

**УДК 631.577**

**Каплина Т.В., Миронов Д.А.**

**ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ЯГОД, ОБРАБОТАННЫХ В  
ВИХРЕВОМ СЛОЕ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ**

*Высшее учебное заведение Укоопсоюза “Полтавский университет  
экономики и торговли”, Полтава, Коваля 3, 36003*

**UDC 631.577**

**Kaplina T.V., Mironov D.A.**

**STUDY OF MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF PLANT EXTRACTS  
FROM BERRIES, PROCESSED IN A VORTICAL LAYER OF  
FERROMAGNETIC PARTICLES**

*Higher education institution of Ukoopspilka "Poltava University of Economics and  
Trade", Poltava, Kovalya 3, 36003*

*Аннотация. В статье рассмотрена возможность использования вихревого слоя ферромагнитных частиц аппарата ВА-100 для снижения уровня обсеменения растительных экстрактов из ягод шиповника, облепихи и калины, обработанных в ВСФЧ. Установлено существенное уменьшение содержания бактерий, плесневых грибов и дрожжей в экстрактах из ягод, обработанных в ВСФЧ.*

*Ключевые слова: растительные экстракты, микробиологические показатели, вихревой слой ферромагнитных частиц.*

*Abstract. The article discusses the use of the turbulent layer of ferromagnetic particles machine VA-100 to reduce the level of contamination of plant extracts from hips, buckthorn and viburnum, processed VLFP. A substantial reduction of bacteria, mold fungi and yeast extracts of fruits, processed VLFP.*

*Keywords: plant extracts, microbiological parameters, the vortical layer of ferromagnetic particles.*

Постановка проблемы. Известно, что растительное сырье является незаменимым источником витаминов, микро-и макроэлементов, органических кислот, которые необходимы для обеспечения процессов жизнедеятельности организма человека [1]. Наиболее употребляемыми плодами и ягодами, на сегодня, как показывают исследования, являются: яблоки, сливы, виноград, лимоны, апельсины, мандарины, томаты, клубника, черешня, груши, вишни, земляники, смородина и др. Но, собранный урожай сложно использовать в полной мере по ряду причин: сложность хранения в течение длительного времени, разрушения биологически активных веществ (БАВ), потеря потребительских свойств и товарного вида [2]. Именно поэтому, в пищевой промышленности определенное количество продукции перерабатывают на соки, разнообразные экстракты и т.д. Целесообразность использования последних, как источника БАВ в технологиях пищевых продуктов была доказана такими учеными Украины и стран СНГ, как: И.И. Бурачевський, П.Я. Бачурин, И.И. Фертман, Г.Л. Филонова, В. Лысянский, Р.Ю. Павлюк, И.Н. Демидов, В.И. Коваленко, Л.А. Данилова, В.А. Домарецкий, А.Г. Бурдо, Л.В. Капрельянц, Л.А. Осипова и др. [3]. В последние 10-15 лет растительные экстракты для пищевой промышленности начали активно изготавливать из нетрадиционного лечебного сырья, такого, как: шиповник, боярышник, брусника, рябина, почки березы, чеснок и лук, мать и мачеха, сирень и др.

Существенным недостатком существующих на сегодня методов переработки растительного сырья при изготовлении экстрактов является окисление и разрушение витаминов, ароматических веществ, фенольных соединений, что приводит к ухудшению качества конечной продукции по сравнению с исходным сырьем.

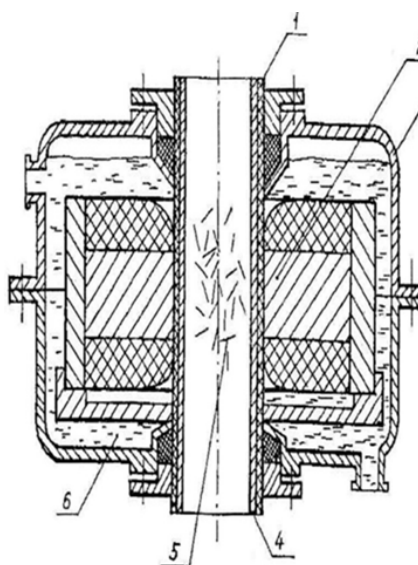
Анализ последних исследований. Анализ перспективных методов переработки растительного сырья показал, что одним из прогрессивных способов является использование аппаратов с вихревым слоем (АВС).

Вихревой слой ферромагнитных частиц электромагнитного поля, позволяет интенсифицировать ряд технологических процессов за счет комплексного воздействия на обрабатываемое сырье интенсивного перемешивания и диспергирования, акустической и электромагнитной обработки, трения, высоких локальных давлений, электролиза [4]. Целесообразность использования АВС при разработке новых технологий пищевой продукции, показана учеными: автором статьи Каплиной Т.В., Павлюк Р.Ю., Дибривской Н.В. [5]. Проведенными работами доказана возможность использования АВС в технологиях изготовления хлебобулочных изделий, соусов на эмульсионной основе, при переработке растительного сырья [6, 7]. Научно обоснован и разработан новый способ активации биологически активных веществ и биополимеров плодово-ягодного сырья с использованием предварительной обработки в вихревом слое ферромагнитных частиц переменного электромагнитного поля, который сопровождается процессом измельчения ягод при получении из них пастообразных функциональных полуфабрикатов добавок, и проявляется в более полном извлечении БАВ из связанного состояния в наноконплексах с биополимерами в свободное и деструкции биополимеров - пектиновых веществ, их трансформации в растворимую форму и получения полуфабрикатов с более высокими желеобразующими свойствами [5, 6]. Перечисленные возможности использования ВСФЧ позволяют разрабатывать новые технологии пищевой продукции, среди которых перспективным является разработка напитков с повышенным содержанием БАВ на основе растительных экстрактов из ягод шиповника, облепихи и калины, предварительно обработанных в рабочей камере АВС.

При разработке новой продукции одними из важных показателей, которые регламентируются нормативно-технической документацией, являются микробиологические.

Цель статьи. Исследование микробиологических показателей растительных экстрактов из ягод шиповника, облепихи и калины, предварительно обработанных в ВСФЧ.

Основные материалы исследований. Учеными "Полтавского университета экономики и торговли" для разработки новых технологий пищевой продукции использовался ВСФЧ, создаваемый в рабочей камере промышленного аппарата ВА - 100 (аппарат вихревой), общая принципиальная схема которого представлена на рис. 1. Для практического использования ВСФЧ частицы помещают в рабочую камеру, вокруг которой размещают устройство, создающее в рабочей зоне этой камеры вращающееся электромагнитное поле. Такое поле достаточной напряженности приводит к движению ферромагнитных неравноосных частиц, которые создают вихревой слой (рис. 2).



- 1 - корпус из немагнитного материала;
- 2 – индуктор, вращающегося электромагнитного поля;
- 3 - металлическая рубашка;
- 4 - рабочая камера аппарата;
- 5 - ферромагнитные частицы;
- 6 - охлаждающее трансформаторное масло.

**Рис. 1. Принципиальная схема аппарата ВА-100**



**Рис. 2. Вид вихревого слоя ферромагнитных частиц в рабочей зоне аппарата ВА-100 [4]**

При получении растительных экстрактов проблема предотвращения микробиологического загрязнения сырья решается за счет предварительной сортировки и мытья, использование водных растворителей с высокими температурами или спиртовых растворителей и дальнейшего процесса стерилизации готовой продукции. Данные операции существенно снижают качественные и потребительские свойства конечного продукта. Решить существующую проблему возможно путем изменения технологических параметров на этапе извлечения БАВ.

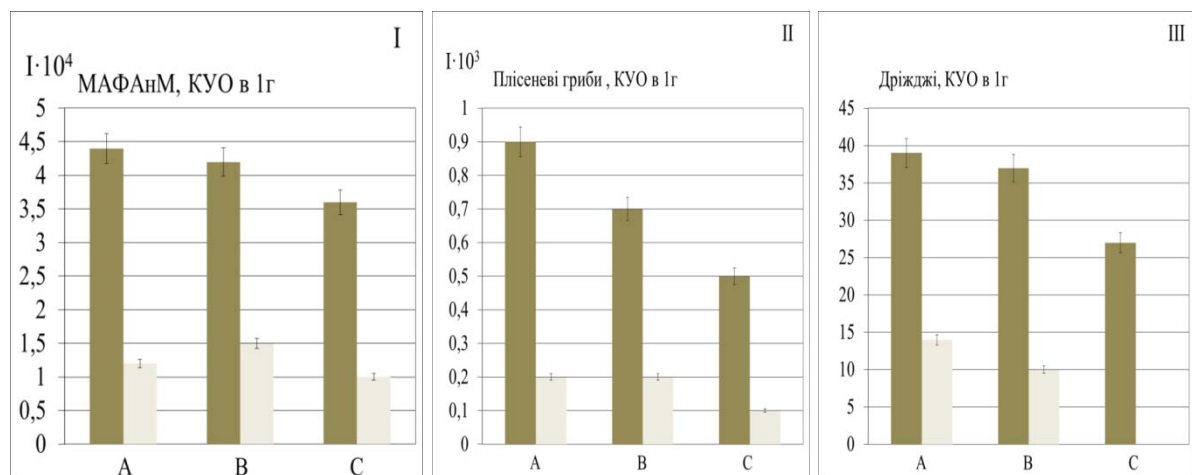
Традиционно при использовании водного растворителя его температуру обычно поднимают до 100 ° С, что приводит к существенному разрушению полезных веществ. Применение водно-спиртовых растворителей требует деалкоголизации экстрактов для использования в безалкогольных напитках. Такая операция приводит к потере витаминов и разрушения веществ с витаминной активностью, а также существенно влияет на стоимость изготовления. Использование ВСФЧ позволяет отказаться от водно-спиртовых растворов, а также снизить температуру водных экстрагентов.

Для реализации поставленной цели экстракты готовили по рациональным технологическим режимам из свежих ягод, измельченных промышленным путем (контроль), и из ягод, которые были обработаны в ВСФЧ 120 с, при параметрах: величина магнитной индукции ( $B = 0,13$  Тл), масса одновременно загруженных ферромагнитных частиц ( $m = 100$  г). В качестве объекта исследований использовали: калину обыкновенную - РСТУ 1940 "Плоды калины обыкновенной свежие. ТУ "; плоды шиповника - ГОСТ 1994-76" Плоды шиповника. Технические условия "; плоды облепихи - РСТ УССР 1984-88" Облепиха свежая. Технические условия ".

При этом контролировали следующие микробиологические показатели: общее количество колиформных мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов; дрожжи и плесневые грибы; патогенные микроорганизмы, в том числе *Staphylococcus aureus*; БГКП (бактерии группы кишечной палочки-*Eischerichia coli*).

Определение проводили путем поверхностного посева по 0,1 см<sup>3</sup> на агаризованной питательной среде: мясо-пептонный агар (МАФАНМ), сусло-агар (дрожжи и грибы), и эндосреда (E.Coli). Чашки с посевами инкубировали в течение 2 ... 3 суток при температуре 37 °С для определения общего количества микроорганизмов (МАФАНМ), патогенных микроорганизмов и бактерий группы кишечной палочки. Посевы на чашки со средой сусло-агар для выявления грибов и дрожжей инкубировали при температуре 28 °С в течение 5 ... 7 дней. Микробиологические показатели свежеприготовленных экстрактов шиповника, облепихи и калины, приготовленных традиционным путем, соответствуют требованиям существующих нормативов по всем показателям. Это подтверждает эффективность промышленных методов подготовки сырья, и указывает на высокое содержание БАВ, особенно фенольных соединений, способствующих предотвращению развития микроорганизмов. Показано, что по сравнению с нормативными показателями количество МАФАНМ уменьшилась на 12 ... 28%, дрожжей на 10 ... 50%, плесневых грибов на 22 ... 46%. Содержание патогенных микроорганизмов не выявлено ни в одном из образцов (рис. 4, табл. 1). Установлено, что уровень микроорганизмов экстракта из ягод калины, снизился на 28 ... 46%, по сравнению с нормативными. Такие результаты можно объяснить высоким содержанием в ягодах калины фитонцидов, которые уничтожают микробы, а также антоцианов и вибурнина - горький гликозид, который имеет самые целебные свойства и придает калине горький вкус. Однако, микробиологические показатели экстрактов из ягод шиповника и облепихи имеют значение ниже нормативных на 10 ... 30%, что достаточно мало для микробиологической стабильности конечных продуктов. Подтверждением, являются результаты проведенных нами анализов, которые говорят о необходимости поиска новых способов предотвращения поражения микроорганизмами растительной продукции, основанные на действия физических факторов. При обработке ягод шиповника облепихи и калины в ВСФЧ, установлено его высокую бактерицидность по сравнению с контролем и нормативными показателями. При этом

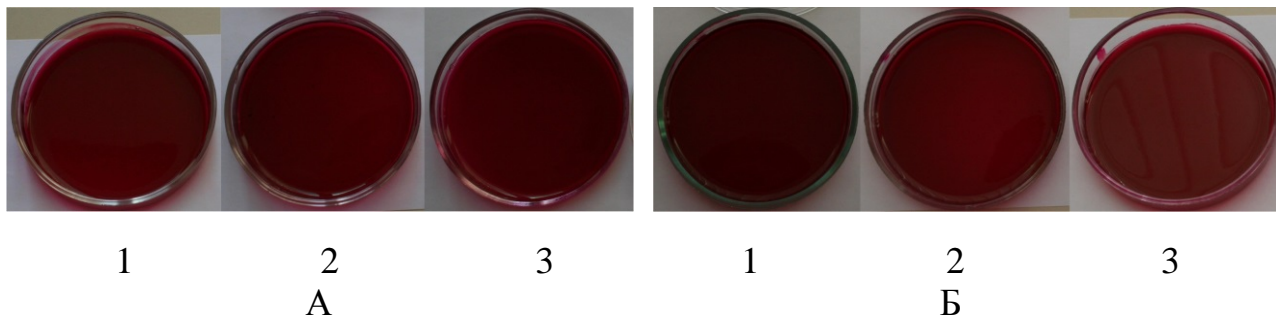
необходимо учитывать комплекс факторов, которые происходят в ВСФЧ: ультразвук, акустические колебания, кавитация и т.д., а также интенсивное перемешивание и диспергирование, которые могут резко изменить условия существования микроорганизмов. Обработка растительного сырья в ВСФЧ привела к торможению или пассивному росту колоний микроорганизмов. Следует отметить, что наибольшее торможение роста микроорганизмов наблюдалось в экстрактах из ягод калины, что может быть, также связано, с положительным влиянием ВСФЧ на выход БАВ (рис. 3).



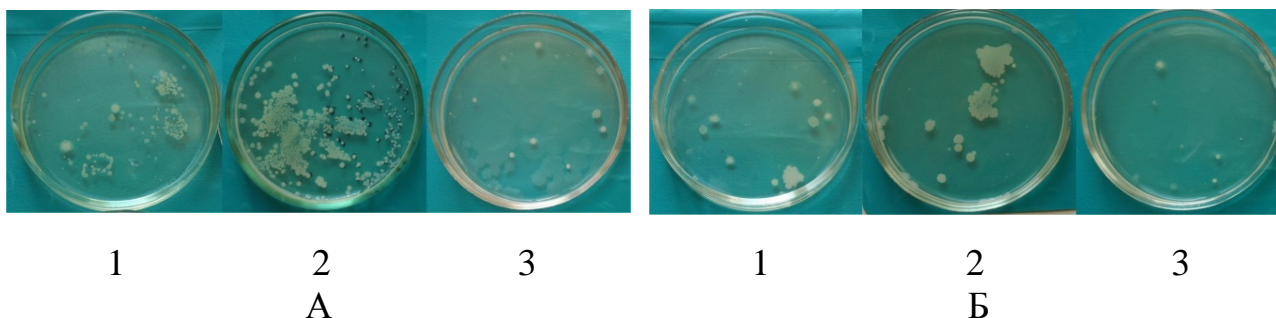
**Рис. 3. Влияние обработки ягод шиповника (А), облепихи (В), калины (С) в ВСФЧ на микробиологические показатели растительных экстрактов: I - МАФАнМ, КУЕ; II - количество плесневых грибов, КУЕ; III - количество дрожжей, КУЕ**

Авторами аппарата ВА - 100 установлено, что при использовании ВСФЧ тело равномерно нагревается по всему объему, а также изменяется теплоемкость системы, а ударные нагрузки приводят к значительной активации поверхности, за счет деформации кристаллической решетки и повышения температуры. Также, ВСФЧ влияет на поверхностные структуры микроорганизмов - цитоплазматическую мембрану (ЦПМ). Возможные эффекты ученые связывают с нарушением электрохимического баланса мембран, в результате чего они поляризуются и изменяется их проницаемость. Вместе с тем, происходят структурные изменения с ферментами, и их

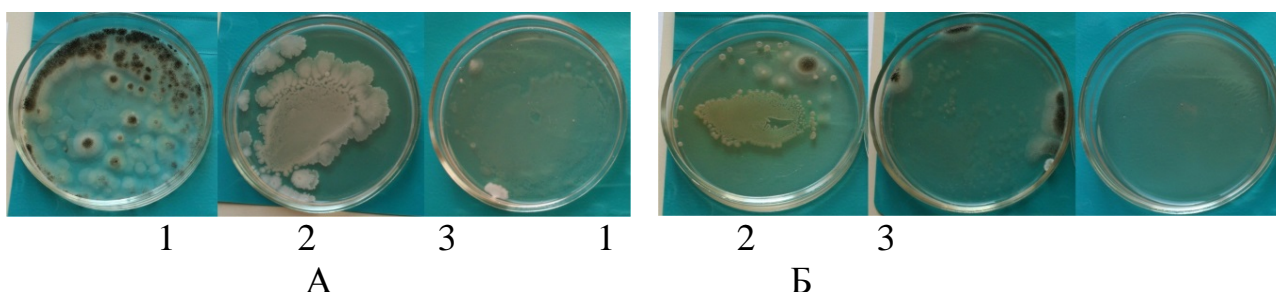
комплексами. Поэтому возможно предположить, что действие ВШФЧ на микроорганизмы может включать несколько механизмов, которые связаны с нарушением транспортной функции мембран клеток микроорганизмов, что обуславливает увеличение проницаемости ЦПМ.



**Рис. 4. Влияние измельчения ягод шиповника (1), облепихи (2) и калины (3) на энтеробактерии: А - ягоды измельченные традиционным путем; Б - ягоды измельченные в аппарате ВА - 100**



**Рис. 5. Влияние измельчения ягод шиповника (1), облепихи (2) и калины (3) на содержание плесневых грибов: А – ягоды, измельченные традиционным путем; Б – ягоды, измельченные в аппарате ВА - 100**



**Рис. 6. Влияние измельчения ягод шиповника (1), облепихи (2) и калины (3) на количество микроорганизмов: А – ягоды, измельченные традиционным путем; Б – ягоды, измельченные в аппарате ВА - 100**



Таблица 1

**Сравнительная микробиологическая оценка растительных экстрактов из свежих ягод шиповника, облепихи и калины, измельченных промышленным путем и обработанных в ВСФЧ**

Растительное сырье	Микробиологические показатели	Допустимые нормы	Промышленное измельчение (контроль)	Обработка в ВСФЧ (опыт)	Изменения микробиологических показателей, %
1	2	3	4	5	6
Шиповник	МАФАНМ, КУЕ в 1г	$5,0 \cdot 10^4$	$4,4 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	< 72
	Дрожжи, КУЕ в 1г	$1,0 \cdot 10^3$	$0,9 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^3$	< 78
	Плесневые грибы, КУЕ в 1 г	50,0	39	14	< 64
	БГКП, в 0,1 г	Не допускается	Не выявлено	Не выявлено	-
Облепиха	МАФАНМ, КУЕ в 1г	$5,0 \cdot 10^4$	$4,2 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^4$	< 64
	Дрожжи, КУЕ в 1г	$1,0 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^3$	< 71
	Плесневые грибы, КУЕ в 1 г	50,0	37	10	< 73
	БГКП, в 0,1 г	Не допускается	Не выявлено	Не выявлено	-
Калина	МАФАНМ, КУЕ в 1г	$5,0 \cdot 10^4$	$3,6 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^4$	< 72
	Дрожжи, КУЕ в 1г	$1,0 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^3$	$0,1 \cdot 10^3$	< 80
	Плесневые грибы, КУЕ в 1 г	50,0	27	-	< 100
	БГКП, в 0,1 г	Не допускается	Не выявлено	Не выявлено	-

Установлено, что при обработке растительного сырья в ВСФЧ 120 с количество МАФАНМ уменьшилось на 64 ... 72%, дрожжей на 71 ... 80%,

плесневых грибов на 64 ... 100% (рисунок 3 ... 6, таблица 1). Патогенных микроорганизмов не выявлено ни в одном из образцов.

Механизм антибактериального действия обработки ягод в ВШФЧ, очевидно связан с поляризацией и существенной переориентацией диполей воды в одном направлении, что приводит к повреждению, деформации и разрушения вегетативных клеток микроорганизмов, одноклеточных микроскопических грибов, дрожжей, плесневых грибов [6]. Необходимо учитывать, что в рабочей камере аппарата ВА-100 происходят акустические колебания и ультразвуковые волны, созданные соударениями ферромагнитных частиц. Ультразвуковые волны вызывают мгновенные разрывы бактериальных и растительных клеток и клеточных структур. По данным многих исследований, в поле ультразвуковых волн грамм положительные и грамотрицательные, аэробные и анаэробные, патогенные и непатогенные бактерии подвергаются существенной дезинтеграции [8].

Выводы: В результате проведенных исследований по определению микробиологических показателей растительных экстрактов из ягод шиповника, облепихи и калины обработанных в вихревом слое ферромагнитных частиц установлено существенное уменьшение количества микроорганизмов. Описаны возможный механизм антимикробного и антигрибкового действия ВСФЧ. Таким образом обработку ягод в ВСФЧ с научно обоснованными режимами обработки можно рекомендовать для разработки новых технологий безалкогольных напитков с повышенным содержанием БАВ.

#### Литература:

1. Домарецький В.А. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини. / Домарецький В.А., Прибильський В.Л., Михайлов М.Г. За редакцією В.А. Домарецького [Підручник]. – Вінниця: Нова Книга, 2005. – 408 с.
2. Капліна Т.В. Вплив обертового змінного електромагнітного поля на екстракцію плодово-ягідної сировини /Т.В Капліна, В.М. Оберемок, Д.А.

Миронов. Л.М. Бабич// Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Нові ресурсо- та енергозберігаючі технології харчових виробництв” 1-2 березня 2007 року. – Полтава: РВЦ ПУСКУ, 2007. – 211 с.

3. Павлюк Р.Ю. Новые технологии биологически активных расительных добавок и их использование в продуктах иммуномоделирующего и радиозащитного действия: [Монография] / Р.Ю. Павлюк, А.И. Черевко, В.В. Погарская, и др.; Харьк. гос. академия технол. и орг. питания; Укр. национальный ун-т пищ. технологий. – Харьков; Киев, 2002. – 205с.: ил. 37, Библиогр.: с. 183-205.

4. Логвиненко Д.Д. Интенсификация технологических процессов в аппаратах с вихревым слоем / Логвиненко Д.Д., Шеляков О.П. “Техника”, 1976, 144 с.

5. Павлюк Р.Ю. Активация рослинних біологічно активних речовин фізичними методами [Текст] : монографія / Р.Ю. Павлюк, Н.В. Дібрівська, В.А. Павлюк, В.В. Яницький, Т.В. Крячко; Харківський держ. ун-т харч. та торгівлі; Полтавський ун-т екон. і торгівлі; Харківський торгов.- екон. ін.-т КНТЕУ; Департамент харч. пром-сті Міністерства аграрної політики України. – Х.: ХДУХТ, 2010. – 152 с. – (Серія “Нове в технології переробки плодів”).

6. Дібрівська Н. Технологія функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід з використанням обробки в змінному електромагнітному полі : дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / Дібрівська Наталія Віталіївна. – Х., 2009 – 273 с.

7. Положишникова Л. Технологія соусів на емульсійній основі з використанням вихрового шару феромагнітних частинок обертового електромагнітного поля: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / Положишникова Людмила Олександрівна. – Д., 2010 – 146 с.

8. Эльпинер И.Е. Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие / М., Физматгиз, 1963 г., 420 стр. с илл.

Статья отправлена 4.12.2013 г.

© Миронов Д.А.