

УДК 664.6.001.8

ББК 36.91

Т-665

*Третьякова Наталья Романовна, аспирант кафедры технологии и организации питания Института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т.: 8(861)274-67-45, e-mail: [evb11@yandex.ru](mailto:evb11@yandex.ru);*

*Тетенева Алла Геннадьевна, аспирант кафедры технологии и организации питания Института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т.: 8(861)274-67-45, e-mail: [evb11@yandex.ru](mailto:evb11@yandex.ru);*

*Барашкина Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации питания Института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т. 8(861)274-67-45, e-mail: [evb11@yandex.ru](mailto:evb11@yandex.ru);*

*Зайко Галина Михайловна, доктор технических наук, профессор кафедры технологии и организации питания Института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т. 8(861)274-67-45, e-mail: [evb11@yandex.ru](mailto:evb11@yandex.ru).*

### **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕКТИНА\***

(рецензирована)

*Установлены оптимальные параметры проведения процесса гидролиза-экстрагирования пектиновых веществ с применением электромагнитного поля крайне низкочастотного диапазона. Пектин, полученный в этих условиях, характеризуется высокой связывающей способностью.*

*Ключевые слова: пектин, связывающая способность, электромагнитное поле крайне низкочастотного диапазона (ЭМП КНЧ), гидролиз-экстрагирование, яблочные выжимки, свекловичный жом.*

*Tretjakova Natalia Romanovna, post-graduate student of the Department of Technology and Catering of Institute Food and Processing Industry, Kuban State Technological University, tel.: 8(861) 274-67-45, an e-mail: [evb11@yandex.ru](mailto:evb11@yandex.ru);*

*Teteneva Alla Gennadjevna, post-graduate student of the Department of Technology and Catering of Institute Food and Processing Industry, Kuban State Technological University, tel.: 8(861) 274-67-45, an e-mail: [evb11@yandex.ru](mailto:evb11@yandex.ru);*

*Barashkina Elena Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department of Technology and Catering of Institute Food and Processing Industry, Kuban State Technological University, tel.: 8(861) 274-67-45, an e-mail: [evb11@yandex.ru](mailto:evb11@yandex.ru);*

*Zaiko Galina Michailovna, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Technology and Catering of Institute Food and Processing Industry, Kuban State Technological University, tel.: 8(861) 274-67-45, an e-mail: [evb11@yandex.ru](mailto:evb11@yandex.ru).*

### **APPLICATION OF ELECTROMAGNETIC PROCESSING OF VEGETABLE RAW MATERIALS IN PECTIN ALLOCATION TECHNOLOGY**

(reviewed)

*Optimum parameters of carrying out the process of hydrolysis-extraction of pectin-containing substances with application of an electromagnetic field of the extremely low-frequency range have been established. The pectin obtained in these conditions is characterized by high connecting ability.*

*Key words: pectin, connecting ability, an electromagnetic field of the extremely low-frequency range (EMF ELF), hydrolysis-extraction, apple residue, beet press.*

Основными процессами технологии выделения пектина из растительного сырья, в значительной мере определяющими эффективность производства и качество целевого продукта, являются технологические факторы гидролиза протопектина и экстракции пектиновых веществ. При этом изменение пектиновой молекулы зависит от концентрации водородных ионов в гидролизуемой смеси, температуры и продолжительности проведения процесса гидролиза-экстрагирования.

Известно, что повышение температуры процесса гидролиза-экстрагирования приводит к ускорению этого процесса, а также оказывает влияние на качественные и количественные показатели

выделенного пектина, в том числе и на связывающую способность по отношению к ионам тяжелых металлов [1-3].

Согласно проведенным на кафедре технологии и организации питания КубГТУ исследованиям установлено, что под воздействием ЭМП КНЧ и действием кислот природный протопектин подвергается гидролизу при температуре 25<sup>0</sup>С [4].

Учитывая это, проведены исследования по определению оптимальных параметров воздействия ЭМП КНЧ при проведении процесса гидролиза-экстрагирования пектина из отходов растительного сырья (яблочных выжимок и свекловичного жома). Целью исследований являлось определение условий максимального выхода пектиновых веществ, обладающих высокой связывающей способностью. Для проведения исследований применяли метод планирования эксперимента Бокса-Хантера по трехфакторному эксперименту. Гидролиз-экстрагирование предполагается проводить в три этапа:



С этой целью выбрали факторы, предположительно оказывающие наибольшее влияние при гидролизе-экстрагировании пектиновых веществ на выход пектина, % (У1 – яблочного, Z1 – свекловичного) и его связывающую способность по отношению к ионам свинца, мг Pb<sup>2+</sup>/г пектина (У2 – яблочного, Z2 – свекловичного): фактор X1 – продолжительность первого гидролиза, мин; фактор X2 – продолжительность обработки экстракта ЭМП КНЧ, мин; фактор X3 – продолжительность второго гидролиза, мин.

Диапазоны варьирования факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Диапазоны варьирования факторов

Наименование сырья	Варьирование факторов		
	X1 – продолжительность первого гидролиза	X2 – продолжительность обработки экстракта ЭМП КНЧ	X3 – продолжительность второго гидролиза
Яблочные выжимки	от 0 до 120 минут (t= плюс 80°С)	от 0 до 60 минут (t= плюс 20°С, f= 25 Гц)	от 0 до 120 минут (t= плюс 80°С)
Свекловичный жом	от 0 до 180 минут (t= плюс 90°С)	от 0 до 90 минут (t= плюс 20°С, f= 29 Гц)	от 0 до 180 минут (t= плюс 90°С)

Гидролизуемую смесь (рН 2,0) получали добавлением к яблочным выжимкам (с содержанием пектиновых веществ 2,5% на сырое вещество) или свекловичному жому (с содержанием пектиновых веществ 5% на сырое вещество) раствора лимонной кислоты, при этом гидромодуль составлял 1:6.

Связывающую способность пектина определяли по отношению к ионам свинца модифицированным методом [5]. Содержание пектиновых веществ в полученных экстрактах определяли кальций-пектатным методом.

После проведения регрессионно-корреляционного анализа полученных экспериментальных данных на ПК с помощью опции «Поиск решения» программы Statistica, получены уравнения регрессии, адекватно описывающие изменения основных показателей, свидетельствующих о количестве выделенного пектина (1, 2) и о связывающей способности по отношению к свинцу (3, 4) при различных условиях.

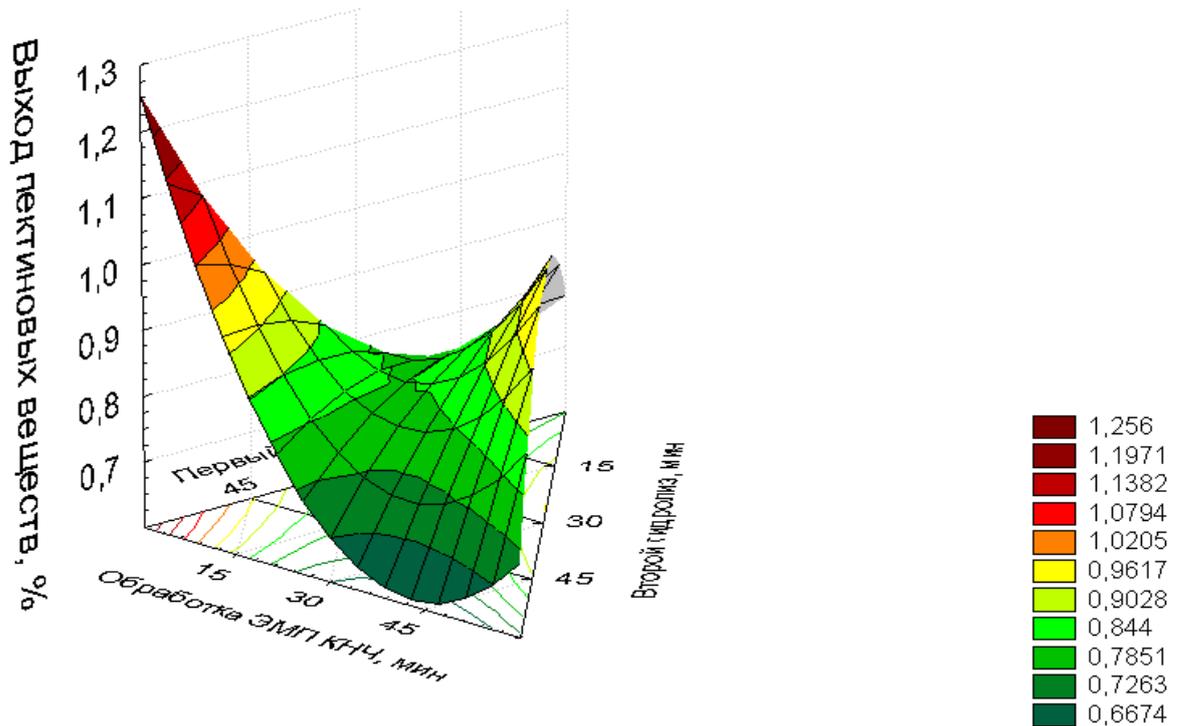
$$Y1 = 0,0081 \cdot X_1 + 0,0062 X_2 + 0,0174 \cdot X_3 - 0,00039 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,00012 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,00017 \cdot X_2^2 \quad (1)$$

$$Z1 = 0,017 \cdot X_1 + 0,006 \cdot X_2 + 0,007 \cdot X_3 - 0,0003 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,0003 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,0005 \cdot X_2^2 \quad (2)$$

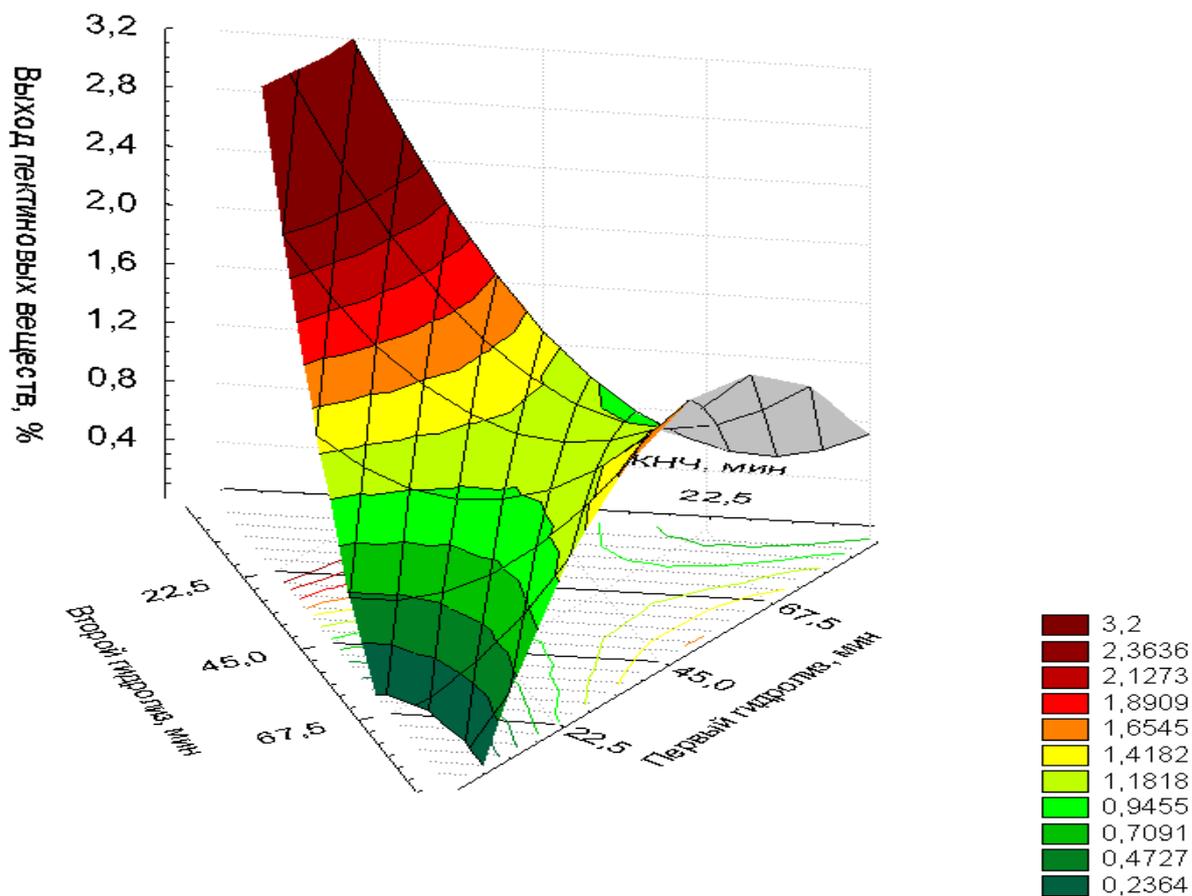
$$Y_2 = 19,0958 \cdot X_1 + 19,914X_2 + 23,354 \cdot X_3 + 0,0384 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,2686 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,331 \cdot 0,225 \cdot X_1^2 - 0,233 \cdot X_2^2 - 0,1607 \cdot X_3^2 \quad (3)$$

$$Z_2 = 2,61 \cdot X_1 + 17,31 \cdot X_2 + 18,62 \cdot X_3 + 0,055 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,0696 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,076 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,065 \cdot X_1^2 - 0,214 \cdot X_2^2 - 0,144 \cdot X_3^2 \quad (4)$$

В результате обработки результатов эксперимента были получены массивы данных отражающих уравнения регрессии общего вида, характеризующие динамику изменения выхода пектиновых веществ и связывающую способность пектина по отношению к ионам свинца в зависимости от параметров проведения процесса гидролиза-экстрагирования. С целью определения степени влияния изучаемых факторов на выход пектиновых веществ и связывающую способность по отношению к ионам свинца полученные результаты интерпретировали на основании ранжирования переменных. Частные зависимости влияния факторов на процессы выхода пектиновых веществ и связывающую способность приведены в виде графиков зависимостей в четырехмерном пространстве, рисунки 1 и 2.

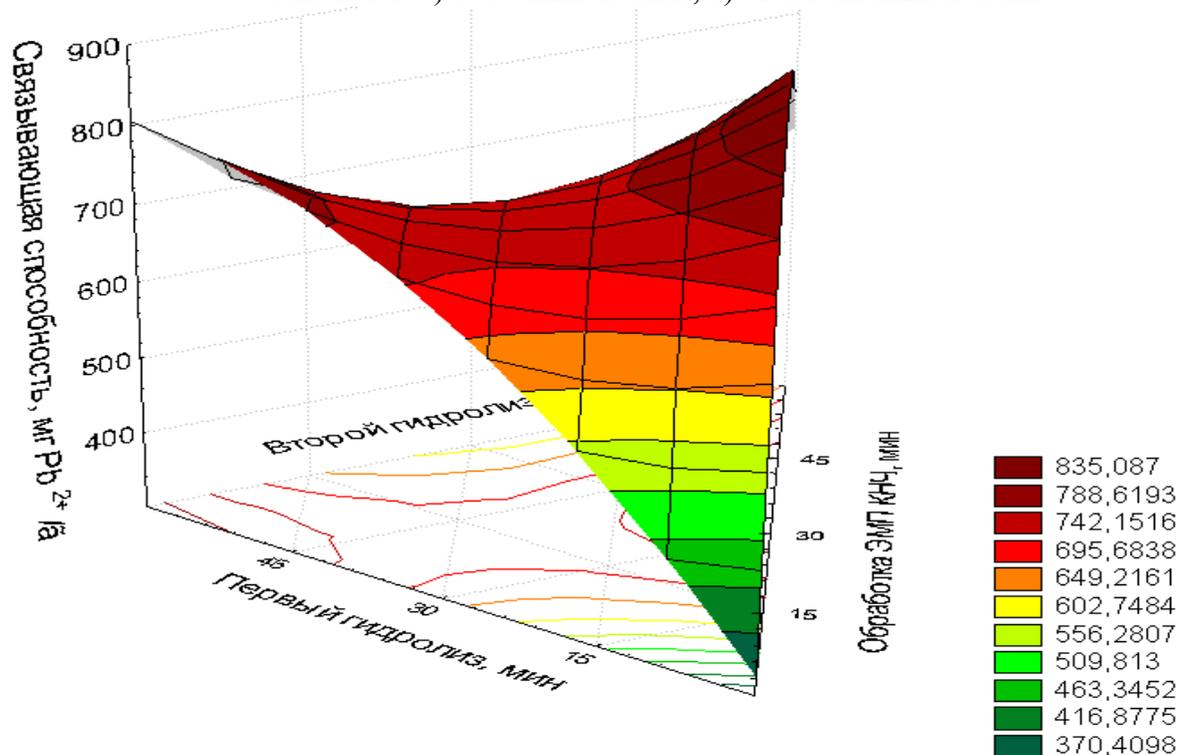


a)

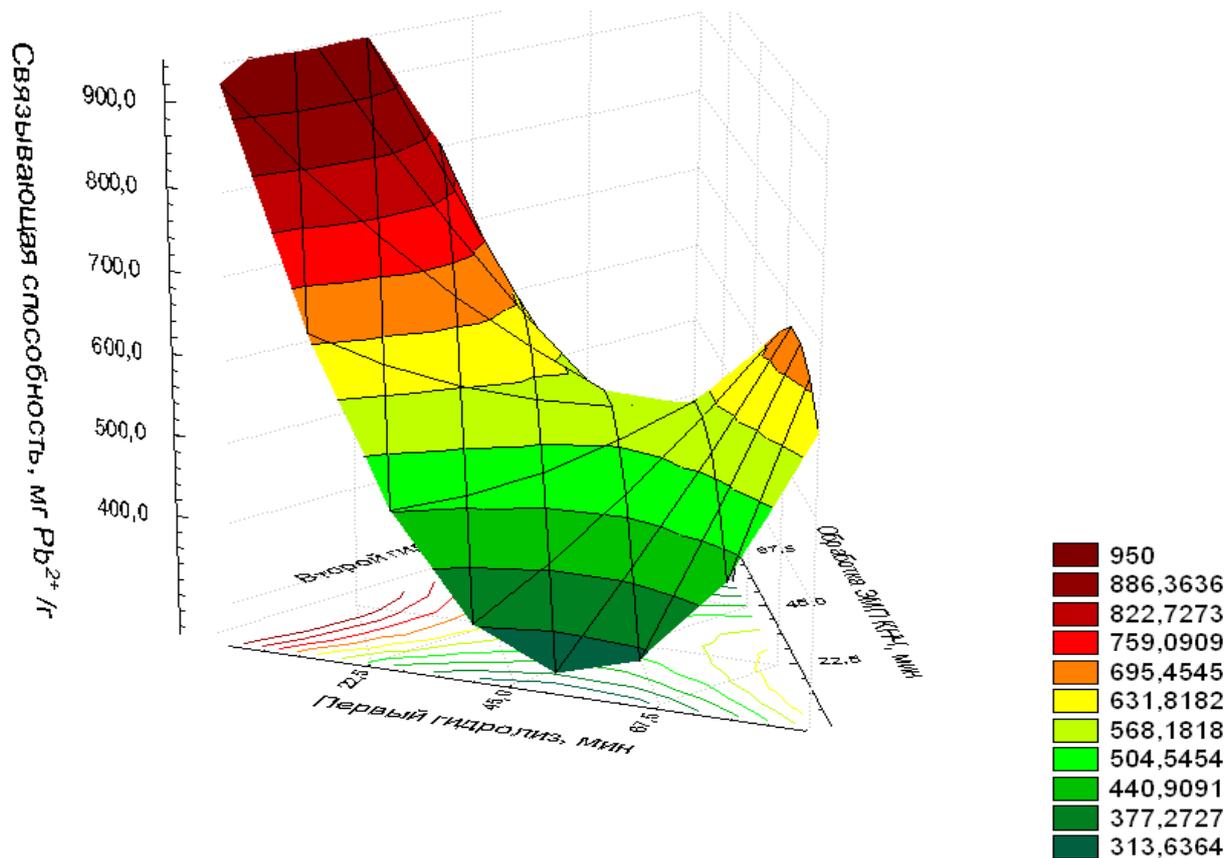


б)

Рисунок 1 – Зависимость выхода пектиновых веществ от времени проведения теплового гидролиза и воздействия ЭМП КНЧ: а) яблочный пектин, б) свекловичный пектин



а)



б)

Рисунок 2 – Зависимость связывающей способности пектиновых веществ от времени проведения гидролиза и обработки ЭМП КНЧ: а) яблочный пектин, б) свекловичный пектин

Определено, что выход яблочного пектина варьировался от 0,7% до 1,2%; свекловичного – от 0,60% до 2,4%; при этом связывающая способность яблочного пектина варьировалась в пределах от 380,8 до 826,5 мг Pb<sup>2+</sup>/г, свекловичного – от 308,6 до 887,1 мг Pb<sup>2+</sup>/г. Установлено, что увеличение длительности тепловой обработки приводит к увеличению выхода пектина и одновременно снижению его связывающей способности.

Как показали исследования, длительная тепловая обработка способствует увеличению выхода пектина, но при этом его связывающая способность снижается, что обусловлено изменением нативных свойств пектиновой молекулы. По степени влияния факторов на связывающую способность пектина по отношению к Pb<sup>2+</sup> рассматриваемые факторы можно расположить в ряд по убыванию: гидролиз после электромагнитной обработки – обработка экстракта ЭМП КНЧ – гидролиз до электромагнитной обработки. В результате анализа установлено, что при менее продолжительном тепловом гидролизе и более продолжительной обработке ЭМП КНЧ связывающая способность пектина повышается.

Математическая обработка экспериментальных данных позволила определить оптимальные режимы проведения процесса гидролиза-экстрагирования пектина:

- из яблочных выжимок: электромагнитная обработка смеси в течение от 55 до 60 минут ( $f = 25$  Гц), гидролиз при температуре 80°C от 30 до 40 минут. При таких технологических параметрах выход пектина составит от 1,2 до 1,4%, связывающая способность от 700 до 750 мг Pb<sup>2+</sup>/г пектина;

- из свекловичного жома: электромагнитная обработка смеси ( $f = 29$  Гц) в течение от 80 до 90 минут, с последующим гидролизом при температуре 80°C от 60 до 70 минут. При таких технологических параметрах выход пектина составит от 2,4 до 2,8%, связывающая способность от 750 до 800 мг Pb<sup>2+</sup>/г пектина.

Таким образом, можно сделать вывод, что воздействие ЭМП КНЧ на растительное сырье в процессе выделения пектина, позволяет снизить продолжительность теплового гидролиза и при этом получить пектин с высокой связывающей способностью.

*\* Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы*

### Литература:

1. Василенко З.В., Никулин В.И., Седакова В.А. Влияние условий процесса гидролиза-экстрагирования протопектина яблочных выжимок на качество получаемого пектина // Хранение и переработка сельхозсырья. 2006. №7. С. 25.
2. Даниловцева А.Б., Полякова И.В. Оптимизация технологических параметров гидролиза-экстрагирования при получении пектина из плодово-ягодного выжимок // Там же. 2007. №5. С. 32-33.
3. Новый подход к производству пектина / И.Н. Алейников [и др.] // Пищевая промышленность. 2000. №1. С. 59.
4. Оптимизация технологических условий выделения пектина из растительного сырья / Н.Р. Третьякова [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. 2011. №2-3. С. 49-51.
5. Комплексные соединения в аналитической химии / Умланд Ф. [и др.]. М.: Мир, 1975. 531 с.

### References:

1. Vasilenko Z.V., Nikulin V.I., Sedakova V. A. Influence of conditions of the hydrolysis-extraction of apple pomace protopectin on the quality of the pectin // / Storage and processing of agricultural raw materials. 2006. № 7. P. 25.
2. Danilovtseva A.B., Polyakova I.V. Optimization of technological parameters of the hydrolysis-extraction in obtaining pectin of fruit marc // The same. 2007. № 5. P. 32-33.
3. A new approach to the production of pectin / I.N. Aleinikov [and others] // Food Industry. 2000. № 1. P.59.
4. Optimization of the technological conditions of the pectin extraction from plant material / N.R. Tretyakova [and others] // Proceedings of the universities. Food technology. 2011. № 2-3. P.49-51.
5. Complex compounds in analytical chemistry / Umland F. [and others]. M.: Myr, 1975. 531 p.