УДК 641.524.6:634

Е.А. Овсянникова, Т.Ф. Киселева, А.Н. Потапов, А.В. Дюжев

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД СИБИРИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Определены физико-химические свойства сырья. Проведены исследования по влиянию различных факторов на процесс экстрагирования. Установлены зависимости от температуры проведения процесса. С целью интенсификации процесса экстрагирования предлагается обработка ферментным препаратом Фруктоцим П6Л в концентрации 0,05 % продолжительностью 120–150 минут.

Экстрагирование, клюква, брусника, температура, ферментные препараты, концентрация.

Введение

В последние годы расширяется производство многокомпонентных напитков, для названия которых используют термин «бальзам». Основу таких напитков составляют экстракты и настои плодов и ягод, пряноароматических 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 растительного и животного происхождения. Это позволяет отнести безалкогольные 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, среди которых важное место принадлежит местному растительному сырью (как культурному, так и дикорастущему). Растительные объекты служат для человека источником органических кислот, витаминов, сахаров, макро- и микроэлементов, пищевых волокон и др.

В качестве пищевых добавок имеет смысл использовать те дикоросы, химический состав и фармакологические свойства которых хорошо изучены. Известно, что клюквенные напитки обладают жаропонижающим и жаждоутоляющим действием, оказывают губительное действие на кокковые формы микроорганизмов, стабилизируют секрецию поджелудочной железы. Напитки из брусники применяют в диетическом и лечебном питании: при гастритах с пониженной кислотностью, повышенным кровяным давлением, подагре, ревматизме и простудных заболеваниях.

Экстракты из пищевых дикоросов можно применять в качестве основы для функциональных напитков.

Ассортиментный ряд плодово-ягодных экстрактов можно постоянно расширять, создавая новые композиции из дикоросов, спектр которых на территории Сибири достаточно велик. 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 дикоросов – это реальная возможность улучшения структуры питания и поддержания здоровья населения.

На эффективность процесса экстрагирования влияет способ подготовки сырья. Из всех видов предварительной обработки наиболее эффективны биокаталитические методы, которые почти на порядок увеличивают коэффициент внутренней диффузии.

Различные факторы не только по-разному влияют на отдельные стадии процесса экстрагирования, но и 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 оптимальные режимы проведения процесса с учетом особенностей строения сырья и изменения его в процессе экстрагирования, определить тип аппарата, наиболее подходящий для данного вида сырья и условий проведения процесса.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были использованы быстрозамороженные ягоды клюквы и брусники. Срок годности для замороженных ягод составляет 6 месяцев. В течение этого времени ягоды практически полностью сохраняют вкусовые качества и питательные 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.

При использовании водно-спиртовых растворов для экстрагирования из сырья могут извлекаться частично как водорастворимые, так и спирторастворимые фракции. В химическом составе плодово-ягодного сырья преимущественно преобладают водорастворимые фракции (фенольные вещества, в том числе лейкоантоцианы и рутин, аскорбиновая кислота, саха-

ра). Кроме того, спирт является дорогостоящим сырьем, а получаемые экстракты предлагается использовать в рецептурах безалкогольных напитков, поэтому в качестве экстрагента для данных исследований была использована вода при соотношении 1:4.

С целью интенсификации процесса экстрагирования замороженное сырье после измельчения подвергалось обработке ферментными препаратами пектолитического и цитолитического действия: Фруктоцим Колор, Фруктоцим П6Л, Биоцеллюлаза. Для этого суспензии ферментных препаратов вносились в определенных дозировках в воду перед проведением 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 ягод и получаемых из них экстрактов были использованы стандартные методы, применяемые в консервной промышленности [2–4].

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

Результаты и их обсуждение

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

Таблица 1

Физико-химические показатели ягод клюквы и брусники

Показатель	Клюква	Брусника
Массовая доля сухих веществ, %	11,5±0,2	12,8±0,2
Общее содержание фенольных веществ, мг/100 г	640±5	810±5
Содержание рутина, мг/100 г	430±3	600±3
Содержание лейкоантоцианов, мг/100 г	66±0,5	97,8±0,5
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	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 (в том числе антоцианы, Р-активный рутин и другие соединения) 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 табл. 1, клюква и брусника содержат разное количество сухих веществ, поэтому целесообразно сравнивать их с учетом влажности. При пересчете на сухое вещество становится очевидно, 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 эксперименты проводились в термостате при различных ее значениях: 30, 45 и 60 ^{0}С. Результаты по выходу сухих веществ в зависимости от температуры процесса представлены в табл. 2.

Таблица 2

Выход сухих веществ в зависимости от температуры и времени экстрагирования

Температура, ^{0}С / Время, мин	Клюква замороженная			Брусника замороженная		
	30	45	60	30	45	60
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 ^{0}С и продолжительности 60–150 минут. Однако с учетом вышесказанного и экономической целесообразности температуру выше 45 ^{0}С использовать не рекомендуется, поэтому для дальнейших исследований была выбрана температура 30 ^{0}С.

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

Перед проведением исследований процесса экстрагирования с использованием биокаталитического

способа воздействия определили пектолитическую и цитолитическую активность. Данные представлены в табл. 3.

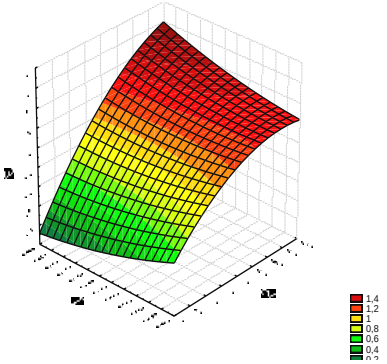
Обработку ферментными препаратами проводили в различных концентрациях (0,01; 0,05; 0,1; 0,2) для выявления оптимальных условий процесса. Продолжительность экстрагирования изменялась от 30 до 150 минут.

Таблица 3

Активность ферментных препаратов

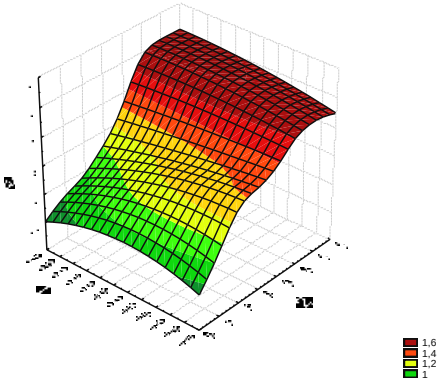
Ферментный препарат	Пектолитическая активность, ед/г	Цитолитическая активность, ед/г
Фруктоцим Колор	3600±10,0	–
Фруктоцим П6Л	4125±10,0	–
Биоцеллюлаза	–	2600±10,0

Для определения оптимальных параметров экстрагирования был спланирован трехфакторный эксперимент, где изменяемыми параметрами являлись концентрация ферментного препарата и продолжительность экстрагирования. Процесс контролировался по выходу сухих веществ. Поверхности отклика с применением различных ферментных препаратов приведены на рис. 1–6.



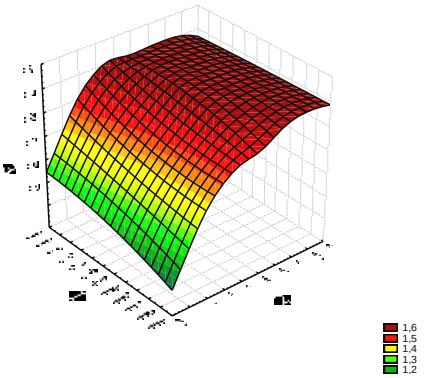
$$C = 0{,}4307 + 0{,}0126*\tau - 3{,}509*c_{фп} + 0{,}019*\tau*c_{фп} - 0{,}47*10^{-4}*\tau^2 + 8{,}649*c_{фп}^2$$

Рис. 1. Зависимость выхода сухих веществ клюквы от концентрации ФП (Фруктоцим Колор) и времени выдержки: 1 – концентрация ФП; 2 – время выдержки, мин; 3 – выход сухих веществ, %



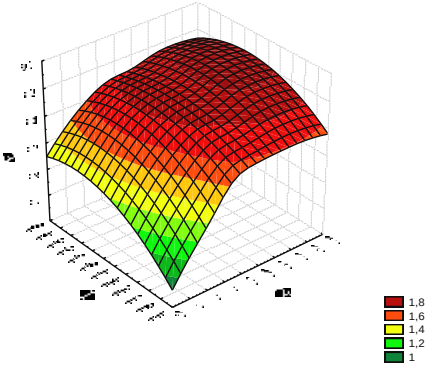
$$C = 0{,}7148 + 0{,}0103*\tau + 0{,}136*c_{фп} + 0{,}008*\tau*c_{фп} - 0{,}33*10^{-4}*\tau^2 - 8{,}92*c_{фп}^2$$

Рис. 2. Зависимость выхода сухих веществ брусники от концентрации ФП (Фруктоцим Колор) и времени выдержки



$$C = 1{,}025 + 0{,}0068*\tau + 1{,}1717*c_{фп} - 0{,}0069*\tau*c_{фп} - 0{,}21*10^{-4}*\tau^2 - 0{,}285*c_{фп}^2$$

Рис. 3. Зависимость выхода сухих веществ клюквы от концентрации ФП (Фруктоцим П6Л) и времени



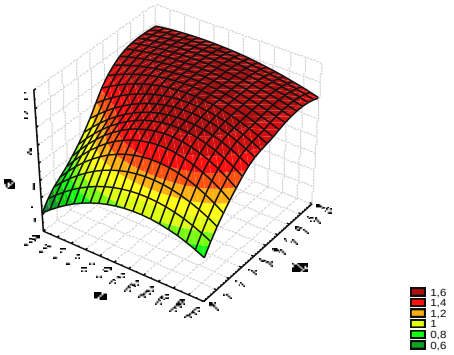
$$C = 0{,}8622 + 0{,}009*\tau + 5{,}032*c_{фп} - 0{,}014*\tau*c_{фп} - 0{,}32*10^{-4}*\tau^2 - 14{,}265*c_{фп}$$

Рис. 4. Зависимость выхода сухих веществ брусники от концентрации ФП (Фруктоцим П6Л) и времени

С учетом построенных поверхностей были определены оптимальные параметры процесса экстрагирования. Оптимальными параметрами при обработке ферментным препаратом Фруктоцим Колор как для клюквы, так и для брусники является концентрация 0,1 % и продолжительность 120 минут при 30 ^{0}С. При обработке ферментным препаратом Фруктоцим П6Л оптимальными условиями экстрагирования являются концентрация препарата 0,05 % и продолжительность 120–150 минут при 30 ^{0}С. При этом выход сухих веществ для клюквы составляет 1,6 %, для

$$C = 0{,}543277 + 0{,}008161*\tau + 4{,}19433*c_{фп} + 0{,}017295*\tau*c_{фп} - 0{,}26*10^{-4}*\tau^2 - 28{,}54*c_{фп}^2$$

Рис. 5. Зависимость выхода сухих веществ клюквы от концентрации ФП (Биоцеллюлаза) и времени



$$C = 0{,}451746 + 0{,}01782*\tau + 1{,}40237*c_{фп} + 0{,}025217*\tau*c_{фп} - 0{,}78*10^{-4}*\tau^2 - 23{,}988*c_{фп}^{\ 2}$$

Рис. 6. Зависимость выхода сухих веществ брусники от концентрации ФП (Биоцеллюлаза) и времени

брусники – 1,8 %. При обработке ферментным препаратом Биоцеллюлаза оптимальными условиями экстрагирования являются концентрация препарата 0,05 % для брусники, 0,1 % для клюквы в течение 90 минут при 30 ^{0}С. При этом выход сухих веществ для клюквы составляет 1,5 %, для брусники – 1,6 %.

Таким образом, наиболее подходящими условиями для проведения процесса экстрагирования из ягод клюквы и брусники является водная экстракция при температуре 30 ºС в течение 120–150 минут с добавлением ферментного препарата Фруктоцим П6Л в концентрации 0,05 %.

Список литературы

1. Рухлядева, А.П. Методы определения активности гидролитических ферментов / А.П. Рухлядева, Г.В. Полыгалина. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 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.
4. ГОСТ 8756.13-87. Продукты пищевые консервированные. Методы определения сахаров.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

E.A. Ovsyannikova, T.F. Kiseleva, A.N. Potapov, A.V. Duzhev

RESEARCH ON THE WILD BERRIES OF SIBERIA EXTRACTION USING BIOCATALYTIC METHODS

Physico-chemical properties of raw materials have been defined. Studies on the influence of different factors on the process of extraction have been done. Dependences on the temperature of the process have been established. With the purpose of intensification of the extraction process the treatment with enzyme preparations Fructozym P6L at the concentration of 0.05 % and the duration of 120–150 minutes is proposed.

Extraction, cranberries, red bilberries, temperature, enzyme preparations, concentration.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru