

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 664.85

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУШЕВОЙ ВЫЖИМКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Гусакова Г. С., Евстафьев С. Н.

Работа посвящена изучению возможности использования выжимок уссурийской груши для получения пектиновых экстрактов и пищевых порошков. Целью работы являлась разработка принципиальной технологической схемы переработки грушевых выжимок. На сегодняшний день в России подобные производства отсутствуют. При проведении исследований использованы современные физические и физико-химические методы анализа. Приведены результаты изучения физико-химического состава выжимок. Определено содержание физиологически активных соединений, % на а. с. м.: эфирное масло – 0,4; водорастворимые соединения – 42,5; пектиновые вещества – 2,6; липиды – 3,9 (без восков), воска – 0,5, жирные кислоты 0,7. Выявлено, что основными сахарами являются глюкоза и фруктоза. Доля арабинозы, ксилозы и галактозы в общем составе сахаров составляет 2,2 %. Среди жирных кислот $C_8 - C_{28}$ преобладают пальмитолеиновая, олеиновая и линолевая кислоты. С помощью рентгенофлуоресцентного анализа определены 11 макро- и 9 микроэлементов. Разработана блок-схема получения пектинового экстракта из выжимок груши уссурийской. Приведена органолептическая характеристика, определены технологические показатели готовых продуктов. Выполнены расчеты получения чистого пектина с 1 га промышленного сада.

Ключевые слова: пектин, порошок, химический состав, эфирные масла, экстракт.

Введение

По распространению в садах груша является второй культурой после яблони. Несколько уступая по зимостойкости, обладает важным преимуществом: отсутствием периодичности плодоношения. Плоды обладают высокой лечебной и питательной ценностью. Широко используются предприятиями пищевой промышленности для производства соков, экстрактов, концентратов, безалкогольных и алкогольных плодово-ягодных напитков [1–7, 16]. При этом образуются выжимки, содержащие различные функциональные компоненты пищевые волокна, биофлавоноиды, эфирные масла, что обеспечивает перспективу их вторичной переработки [5]. При этом технологические режимы должны быть оптимизированы не только экономически, но и, прежде всего, обеспечивать сохранность биологически активных соединений. Наибольший интерес представляют пектиновые вещества, обладающие широким спектром лечебных свойств. И как показывают исследования наибольшей детоксикационной и радиопротекторной способностью обладают пектиновые экстракты, а не сухие пектины [7]. Учитывая отсутствие на территории России крупных предприятий по переработке выжимок и получению пектина, целесообразнее организовать переработку свежих выжимок в местах их получения, исключая дорогостоящие технологии очистки,

получать полуфабрикаты в виде пектинового экстракта и пищевых порошков.

Цель проведенных исследований – разработка принципиальной технологической схемы переработки грушевых выжимок.

Объекты и методы исследований

Для получения выжимок плоды груши уссурийской очищали от плодоножек и семян, измельчали, сок отделяли на лабораторном прессе. Выжимки сушили в вакуумном шкафу при 40 °С до постоянной массы и измельчали до крупности 0,3–0,5 мм.

Фракционирование порошка осуществляли по схеме последовательной обработки, включающей перегонку с паром для выделения эфирных масел и водорастворимых продуктов, из которых этанолом осаждали гидратопектин и протопектин по методике; этанольный экстракт получали исчерпывающей экстракцией этанолом в аппарате Сокслета. Из этанольного экстракта извлекали воск отстаиванием при температуре 0–6 °С в течение 12 ч с последующим фильтрованием [8], жирные кислоты [9] и гексанорастворимые соединения.

Состав эфирных масел и гексанового экстракта анализировали методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе 7820 А с селективным масс-спектрометрическим детектором HP 5975

Таблица 1 – Состав моносахаридов фракции водорастворимых соединений порошка выжимок груши

Фракция	Содержание, % масс.						
	Ara	Xyl	Gal	Glc	Fru	Rha	Gla
Исходная	0,8	1,2	0,2	31,7	8,1	-	-
Гидролизат	18,2	6,3	4,2	41,3	0,9	3,2	13,2

фирмы «Agilent Technologies». Энергия ионизации – 70 эВ. Температура сепаратора – 280°C, ионного источника – 230°C. Кварцевая колонка 30000×0,25 мм со стационарной фазой (95 % диметил-5 % дифенилполисилоксан). Условия анализа: 3 минуты изотермы при 60°C с последующим подъемом температуры до 250°C со скоростью 6°C в минуту с выдержкой в течение 20 мин при 250°C. Идентификация компонентов осуществлена с использованием библиотеки масс-спектров «NIST05». Относительное количественное содержание компонентов во фракции вычислено методом внутренней нормализации по площадям пиков без корректирующих коэффициентов чувствительности.

Условия количественного анализа моносахаридов: 3 минуты изотермы при 125°C с последующим подъемом температуры до 250°C со скоростью 6 градусов в минуту с выдержкой в течение 10 мин при 250°C. В качестве внутреннего стандарта использовали ксилит. Анализировали образцы после силилирования смесью триметилхлорсилана и гексаметилдисилазана в среде пиридина [10]. Кислотный гидролиз водорастворимых соединений осуществляли 2М раствором трифторуксусной кислоты [10].

Условия анализа кислот: 3 минуты изотермы при 50°C с последующим подъемом температуры до 200°C со скоростью 5°C в минуту, далее до 280°C со скоростью 10°C в минуту с выдержкой в течение 20 мин при 280°C. Идентификация компонентов осуществлена с использованием библиотеки масс-спектров «NIST05». Относительное количественное содержание компонентов во фракции вычислено методом внутренней нормализации по площадям пиков без корректирующих коэффициентов чувствительности.

Гидратопектин выделяли из водорастворимых продуктов осаждением этанолом, для его деминерализации использовали Н-катионит КУ-2-8.

Содержание редуцирующих сахаров в водорастворимых продуктах определяли фенол-сернокислотным методом [17], степень этерификации и комплексообразующую способность гидратопектина – по методикам [11], содержание клетчатки – азотно-спиртовым методом, общего азота – методом Кьельдаля. Содержание макро- и микроэлементов в порошке анализировали методом рентгенофлуоресцентного анализа.

Результаты и их обсуждение

В составе порошка из выжимок выделены компоненты, % на а. с. м.: водорастворимые продукты

– 42,5; воска 0,5; жирные кислоты – 0,7; липиды – 3,9; гидратопектин – 2,6; протопектин – 0,07; эфирное масло – 0,4.

Преобладающая часть выделенных из порошка растворимых продуктов представлена водорастворимыми соединениями с относительно высоким содержанием гидратопектина и редуцирующих веществ. Степень этерификации гидратопектина составила 88,9%. Согласно существующей классификации он является высокоэтерифицированным. Суммарное содержание моносахаридов во фракции водорастворимых соединений составляет 42%. Основными моносахаридами являются, прежде всего, глюкоза и фруктоза. На долю арабинозы, ксилозы и галактозы приходится лишь 2,2% (табл. 1).

После кислотного гидролиза их содержание возрастает до 28,7%, в большей степени за счет арабинозы. Снижение содержания фруктозы обусловлено, вероятно, ее изомеризацией в глюкозу. Появление в гидролизате рамнозы и галактуронової кислоты вызвано гидролизом пектиновых веществ.

Основными компонентами липидов порошка являются, % отн.: кислоты – 40,8; сложные эфиры – 48,7; спирты $C_5 - C_{18}$ – 4,6 и алканы $C_{14} - C_{28}$ – 5,7.

В составе кислот липидов порошка найдены жирные кислоты $C_8 - C_{28}$ с доминирующим содержанием пальмитолеиновой, олеиновой и линолевой кислот. В следовых количествах присутствуют бензойная, салициловая, ванилиновая, малоновая, яблочная и лимонная кислоты.

Сложные эфиры представлены, в основном, этиловыми эфирами одноосновных предельных ($C_2 - C_{26}$), непредельных (пальмитолеиновая, олеиновая, линолевая), двухосновных (янтарная) и ароматических (бензойная, фенилуксусная) кислот, оксикислот (молочная, яблочная) и оксокислот (левулиновая). Наряду с этиловыми эфирами обнаружены метил- и изопропилпальмитаты, бензилацетат, фенилэтилацетаты и 1-глицериллинолеат.

В составе алканов преобладают гомологи с четным числом атомов углерода в молекуле. Присутствуют также сесквитерпены – α - и β -фарнезены с содержанием 1,7 % на фракцию липидов.

В составе эфирных масел (табл. 2) около 40% от суммы идентифицированных соединений представлено алифатическими одноатомными ($C_4 - C_8$), двухатомными (C_4, C_8), монотерпеновыми (α -терпинеол), сесквитерпеновыми (неролидол, фарнезол), а также ароматическими (бензиловый, 2-фенилэтанол) спиртами.

Основным компонентом спиртов является 2-фенилэтанол, на долю которого приходится 35,7%

Таблица 2 – Компонентный состав эфирного масла выжимок грешки

Компонент	Содержание, в % *	Компонент	Содержание, в % *
Спирты:	39,4	гамма-декалактон	0,27
2-метилбутанол-1	0,05	Кислоты:	4,6
2,3-бутандиол	0,32	изовалерьяновая	0,9
гексанол	0,56	капроновая	0,46
гептанол	0,07	энантовая	0,17
октанол	0,78	каприловая	0,51
2-октенон	0,05	каприновая	0,63
октандиол-2,3	0,36	пальмитиновая	0,66
октандиол-1,3	17,43	линолевая	0,61
бензиловый спирт	1,24	олеиновая	0,68
2-фенилэтанол	14,42	Сложные эфиры:	21,1
2-феноксипропанол	0,05	этилацетат	0,41
α -терпинеол	0,1	гексилацетат	0,17
эвгенол	0,34	1-октенилацетат	2,11
неролидол	0,7	2-метоксипропилацетат	0,24
фарнезол	2,93	бензилацетат	0,58
Альдегиды:	3,6	2-фенилэтилацетат	10,25
гексаналь	0,41	моноацетат гександиола-1,5	0,1
гептаналь	0,68	диацетат 1,3-пропандиола	0,15
2-гептеналь	0,1	диацетат 2,3-бутандиола	0,58
октаналь	0,05	диацетат 1,3-бутандиола	0,07
2-октеналь	0,17	диацетат 1,2-гександиола	0,22
нонаналь	0	триацетат бутантриола- 1,2,4	0,63
2-ноненаль	0,32	изопентилгексаноат	0,68
деканаль	0,05	этил-3-оксигексаноат	0,51
2,4-нонадиеналь	0,12	этилмирилат	0,12
2,4-декадиеналь	0,24	изопропилмирилат	0,17
фурфурол	0,29	этилпентадеканоат	0,24
бензальдегид	0,24	метилпальмитат	0,17
фенилэтаналь	0,07	этилпальмитат	0,58
ванилин	0,36	этилолеат	0,56
цис-фарнезаль	0,53	этилстеарат	0,66
Кетоны, лактоны:	0,6	ундецилдодеканоат	1,94
2-метилпентанон-3	0,1	Алканы C ₁₂ -C ₂₈	16,6
гамма-капролактон	0,1	Неидентифицированные	14,1
геранилацетон	0,15		

* от суммы идентифицированных компонентов

от их общего содержания. Обнаружено также душистое вещество фенольной природы – эвгенол.

На долю сложных эфиров приходится 21,1% отн. В их составе присутствуют эфиры предельных одноосновных кислот C₂–C₆, среди которых более 90% – ацетаты. Спиртовая составляющая эфиров представлена одноатомными (C₂–C₈) и двухатомными (C₄–C₆) спиртами.

На долю свободных одноосновных предельных карбоновых кислот C₅–C₁₈ приходится 4,6%.

В составе альдегидов, с общим содержанием

3,6% отн., присутствуют предельные (C₆–C₁₀), непредельные (2-гептеналь, 2-октеналь, 2-ноненаль, 2,4-нонадиеналь и 2,4-декадиеналь) и ароматические (бензальдегид, фенилэтаналь, ванилин) соединения.

Обнаружены также сесквитерпеновый альдегид цис-фарнезаль и фурфурол.

Методом рентгенофлуоресцентного анализа в порошке было определено 11 макро- и 9 микроэлементов (табл. 3).

Из макроэлементов в наибольшем количе-

Таблица 3 – Содержание макро- и микроэлементов в порошке выжимок

Макроэлементы	Содержание, %	Микроэлементы	Содержание, мкг/г
Mn	0,001	Pb	н/о
Na	0,005	Ni	2,3
Al	0,007	Cr	<2,4
Cl	н/о	Sr	4,7
Fe	0,009	Ti	6,6
Si	0,02	Ba	7,5
S	0,05	Cu	17,8
Mg	0,032	Rb	6,9
Ca	0,07	Zn	29,4
P	0,106		
K	0,59		

стве порошки содержат калий, фосфор, кальций. Сто грамм продукта перекрывает треть суточной потребности взрослого организма в калии, который оказывает благотворное влияние на работу сердечной мышцы. Из микроэлементов в наибольшем количестве содержатся цинк и медь. Содержание токсичных элементов находится в допустимых пределах концентраций установленных СанПиН 2.3.2.560-96. Количество меди и свинца ниже ПДК в два раза, а цинка почти в три раза.

Полученные данные свидетельствуют о высоком содержании биологически активных соединений, что позволяет сделать вывод о необходимости дальнейшей переработки. Для этого была состав-

лена блок-схема получения пектинового экстракта и пищевого порошка (рис.1), включающая следующие операции: приемка сырья по количеству и качеству, экстракция пектиновых веществ, фильтрация, концентрирование пектинового экстракта, расфасовка. Оставшийся шрот поступает на сушку, дробление и расфасовку.

На основе литературных данных [12–16], подобраны технологические режимы. Предпочтительнее перерабатывать свежие выжимки, но при необходимости можно сульфитировать (дозировка SO₂ 0,17–0,2%) или сушить. В зависимости от возможностей предприятия сушка может быть конвективной (50–55°C, 12–24 ч.) или сублимационной.

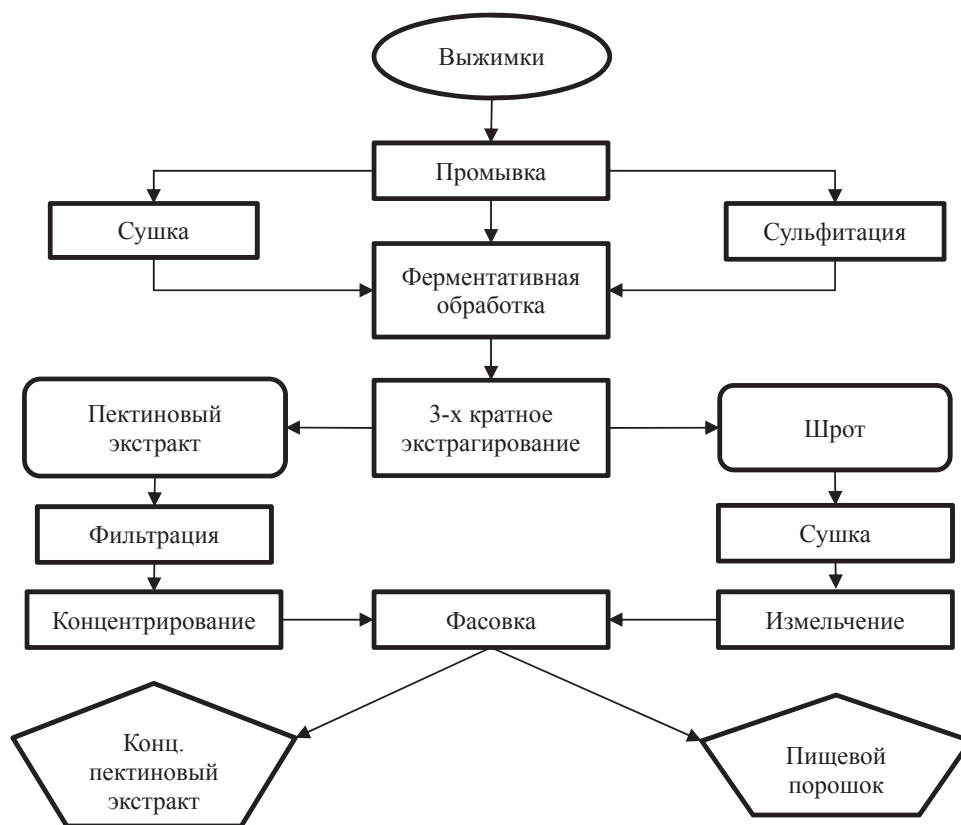


Рис. 1. Блок-схема получения пектинового экстракта

Вторая имеет преимущества т.к. оценка пищевой ценности продукта показывает, что по органолептическим и физико-химическим показателям имеет незначительные отличия от исходного сырья [20].

После приемки сырье промывается водой до содержания сухих веществ в сточной воде не более 0,3%. Если есть необходимость понизить содержание тяжелых металлов воду подщелачивают до pH 8,0. Далее обрабатывают ферментным препаратом цитолитического действия, для освобождения протопектина и увеличения выхода целевого продукта.

Основным технологическим процессом является экстракция, эффективность которой зависит от следующих факторов: диффузионного сопротивления сырья (в основном сопротивления клеточной оболочки растительной ткани), температуры и продолжительности процесса. При температуре 65°C проводится трехкратное экстрагирование подкисленной (pH 3,5–4,0) водой. После фильтрации центрифугированием пектиновый экстракт концентрируется при температуре 50°C в роторно-пленочном аппарате до содержания пектиновых веществ 1,5–1,7% и направляется на фасовку.

Твердая фаза, представленная в основном пищевыми волокнами, сушится, дополнительно измельчается и идет в производство хлебобулочных и кондитерских изделий.

Разработанная схема апробирована в лабораторных условиях. Полученный пектиновый экстракт представлял из себя слегка вязкую, светло-коричневого цвета жидкость, со слабо выраженным ароматом и вкусом сырья. Содержание, в%: сухих веществ – 6,9; пектиновых веществ – 0,6; pH – 3,8.

На основе полученных данных выполнены расчеты по выходу целевого продукта. При содержании в сухих выжимках пектиновых веществ 2,6% из одного килограмма с учетом потерь можно получить около 20 г чистого пектина. Исходя из содержания сухих веществ в плодах груши 30%, выход пектина из 1 кг груш составит 6 г или 6 кг из 1 тонны. При средней урожайности 10 т/га с 1 га промышленного сада можно получить 60 кг чистого пектина.

Выводы

На основе изучения физико-химического состава порошка из плодов груши уссурийской, произрастающей в Иркутской области установлено, что он имеет относительно высокое содержание сахаров, определяющих его энергетическую ценность, и широкий состав биологически активных соединений: кислот, пектиновых, ароматобразующих соединений, макро- и микроэлементов. Получены новые данные по содержанию и соотношению компонентов эфирного масла. Разработана блок-схема получения пектинового экстракта и пищевого порошка из выжимок груши уссурийской. Приведена органолептическая характеристика, определены технологические показатели готовых продуктов. На основе полученных данных проведены расчеты получения чистого пектина с 1 га промышленного сада.

Список литературы

- [1] Гусакова Г.С. Химический состав плодов уссурийской груши (*Pyrus ussuriensis* Maxim) // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2012. – № 2. – С. 53–57.
- [2] Гусакова Г.С. Биопродукты комплексной переработки плодов уссурийской груши // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2013. – № 4 (1). – С. 53–57.
- [3] Пикулева Е.Н., Типсина Н.Н. Пищевая ценность Сибирской груши // Инновационные тенденции развития российской науки мат. VI Международной науч.–практ. конф. молодых ученых. – Красноярск: 2013. – С. 204–206.
- [4] Типсина Н.Н., Пикулева Е.Н., Туманова А.Е. Порошок из Сибирской груши для производства кексов // Пищевая промышленность. – 2014. – № 2. – С. 34–35.
- [5] Чердниченко К.В. Разработка технологии функциональных пищевых продуктов из различных сортов груши // Дис. канд. тех. н.-к. – Краснодар, 2001. – 169 с.
- [6] Lokvanets O. V., Litovchenko O. M. A study of the effect of technological approach on the quality of pear wine materials / O. V. Lokvanets, O. M. Litovchenko // Виноградарство и виноделие. – 2011. – Т. 41. – № 2. – С. 117–119.
- [7] Влащик Л.Г. Виноградный пектиновый экстракт для напитков // Виноделие и виноградарство. – 2002. – № 4. – С. 20–21.
- [8] Рошин В.И. Групповой состав экстрактивных веществ листьев и побегов осины (*Populus tremula* L) // Химия древесины. – 1986. – № 4. – С. 106–109.
- [9] Рошин В.И. Состав экстрактивных веществ хвои и побегов ели европейской // Химия древесины. – 1983. – № 4. – С. 56–61.
- [10] Костенко В.Г. Хроматографический анализ сахаров, получаемых в процессе переработки растительного сырья. – М., 1984. – 44 с.

- [11] Донченко, Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов. – М.: ДеЛи, 2000. – 251 с.
- [12] Косарева О. И. Ферментная обработка в технологии получения пектинопродуктов. // *Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире.* – 2015. – № 12. – С. 132–134.
- [13] Донченко Л. В., Нелина В. В., Карпович Н. С., Лысянский В. М. Влияние температуры на экстрагирование пектина // *Пищевая промышленность.* – 1988. – № 6. – С. 31.
- [14] Донченко Л. В., Фирсов Г. Г., Красносельова Е. А. Особенности процесса гидролиза протопектина из растительной ткани // *Труды Кубанского государственного аграрного университета.* – 2006. – № 1. – С. 288–297.
- [15] Донченко Л. В., Нелина В. В., Карпович Н. С. О влиянии размера частиц сырья на выход пектиновых веществ в производстве // *Пищевая промышленность.* – 1987. – № 2. – С. 21.
- [16] Williams R. R. The modern perry pears orchards / Perry pears. Bristol, 1963. P. 173–184.
- [17] Dubois M., Gilles K. A. Colorimetric method for determination of sugars and related substances // *Analyt. Chem.* 1956. V.28, –P. 350–356.

USE POMACE PEAR IN FOOD PRODUCTION

Gusakova G. S., Evstaf'ev S. N.

The work is devoted to study the possibility of using the pomace of Ussuri pear for obtaining pectin extracts and food powders. The aim of this work is to develop a fundamental technological scheme of pear pomace processing. Up to date such productions are not available in Russia. In the research modern physical and physicochemical methods of analysis were used. The project presents the findings of the pomace physico-chemical composition research. The content of physiologically active compounds was determined, % a. c. m.: essential oil–0,4; water-soluble compounds–42,5; pectic substances–2,6; lipids–3,9 (without wax), wax–0,5; fatty acids–0,7. It is revealed that the main sugars were glucose and fructose. The share of arabinose, xylose and galactose in general composition of sugars was 2,2%. Among C₈–C₂₈ fatty acids palmitoleinovy, olein and linoleic acids prevailed. The X-ray fluorescent analysis determined 11-macro and 9 minerals. The flowchart of pectic extract receipt from a pomace of Ussuri pear was developed. The organoleptic characteristic were registered, technological indicators of final products were determined. On the basis of the received data the calculations of net pectin receipt from 1 hectare of industrial garden were carried out.

Keywords: *pectins, powders, chemical compounds, essential oils, extracts.*

References

- [1] Gusakova G. S. Himicheskij sostav plodov ussurijskoj grushi (Pyrusussuriensis Maxim) [Chemical Composition of Ussuri Pear Fruits] *Proceeding of Higher School Applied Chemistry and Biotechnology*, 2012, no. 2. pp. 53–57.
- [2] Gusakova G. S. Bioprodukty kompleksnoi pererabotki plodov ussurijskoj grushi [Complex processing of ussuri pear fruits.]. *Proceeding of Higher School Applied Chemistry and Biotechnology*, 2013, no. 4 (1), pp. 127–129.
- [3] Pikuleva E. N., Tipsina N. N. Pishchevaya tsennost' Sibirskoi grushi [Nutrition value of Siberian pear] *Innovative trends in the development of Russian science. VI International scientific-practice. conf. young scientists*, Krasnoyarsk: 2013, pp. 204–206.
- [4] Tipsina N. N., Pikuleva E. N., Tumanova A. E. Poroshok iz Sibirskoi grushi dlya proizvodstva keksov [Siberian Pear Powder for the Production of Muffins]. *Food processing industry*, 2014, no. 2. pp. 34–35.
- [5] Cherednichenko K. V. Razrabotka tekhnologii funktsional'nykh pishchevykh produktov iz razlichnykh sortov grushi [Development of technology of the functional foodstuff from various grades of pear]. PhD technical sciences. Dis. Krasnodar, 2001. 169 p.
- [6] Lokvanets O. V., Litovchenko O. M. A study of the effect of technological approach on the quality of pear wine materials. *Wine-making and viticulture*, 2011. T. 41, no. 2, pp. 117–119.
- [7] Vlashchik L. G. Vinogradnyi pektinovyj ekstrakt dlya napitkov [Grape pectinaceous extract for drinks]. *Wine-making and viticulture*, 2002, no 4, pp. 20–21.
- [8] Roshhin V. I. Gruppovoi sostav ekstraktivnykh veshchestv list'ev i pobegov osiny (Populus tremula L). [Group composition of extractives leaves and shoots Aspen (Populus tremula L)] *Wood chemistry*. 1986, no 4, pp. 106–109

- [9] Roshhin V.I. Sostav ekstraktivnykh veshchestv khvoi i pobegov eli evropeiskoi [Composition of extractives of pine and spruce shoots] Wood chemistry. 1983, no. 4, pp. 56–61.
- [10] Kostenko V.G. Khromatograficheskii analiz sakharov, poluchaemykh v protsesse pererabotki rastitel'nogo syr'ya [Chromatographic analysis of sugars obtained from plant raw material processing] Moscow, Publ. 1984. 44 p.
- [11] Donchenko, L.V. Tekhnologiya pektina i pektino produktov [Technology of pectin and pectic products]. Moscow, DeLi, Publ. 2000. 251 p.
- [12] Kosareva O.I. Fermentnaya obrabotka v tekhnologii polucheniya pektinoproduktov. [Bacterial treatment in technology of pectic products receipt]. Base and applicable researches in the modern world, 2015, no. 12–1, pp. 132–134.
- [13] Donchenko L.V. Vliyanie temperatury na ekstragirovanie pektina [Temperature influence on pectin's extraction] Food processing in dustry. 1988, no 6, pp. 31.
- [14] Donchenko, L.V. Osobennosti protsessa gidroliza protopektina iz rastitel'noi tkani [Distinctions of protopectin hydrolysis from plant tissue]. Works of Kubanskii Agricultural University, 2006, no 1, pp 288–297.
- [15] Donchenko L.V. O vliyani razmera chastits syr'ya na vykhod pektinovykh veshchestv v proizvodstve [About the influence of a size of raw material partical on the pectin substance output in manufacturing] Food processing in dustry. 1987, no 2, pp. 21.
- [16] Williams R.R. The modern perry pears orchards. Perry pears. Bristol, 1963. pp. 173–184.
- [17] Dubois M., Gilles K.A. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analyt. Chem. 1956. V.28, pp. 350–356.