

## Выводы

1. На базе экспериментальных и теоретических исследований установлена возможность комплексного использования побочных продуктов лесохимического производства, что снижает остроту экологических проблем.

2. Установлена возможность использования лигнина для производства древесно-волоконистых плит мокрым способом. Лигнин вводится в проклеивающий состав в виде щелочного раствора.

3. Определены оптимальные соотношения компонентов древесно-волоконистой композиции:

- упрочняющая добавка 0,4–0,6 % к массе а.с.в;
- щелочная добавка лигнина – 1,5–2,5 % к массе а.с.в.;
- гидрофобная добавка – не более 0,5 % к массе а.с.в.;
- древесное волокно – остальное.

4. Определено, что физико-механические характеристики древесно-волоконистых плит при применении ЩДП соответствуют требованиям ГОСТ 4586 «Плиты древесно-волоконистые. Технические условия» для плит марки Т.

## Литература

1. А.с. № 1778123. Композиция для ДВП / А.Д. Синегибская, Т.А. Донская, А.А. Симилова, И.Н. Чельшева. Оpubл. 1992; заявл. 30.11.90, Бюл. № 44.
2. А.с. № 1643575. Композиция для древесно-волоконистых плит / А.Д. Синегибская, В.А. Самойлов, Т.А. Донская, А.А. Симилова. Оpubл. 23.04.91 Бюл. № 15.
3. <http://www.wood.ru/ru/lonewsid-44396.html>.



УДК 663.8:66.061.35

*Е.А. Овсянникова, М.В. Понамарёва,  
А.Н. Потапов, Т.Ф. Киселёва*

### ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЭКСТРАКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*В статье представлены результаты исследования экстракционного процесса брусники и клюквы: влияние основных факторов на эффективность процесса, определение диффузионных свойств обрабатываемого сырья и рациональных режимов проведения процесса экстрагирования.*

**Ключевые слова:** брусника, клюква, экстрагирование, процесс, ферментные препараты, активность.

*Е.А. Ovsyannikova, M.V. Ponomareva,  
A.N. Potapov, T.F. Kiselyova*

### THE EXTRACTION PROCESS INTENSIFICATION BY BIO-CATALYTIC METHOD

*The research results of the cowberry and the cranberry extraction process: the influence of major factors on the process efficiency, the determination of processed raw materials diffusive properties and the rational modes of the extraction process carrying out are presented in the article.*

**Key words:** cowberry, cranberry, extraction, process, ferment preparations, activity.

**Введение.** Одной из главных задач пищевой промышленности является удовлетворение потребности общества в продуктах здорового питания. Особая роль при этом отводится безалкогольным напиткам, которые традиционно входят в рацион всех категорий потребителей. Безалкогольные напитки учеными многих стран, в том числе и России, рассматриваются как оптимальная форма пищевых продуктов, используемых для удовлетворения потребности организма человека в биологически активных веществах (БАВ). С этой

целью наиболее предпочтительным остается использование в производстве напитков натурального растительного сырья, использование которого является одним из приоритетных направлений в совершенствовании ассортимента напитков на мировом рынке. Основу таких напитков составляют экстракты и настои плодов и ягод, зернового сырья, пряно-ароматических растений, формирующие вкусовую основу напитков и повышающие их пищевую ценность. Безалкогольные бальзамы как одна из концентрированных форм напитков служат источником ряда микронутриентов – полифенольных соединений, органических кислот, макро- и микронутриентов – за счет входящего в состав рецептуры сырья. Это позволяет отнести бальзамы к продуктам, для которых качество неразрывно связано с сохранением физиологической активности.

Для оптимизации вкуса напитка и его качества подбирают различные компоненты, смеси продуктов и ингредиенты.

Сибирский регион располагает огромными природными ресурсами. Растительные объекты служат для человека источником органических кислот, витаминов, сахаров, макро- и микроэлементов, пищевых волокон и др.

В качестве пищевых добавок имеет смысл использовать то сырье, химический состав и фармакологические свойства которого хорошо изучены. Известно, что клюквенные напитки обладают жаропонижающим и жаждоутоляющим действием. Напитки из брусники применяют в диетическом и лечебном питании.

Ассортиментный ряд плодово-ягодных экстрактов можно постоянно расширять, создавая новые композиции. Расширять ассортимент таких полезных напитков можно как в направлении конструирования новых органолептических характеристик, так и в плане воздействия на организм человека: противолучевого, антиоксидантного, адаптогенного, тонизирующего, бактерицидного, иммуностимулирующего. Употребление напитков на основе дикорастущих ягод – это реальная возможность улучшения структуры питания и поддержания здоровья населения.

В безалкогольной, кондитерской и других отраслях пищевой промышленности целесообразно применять продукты переработки плодово-ягодного и зернового сырья, такие как настои и экстракты. На эффективность процесса экстрагирования влияет способ подготовки сырья к экстрагированию. Из всех видов предварительной обработки сырья наиболее эффективно влияют биокаталитические методы, которые почти на порядок увеличивают коэффициент внутренней диффузии [5].

Различные факторы не только по-разному влияют на отдельные стадии процесса экстрагирования, но находятся во взаимодействии между собой. Для того чтобы достаточно полно и строго оценить влияние важнейших факторов на отдельные стадии процесса и их совокупное действие в целом, необходимо прежде всего выразить эти зависимости количественно с помощью соответствующих математических моделей, которые позволяют сочетать аналитические методы с экспериментальными и находить рациональные режимы проведения процесса с учетом особенностей строения сырья и изменения его в процессе экстрагирования.

**Цели и задачи.** Целью проведенных исследований являлась интенсификация экстракционного процесса. В связи с этой целью были поставлены следующие задачи: исследование влияния основных факторов на эффективность процесса; экспериментальные исследования диффузионных свойств обрабатываемого сырья; определение рациональных режимов проведения процесса экстрагирования.

**Методы и результаты исследований.** В качестве объектов исследований были использованы замороженные ягоды клюквы, брусники.

Замороженные ягоды сохраняют все витамины и другие полезные вещества. Таким образом, использование в производстве замороженных ягод клюквы и брусники позволит устранить сезонность их переработки, обусловленную коротким периодом массового сбора, и обеспечить ценным сырьем и витаминами в осенне-зимний период.

В качестве экстрагента была использована вода при соотношении 1:10, так как в химическом составе преимущественно преобладают водорастворимые фракции (сахара, фенольные вещества, в том числе лейкоантоцианы и рутин, аскорбиновая кислота).

С целью интенсификации процесса экстрагирования был использован биокаталитический метод воздействия. Для этого после измельчения замороженное сырье (ягоды) подвергалось обработке ферментными препаратами пектолитического действия: Фруктоцим Колор, Фруктоцим Р6L. Для этого суспензии ферментных препаратов вносились в определенных дозировках в воду перед началом процесса экстрагирования.

Работа проводилась в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Технология бродильных производств и консервирования» Кемеровского технологического института пищевой промышленности. Ряд исследований был осуществлен на лабораторной базе кафедры «Процессы и аппараты пищевых производств».

Для качественной и количественной оценки сырья и получаемых из них экстрактов были использованы стандартные методы, применяемые в консервной промышленности [2–4].

При определении пектолитической активности использовался калориметрический метод с применением 0,2% раствора антраона [1].

На начальном этапе исследований в сырье были определены физико-химические показатели, которые приведены в таблице 1. Значения данных показателей оказывают непосредственное влияние на состав и качество получаемых продуктов переработки – экстрактов.

Таблица 1

## Физико-химические показатели ягод

Показатель	Клюква	Брусника
Массовая доля сухих веществ, %	11,5±0,2	12,8±0,2
Общее содержание фенольных веществ, мг/100г	640±5	810±5
Содержание рутина, мг/100г	430±3	600±3
Содержание лейкоантоцианов, мг/100г	66±0,5	97,8±0,5
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100г	17±1	15±1
Массовая доля сахаров, %	3,7±0,7	8,1±0,7
Массовая доля пектиновых веществ, %	0,43±0,03	0,25±0,03
Содержание бензойной кислоты, мг/100 г	0,1±0,01	0,3±0,01

Витамины и фенольные вещества, содержащиеся в ягодах, являются основными природными антиоксидантами, то есть веществами, способными в малых концентрациях замедлять или предотвращать окислительные процессы в организме. Содержащаяся бензойная кислота обладает хорошими консервирующими свойствами, благодаря чему ягода и продукты ее переработки могут храниться длительное время без добавления искусственных консервантов.

Как видно из таблицы 1, клюква и брусника содержат разное количество сухих веществ, поэтому целесообразно сравнивать их с учетом влажности. При пересчете на сухое вещество становится видно, что содержание фенольных веществ и аскорбиновой кислоты в ягодах клюквы больше, чем в бруснике на 9,5 и 57% соответственно. Также клюква содержит почти в 2,5 раза большее количество пектина, содержание которого может оказывать значительное влияние на процесс экстрагирования. Однако брусника содержит большее количество сахаров, которые при экстрагировании легко переходят в экстракт.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод о целесообразности использования природного плодово-ягодного сырья Западно-Сибирского региона для производства экстрактов.

Известно, что увеличение температуры ускоряет процесс экстрагирования, но это может отрицательно сказаться на ценных веществах экстракта.

Для определения влияния температуры на процесс экстрагирования плодово-ягодного сырья эксперименты проводились в термостате при различных ее значениях: 30, 45 и 60°C. Результаты по выходу сухих веществ в зависимости от температуры процесса представлены в таблице 2.

Таблица 2

## Выход сухих веществ в зависимости от температуры и времени экстрагирования, %

Время, мин	Клюква замороженная			Брусника замороженная		
	30°C	45°C	60°C	30°C	45°C	60°C
30	0,4	0,6	0,5	0,5	0,8	0,8
60	0,7	0,8	0,9	0,7	1,0	1,1
90	0,9	0,9	0,95	1,0	1,1	1,1
120	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
150	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1

Как видно из полученных данных, наибольший выход сухих веществ наблюдается при температуре экстрагирования 45–60°C и продолжительности 60–150 мин. Однако с учетом вышесказанного и экономической целесообразности температуру выше 45°C использовать не рекомендуется, поэтому для дальнейших исследований была выбрана температура 30°C.

Что касается продолжительности процесса, то выход сухих веществ не меняется после 90 мин выдержки для брусники и 120 мин для клюквы, поэтому эти параметры можно использовать для дальнейших исследований.

Перед проведением исследований процесса экстрагирования с использованием биокаталитического способа воздействия определили основные активности ферментных препаратов. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Активности ферментных препаратов**

Препарат	Пектолитическая активность, ед/г
Фруктоцим Колор	3600±10,0
Фруктоцим П6-Л	4125±10,0

Обработку ягод ферментными препаратами проводили в различных концентрациях (0,01; 0,05; 0,1; 0,2) для выявления рациональных условий процесса экстрагирования. Продолжительность экстрагирования изменялась от 30 до 150 мин.

Для определения диффузионных свойств сырья и рациональных параметров экстрагирования был спланирован 3-факторный эксперимент, где изменяемыми параметрами являлись концентрация ферментного препарата и продолжительность экстрагирования. Процесс контролировался по выходу сухих веществ.

После обработки данных эксперимента в программе STATISTICA 6.0 были получены зависимости коэффициента диффузии, характеризующего диффузионные свойства сырья, от концентрации ферментного препарата и продолжительности процесса экстрагирования, имеющие следующий вид:

- для клюквы, обработанной ферментным препаратом Фруктоцим П6Л:

$$D \cdot 10^6 = -3,428 + 0,0085 \cdot t - 188,24 \cdot C_{\text{фп}} - 0,14 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 + 184,25 \cdot C_{\text{фп}}^2 + 0,0313 \cdot t \cdot C_{\text{фп}};$$

- для брусники, обработанной ферментным препаратом Фруктоцим П6Л:

$$D \cdot 10^6 = -2,097 + 0,0035 \cdot t - 126,14 \cdot C_{\text{фп}} - 0,48 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 + 702,49 \cdot C_{\text{фп}}^2 + 0,0049 \cdot t \cdot C_{\text{фп}}.$$

Уравнения справедливы при температуре процесса 30°C и при концентрации ферментного препарата 0,01–0,1% при продолжительности процесса до 1,5 ч.

Полученные зависимости коэффициента диффузии сухих веществ можно рекомендовать использовать в инженерных расчетах процесса экстрагирования быстрозамороженных ягод клюквы и брусники.

В ходе обработки полученных результатов были определены рациональные параметры процесса экстрагирования. Рациональными параметрами экстрагирования при обработке ферментным препаратом Фруктоцим Колор, как для клюквы, так и для брусники, является концентрация 0,1% и продолжительность 120 мин при 30°C. При этом выход сухих веществ для клюквы составляет 1,4%, для брусники 1,7%, что соответственно на 40 и 54,5% больше результатов без применения биокаталитического воздействия. При обработке ферментным препаратом Фруктоцим П6Л рациональными условиями экстрагирования являются концентрация препарата 0,05% и продолжительность 120–150 мин при 30°C. При этом выход сухих веществ для клюквы составляет 1,6%, для брусники 1,8%, что соответственно на 60 и 63,6% больше результатов без применения биокаталитического воздействия.

**Выводы.** Таким образом, наиболее подходящими условиями для проведения процесса экстрагирования из ягод клюквы и брусники является водная экстракция при температуре 30°C в течение 120–150 минут с добавлением ферментного препарата Фруктоцим П6Л в концентрации 0,05%. При этом интенсивность процесса экстрагирования возросла для клюквы в 1,60 раза, для брусники в 1,63 раза.

### Литература

1. Рухлядева А.П., Польшалина Г.В. Методы определения активности гидролитических ферментов. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1981. – 288 с.
2. ГОСТ Р 50476-93 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения содержания сорбиновой и бензойной кислот при их совместном присутствии. – М.: Изд-во стандартов, 1993.
3. ГОСТ 8756.2-82 Продукты пищевые консервированные. Методы определения сухих веществ или влаги. – М.: Изд-во стандартов, 1992.
4. ГОСТ 8756.13-87 Продукты пищевые консервированные. Методы определения сахаров. – М.: Изд-во стандартов, 1987.
5. Лысянский В.М., Гребенюк С.М. Экстрагирование в пищевой промышленности.– М. : Агропромиздат, 1987.– 188 с.

