-tree

для выявления общей закономерности изменения содержания БАВ в динамике. Определены параметры увеличения выхода биологически активных веществ, в зависимости от вида используемого сырья, степени измельчения, изменения температуры обработки, оптимального подбора технологического оборудования. Проведены исследования химических показателей качества выжимок из вторичного сырья при производстве яблочного и виноградного соков. Влияние оптимального температурного режима ИК-сушки – 35-40 °С на яблочной выжимке, представлено более высокими показателями клетчатки, пектиновых и минеральных веществ. Для каждого вида сырья и условий протекания процесса существует минимальный размер частиц: для яблочного сырья не более 0,3 мм, а для виноградного – не более 0,4 мм, при котором суммарное внутреннее и внешнее диффузионное сопротивление является минимальным, способствуя более быстрой экстракции БАВ. За счет оптимального подбора технологического оборудования на линии производства порошка из яблочной или виноградной выжимки, можно корректировать влияние физико-биохимических механизмов и значительно сократить скорость технологического процесса и увеличить выход биологически активных веществ в легко усваиваемой форме. Представлены результаты лабораторных исследований порошка из яблочной (сорт Прикубанское) и виноградной выжимки (сорт Каберне).

Ключевые слова: ВИНОГРАД, ЯБЛОКИ, ВЫЖИМКИ, ПАРАМЕТРЫ, БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

and berries of grapes, according to varieties, revealing of the general regularity of change of BAS content in dynamics. Parameters of increase in an allocation of biologically active agents, such as are determined a type of the used raw materials, its extent of crushing, temperature change of processing, selection of processing equipment. Research of chemical indicators of pomace quality from secondary raw materials are conducted in the process of production of apple and grape juice. The effect of the optimal temperature regime – 35-40 °С of infrared drying apple juice is represented by higher rates of fiber, pectin and minerals. For each type of raw material and conditions of the process, there is a minimum particle size: for apple row material – no more than 0,3 mm, for grape – no more than 0,4 mm, in which the total internal and external diffusion resistance is minimal, facilitating a more rapid extraction of biologically active substances. Due to optimum selection of processing equipment on a powder production line from an apple or grape pomace, it is possible to adjust the influence of physical and biochemical mechanisms and to considerably reduce the speed of technological process and to increase in the selection of biologically active substances in a digestible form. The results of laboratory research of powder from apple (Prikubanskoy) and grape pressing (Cabernet) pomaces are presented.

Key words: GRAPES, APPLES, POMACES, PARAMETERS, BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

Введение. Производство соков – одно из важных направлений переработки плодов яблони и винограда. Долгие годы актуальна проблема рациональной утилизации отходов сокового производства, составляющих до 40 %. Основные направления переработки яблочных выжимок – получение пектина и семян – в России ограничено, поэтому, в лучшем случае, они

идут на корм скоту. Как готовый продукт для использования в консервной или другой пищевой промышленности и сырая, и высушенная выжимки винограда имеют узкую направленность из-за наличия включений косточки и других примесей, хоть и обладают массой полезных свойств, являясь перспективным и доступным источником флавоноидов и витаминов [1, 2, 3].

В соответствии с «Методическими рекомендациями 2.3.1.2432-08» флавоноиды отнесены к группе биологически активных веществ, среди которых преобладают антоцианы, процианидины. Меньшая их часть представлена полифенолами нефлаваноидной природы — производными окси-коричной кислоты (транс-кофейная и транс-кумаровая кислоты), а также производным бензойной кислоты (галловая кислота) и производным стильбена – транс- ресвератролом [4, 5, 6].

Рациональное использование отходов сокового производства даёт возможность повысить экономическую эффективность переработки плодов и ягод. Вторичное сырьё сокового производства можно использовать для производства порошкообразных полуфабрикатов, которые могут применяться в кондитерской, консервной, хлебобулочной промышленности в качестве наполнителя, обогащающего продукцию биологически активными веществами. Интенсификация экстракции моносахаров, пектина и других элементов позволит повысить содержание биологически активных веществ в яблочном и виноградном порошке из вторичного сырья сокового производства [7, 8]. Все параметры интенсификации экстракции плодово-ягодного сырья направлены на повышение эффективности процесса выхода ценного компонента (ЦК) при минимальной длительности процесса и энергозатратах наряду с другими способами увеличения выхода биологически активных веществ (подбор технологического оборудования, изменение температуры и степени измельчения сырья в зависимости от его вида) [9].

Целью данных исследований является определение параметров интенсификации экстракции БАВ из яблочного и виноградного сырья.

Объекты и методы исследований. Объекты – виноград, яблоки, выжимка яблочная, выжимка виноградная. Методы исследований: метод капиллярного электрофореза, рефрактометрический, спектрометрический (спектрофотометр СФ-46), колориметрический (КФК-60 М и КФК 3-01 «ЗОМ»), флюорометрический (флюорат 02-03М), весовой. В исследовании использовалось оборудование Центра коллективного пользования СКФНЦСВВ, оснащённого высокотехнологичным оборудованием.

Обсуждение результатов. Установлено, что на скорость экстракции существенное влияние оказывает вид используемого сырья, температура, степень измельчения и размер частиц, технологическое оборудование. В первую очередь, методы интенсификации направлены на повышение эффективности процесса экстрагирования БАВ – максимального выхода целевых компонентов при минимальных энергозатратах и длительности процесса.

Вид используемого сырья. Содержание биологически активных веществ в плодах варьируется в зависимости от вида используемого сырья, химический состав которого меняется с учетом срока созревания и места выращивания [10]. Яблоки поздних сроков созревания наиболее востребованы для переработки. Они имеют высокое содержание РСВ, сахаров, витаминов, пектиновых веществ, макро- микроэлементов, которые в дальнейшем определяют их направленность для производства тех или иных видов консервной продукции.

На производство вина и сока в основном используются технические сорта виноград, различающиеся между собой биохимическими показателями качества (содержанием полифенольных веществ, ресвератрола, сахаров) и выходом сока, в зависимости от сортовых особенностей 81-60 %. Выход полифенольных веществ зависит от вида (сорта) используемого сырья. Вторичное сырье – виноградная выжимка содержит значительное количество полифенольных веществ [11, 12].

Исследование качественного состава плодов в сортовом разрезе выделило сорта с высокими показателями качества, абсолютные величины которых незначительно варьируют в динамике исследований (табл. 1). По результатам проведенных исследований, можно сделать вывод, что показатели содержания витамина С и Р-активных веществ в пределах одного сорта изменяются незначительно. В плодах яблок сорт Айдаред количество витамина С варьирует от 6,8 до 7,0 мг/100 г; у сорта Прикубанское содержание катехинов – от 120,0 до 124,6 мг/100 г. В ягодах винограда сорта Первенец Магарыча изменение в содержании антоцианов – от 92,0 до 95,9 мг/100 г; у сорта Каберне уровень витамина С меняется от 7,0 до 7,4 мг/100 г.

Таблица 1 – Содержание БАВ в сортах яблок и винограда в динамике по годам

Год исследования	Содержание, мг/100 г		
	витамина С	Р-активных веществ	
		катехинов	антоцианов
Яблоки			
сорт Айдаред			
2016	6,8	89,0	68,5
2017	7,4	94,6	70,2
2018	7,0	92,0	69,0
сорт Прикубанское			
2016	8,5	124,6	60,9
2017	9,0	118,5	63,4
2018	8,8	120,0	65,5
Виноград			
сорт Первенец Магарыча			
2017	7,3	60,0	95,9
2018	5,9	52,2	92,0
сорт Каберне			
2017	7,0	80,4	72,2
2018	7,4	89,6	68,8

Проведенные исследования показывают, что содержание БАВ в плодах и ягодах варьируется в зависимости от вида (сорта) используемого сы-

рья, химический состав которого, в свою очередь, изменяется в зависимости от срока созревания и места выращивания.

Температура. На скорость экстрагирования биологически активных веществ значительное влияние оказывает температура. Она может ускорить процесс экстракции, но в ряде случаев с ростом температуры ускоряется и процесс разложения продукта, начинают протекать побочные реакции, возрастает степень коррозии оборудования и т. д. [13, 14].

Переработка плодово-ягодного сырья при высоких температурах может сопровождаться снижением качества, а также ухудшением гидродинамической обстановки и массообмена в аппарате из-за потери частицами упругости. Охлаждение и обработка холодом приводит к потере до 20 % фенольных веществ, а при нагревании до 70 °С содержание их уменьшается на 45 %. Сырые выжимки, высушенные на сушилке с ИК-лучами, позволяют снизить температуру высушивания до 35-40 °С (яблочная) и 40-45 °С (виноградная), интенсифицировать процесс за счет быстрого проникновения инфракрасных лучей во внутренние слои, обеспечить равномерный прогрев сырья, что позволит сохранить исходный цвет и высокое качество продукта. В результате ИК прогрева происходит разрушение цитоплазматических оболочек плодово-ягодных клеток, являющихся основным препятствием в диффузионно-осмотических процессах, и позволяет повысить клеточную проницаемость для влаги.

Если не повышать температуру и держать ее не выше 40 °С (яблочная) и 45 °С (виноградная), то плодово-ягодное сырье не перегревается, в результате сохраняются все биологически активные вещества на 70-80 %, как например, метоксильные группы в структуре пектина; не наблюдаются процессы деполимеризации пектиновых соединений, что, в свою очередь, обеспечивает высокую желирующую способность продукта. На примере яблочной выжимки проведены исследования сырого и высушенного образца (табл. 2). Влияние оптимального температурного режима ИК-сушки,

на примере яблочной выжимки, выражено в более высоких показателях содержания клетчатки, пектиновых и минеральных веществ.

Таблица 2 – Химические показатели яблочной выжимки после тепловой обработки

Наименование показателей, единица измерения	Сырая выжимка	Высушенная выжимка
Общий сахар, %	1,5-10,0	15,0-30,0
Глюкоза, %	0,5-8,0	10,0-15,0
Фруктоза, %	0,6-7,0	8,0-10,0
Сахароза, %	0,3-4,0	4,0-5,0
Клетчатка, %	7,0-14,0	25,0-35,0
Пектин, %, в том числе:	1,0-2,0	2,0-4,0
растворимый	0,7-0,9	0,7-0,8
протопектин	0,9-1,0	1,0-1,5
Витамин Р, мг/100 г	25,0-30,0	25,0-30,0
Минеральный состав, мг/100 г:		
калий	138,6	152,6
натрий	3,7	28,3
кальций	14,8	150,2
магний	6,7	114,5
железо	0,85	1,8

Степень измельчения сырья. Измельчение твердых частиц способствует увеличению поверхности контакта фаз, уменьшению внутреннего диффузионного сопротивления и, тем самым, ускорению выхода БАВ. Вместе с тем, с ростом степени измельчения уменьшается пористость слоя частиц, ухудшается гидродинамическая обстановка в аппарате, повышается взаимная блокировка поверхностей частиц, растут затраты на измельче-

ние. Поэтому чрезмерно высокая дисперсность материала может привести к уменьшению скорости процесса и ухудшению его технико-экономических показателей.

Вопрос о необходимой измельченности сырья решается опытным путем. Так как для каждого вида сырья и условий протекания процесса существует минимальный размер частиц, при котором суммарное внутреннее и внешнее диффузионное сопротивление является минимальным, и при дальнейшем уменьшении размера частиц внешнее диффузионное сопротивление увеличивается в большей степени, чем уменьшается внутреннее, для ускорения процесса экстракции подбирается размер частиц выжимки [15, 16]. Для яблочной выжимки оптимальный размер частиц – не более 0,3 мм, а для виноградной – не более 0,4 мм.

Оптимизация производственной линии технологического оборудования. Чтобы процесс был наиболее экономичным, он должен проходить на всех этапах производства при максимально безотходном использовании сырья, минимальных затратах энергии и как можно более высоком выходе с единицы объема оборудования. Эти основные задачи приводят к установлению технологических принципов. Решение первой из них основано на проведении всего процесса при возможно более высокой движущей силе и наилучшем использовании разностей потенциалов на каждом этапе процесса. Таким образом, основополагающим будет принцип наилучшего использования разности потенциалов [17, 18]. Необходимо выбрать альтернативное решение, дающее наибольшую эффективность и надежность с технической точки зрения и обоснованное экономически.

Яблочную и виноградную выжимки после ИК-сушки, измельчения отправляют на универсальный классификатор инерционного типа (ГИЛ-21), на котором проводится трехуровневый цикл разделения измельченной массы на фракции определенного качества и с заданными свойствами, за счет подбора соответствующих горизонтальных и вертикальных ча-

стот вибрации сеток-мембран с разными пропускными отверстиями. Оптимальным подбором технологического оборудования на линию производства порошка из яблочной или виноградной выжимки можно корректировать влияние физико-биохимических механизмов, значительно уменьшить скорость технологического процесса и увеличить выход полифенольных и других биологически активных веществ в легко усваиваемой форме [19, 20].

После установления оптимальных параметров сушки, измельчения и разделения полученных порошков проведена биохимическая оценка показателей их качества (табл. 3).

Таблица 3 – Химические показатели качества яблочного и виноградного порошка

Наименование показателей	Единица измерения	Содержание, %	
		яблочный порошок (Прикубанское)	виноградный порошок (Каберне)
Сахароза	%	0,2	1,3
Фруктоза		24,4	2,4
Глюкоза		22,8	9,9
Общий сахар		48,0	13,7
Клетчатка	%	12,1	19,47
Пектин общий	%	6,4	3,0
Протопектин	%	2,0	1,7
Растворимый пектин	%	2,5	1,2
Общие полифенолы	мг/100 г	-	3799,3
Ресвератрол	мг/100 г	-	17,4
Мин. состав:	мг/100 г		
калий		873,6	998,9
натрий		58,7	396,5
кальций		470,3	688,9
магний		182,0	344,6
железо		3,5	-

Выводы. Определены оптимальные параметры интенсификации экстракции БАВ из яблочного и виноградного сырья: вид сырья, температура обработки, степень измельчения, оборудование. По результатам проведённых исследований, яблочную и виноградную выжимки можно рекомендовать к переработке на порошки с высоким содержанием БАВ в легко усваиваемой форме и для дальнейшего использования в качестве биологически активных добавок или для использования в рецептурных композициях продуктов функционального питания профилактического назначения.

Мелкодисперсная (тонкая) структура и большая поверхность порошков позволяют нейтрализовать и выводить из организма продукты обмена, токсины, бактерии и тяжёлые металлы.

Литература

1. Сравнительная характеристика физико-химических показателей фракций виноградного порошка, сорт Каберне. Перспективные технологии в агропромышленном комплексе: материалы межд. науч.-практ. форума / Т.Г. Причко, Н.В. Дрофичева, С.М. Горлов, Е. С. Яцушко // Научные труды ФГБНУ СКФНЦСВВ. Т. 20. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2018. С. 62-65.
2. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В. Функциональные продукты питания с использованием компонентов вторичного сырья сокового производства // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80, № 3. С. 134-139.
3. Причко Т.Г., Германова М.Г., Смелик Т.Л. Интенсификация технологического процесса выработки порошка яблочного из вторичного сырья сокового производства // Научные труды СКЗНИИСиВ. Т. 13. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2017. С. 155-159.
4. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В. Функциональные продукты питания с использованием компонентов вторичного сырья сокового производства // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80, № 3. С. 134-139.
5. Ed I. I., Goldberg A. Functional foods. Designer foods, Pharmafoods, Nutraceuticals // An Aspen Publication. - Gaithersburg, Maryland, 1999. - 571 p.
6. Dae-Ok Kim., Seung Weon Jeong, Chang Y. Lee Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums // Food Chemistry. 2003. - Vol. 81, Is. 3. - P. - 321-326.
7. Изучение экстракции биологически активных веществ из лекарственного сырья под действием ультразвука / Н.В. Семагина, М.Г. Сульман, Э.Г. Сульман [и др.] // Хим.-фарм. журн. 2000. Т. 34, № 2. С. 26-29.
8. Иванов Е.В. Механизм и кинетика экстрагирования растительного сырья в аппаратах с активным гидродинамическим режимом // Состояние и перспективы подготовки специалистов для фармацевтической отрасли: материалы науч.-методич. конф. (Санкт-Петербург, 20 февраля 2004 г.). СПб.:СПбХФА, 2004. С. 65-68.

9. Crosier H.E., Brownell L.E. Washing in porous media // *Ind. Eng. Chem.* - 2001. - Vol. 44, № 3. - P. 631–635.
10. Химический состав российских продуктов питания: Справочник /под редакцией И.Н. Скурихина, В.А. Тутельяна. М: ДеЛипринт, 2002. 236 с.
11. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В. Использование перспективных сортов яблок в технологии производства продуктов питания с функциональной значимостью // *Пищевая промышленность*. 2015. №1. С. 26-29.
12. Бареева Н.Н., Донченко Л.В. Виноградные выжимки- перспективный промышленный источник пектиновых веществ // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2006. № 20. С. 6-16.
13. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., Горлов С.М., Карпенко Е.Н. Использование плодово-ягодного порошка в технологии получения биологически активной добавки для диетического питания // *Научные труды СКФНЦСВВ*. Т. 14. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. С. 210-214.
14. Kahkonen M.P., Hopia A.I., Heinonen M. Berry phenolics and their antioxidant activity // *Food chem.* - 2001. - P. 3954-3962. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13596-012-0085>
15. Pantelidis G.E., Vasilakakis M., Manganaris G.A., Diamantidis Gr. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries // *Food Chemistry*. - 2007. – Vol. 102, I.3. - P. 777–783.
16. Belitz H., Grosch W., Schieberle P. *Fruits and Fruit Products* // *Food Chemistry* Springer. – 2009. – № 3. - P. 807-861.
17. Способ получения порошка из вторичного сырья при переработке яблок: патент РФ № 2516257, МПК: A23L3/40 ; A23L1/212 / Причко Т.Г., Астрединов И.Н., Микляев А.И.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ СКЗНИИСиВ ; заявл. 06.08.2012; опубл. 20.05.14, Бюл. № 14.
18. Sharma H.P., Patel H., Sugandha S. Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices. A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2016, V. 57, Issue 6, pp. 1215-1227.
19. Sablani Shyan S., Dasse Florian, Batorrachea Luis. Apple peel-based edible film development using a high-pressure homogenization // *J. Food Sce.* 2009. – № 7(74). PP. 372-381.
20. Rosen J.B. Kinetics of a fixed bed system for solids diffusion into spherical particles // *J. Chem. Phys.* - 1952. - Vol. 20, № 3. - P. 387–394.

References

1. Sravnitel'naya harakteristika fiziko-himicheskikh pokazatelej frakcij vinogradnogo poroshka, sort Kaberne. Perspektivnye tekhnologii v agropromyshlennom komplekse: materialy mezhd. nauch.-prakt. foruma / T.G. Prichko, N.V. Droficheva, S.M. Gorlov, E.S. Yacushko // *Nauchnye trudy FGBNU SKFNCSVV*. Т. 20. Krasnodar: SKFNCSVV, 2018. S. 62-65.
2. Prichko T.G., Droficheva N.V. Funkcional'nye produkty pitaniya s ispol'zovaniem komponentov vtorichnogo syr'ya sokovogo proizvodstva // *Vestnik VGUI*. 2018. Т. 80, № 3. S. 134-139.
3. Prichko T.G., Germanova M.G., Smelik T.L. Intensifikaciya tekhnologicheskogo processa vyrabotki poroshka yablochnogo iz vtorichnogo syr'ya sokovogo proizvodstva // *Nauchnye trudy SKZNIISiV*. Т. 13. Krasnodar: FGBNU SKFNCSVV, 2017. S. 155-159.

4. Prichko T.G., Droficheva N.V. Funkcional'nye produkty pitaniya s ispol'zovaniem komponentov vtorichnogo syr'ya sokovogo proizvodstva // Vestnik VGUI. 2018. T. 80, № 3. S. 134-139.
5. Ed I. I., Goldberg A. Functional foods. Designer foods, Pharmafoods, Nutraceuticals // An Aspen Publication. - Gaithersburg, Maryland, 1999. - 571 p.
6. Dae-Ok Kim., Seung Weon Jeong, Chang Y. Lee Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums // Food Chemistry. 2003. - Vol. 81, Is. 3. - P. - 321-326.
7. Izuchenie ekstrakcii biologicheski aktivnyh veshchestv iz lekarstvennogo syr'ya pod dejstviem ul'trazvuka / N.V. Semagina, M.G. Sul'man, E.G. Sul'man [i dr.] // Him.-farm. zhurn. 2000. T. 34, № 2. S. 26-29.
8. Ivanov E.V. Mekhanizm i kinetika ekstragirovaniya rastitel'nogo syr'ya v apparatah s aktivnym gidrodinamicheskim rezhimom // Sostoyanie i perspektivy podgotovki specialistov dlya farmacevticheskoy otrasli: materialy nauch.-metodich. konf. (Sankt-Peterburg, 20 fevralya 2004 g.). SPb.:SPbHFA, 2004. S. 65–68.
9. Crosier H.E., Brownell L.E. Washing in porous media // Ind. Eng. Chem. - 2001. - Vol. 44, № 3. - P. 631–635.
10. Himicheskij sostav rossijskih produktov pitaniya: Spravochnik / pod redakciej I.N. Skurihina, V.A. Tutel'yana. M: DeLiprint, 2002. 236 s.
11. Prichko T.G., Droficheva N.V. Ispol'zovanie perspektivnyh sortov yablok v tekhnologii proizvodstva produktov pitaniya s funkcional'noj znachimost'yu // Pishchevaya promyshlennost'. 2015. №1. S. 26-29.
12. Bareeva N.N., Donchenko L.V. Vinogradnye vyzhimki – perspektivnyj promyshlennyj istochnik pektinovyh veshchestv // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2006. № 20. S. 6-16.
13. Prichko T.G., Droficheva N.V., Gorlov S.M., Karpenko E.N. Ispol'zovanie plodovo-yagodnogo poroshka v tekhnologii polucheniya biologicheski aktivnoj dobavki dlya dieticheskogo pitaniya // Nauchnye trudy SKFNCSVV. T. 14. Krasnodar: FGBNU SKFNCSVV, 2018. S. 210-214.
14. Kahkonen M.P., Hopia A.I., Heinonen M. Berry phenolics and their antioxidant activity // Food chem. - 2001. - R. 3954-3962. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13596-012-0085>
15. Pantelidis G.E., Vasilakakis M., Manganaris G.A., Diamantidis Gr. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries // Food Chemistry. - 2007. – Vol. 102, I.3. - P. 777–783.
16. Belitz H., Grosch W., Schieberle P. Fruits and Fruit Products // Food Chemistry Springer. – 2009. – № 3. - R. 807-861.
17. Sposob polucheniya poroshka iz vtorichnogo syr'ya pri pererabotke yablok: patent RF № 2516257, MPK: A23L3/40 ; A23L1/212 / Prichko T.G., Astredinov I.N., Miklyaev A.I.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBNU SKZNIISiV ; zayavl. 06.08.2012; opubl. 20.05.14, Byul. № 14.
18. Sharma H.P., Patel H., Sugandha S. Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices. A review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2016, V. 57, Issue 6, pp. 1215-1227.
19. Sablani Shyan S., Dasse Florian, Batorrachea Luis. Apple peel-based edible film development using a high-pressure homogenization // J. Food Sce. 2009. – № 7(74). RR. 372-381.
20. Rosen J.B. Kinetics of a fixed bed system for solids diffusion into spherical particles // J. Chem. Phys. - 1952. - Vol. 20, № 3. - P. 387–394.