

А.Н. Астафьева, В.В. Сорокопуд

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТОВ
ЯГОД БРУСНИКИ**

Представлены результаты исследования физико-химических свойств водных и водно-спиртовых экстрактов брусники. Получены регрессионные уравнения, характеризующие изменения плотности, поверхностного натяжения и динамической вязкости экстрактов в зависимости от температуры, концентрации сухих водорастворимых веществ и спирта. Дан анализ полученных данных в зависимости от изменения параметров.

Экстракт брусники, плотность, динамическая вязкость, поверхностное натяжение.

Введение

Ускорение социального и экономического развития нашего общества настоятельно требует преобразований в структуре и качестве питания населения и предусматривает вовлечение в рацион питания продуктов, обогащенных витаминами и другими биологически активными веществами, рекомендованных разным регионам и возрастным группам населения. В связи с этим необходимо разрабатывать и внедрять новые ресурсосберегающие технологии, создавать принципиально новые технологии получения сбалансированных и физиологически полноценных продуктов с заданными свойствами [1].

Одно из направлений в создании продукции повышенной пищевой ценности в пивоваренной и безалкогольной промышленности – производство экстрактов с использованием плодово-ягодного сырья [2]. Причем немаловажную роль в данном случае играет возможность использования сырья, произрастающего и культивируемого в непосредственной близости от мест его переработки. Это позволяет заметно сократить затраты на транспортировку и хранение сырья, расширить номенклатуру выпускаемых продуктов питания за счет использования нетрадиционных и скоропортящихся видов плодов и ягод. Употребление плодов и ягод местного растительного сырья в пищу наиболее приемлемо в течение года главным образом в виде соков, а при производстве комбинированных и обогащенных продуктов питания чаще используются экстракты [1].

Концентрированные экстракты содержат большое количество биологически активных веществ, хорошо сохраняются и отличаются простотой внесения в продукт, обеспечивая его оригинальность, хорошие органолептические показатели, привлекательный вид, а следовательно, повышают его конкурентоспособность [2].

Вследствие этого актуальным является использование концентрированных экстрактов для производства комбинированных и обогащенных продуктов питания. При переработке плодово-ягодных экстрактов происходят тепломассообменные процессы, влияющие на свойства экстрактов и физико-химические характеристики. Поэтому целью исследований является получение данных о физико-химических свойствах экстрактов [3].

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований были выбраны ягоды брусники, которые представляют собой неисчерпаемый ресурс разнообразных витаминов и полезных веществ и служат перспективным сырьем для применения в различных отраслях пищевой промышленности [4].

Физико-химические свойства экстрактов брусники определяли методами, получившими наибольшее распространение при исследованиях такого рода. Плотность ρ (кг/м³) определяли пикнометрическим методом. Для измерения динамической вязкости экстрактов μ (мПа·с) использовали стеклянный капиллярный вискозиметр ВПЖ-3 с диаметром капилляра 0,92 мм, а для экстрактов с $C_{св} > 32$ % масс. – капиллярный вискозиметр ВПЖ-4 с диаметром капилляра 2 мм. Коэффициент поверхностного натяжения σ (Н/м) на границе экстракта и воздуха определяли методом наибольшего давления пузырьков, разработанным академиком Ребиндером.

Диапазон изменения параметров ($t = 18 \div 48$ °С; $C_{св} = 5 \div 49$ % масс.; $C_{сп} = 0 \div 35$ % об.) был выбран из анализа условий переработки экстрактов (экстрагирование, концентрирование, термообработка и др.) с учетом следующего. Поскольку ягоды брусники содержат витамины и другие биологически активные вещества, многие из которых являются термолабильными, верхний предел их температурной обработки ограничивается $t = 50$ °С. Традиционный способ извлечения сухих водорастворимых веществ из плодов и ягод настаиванием предполагает использование воды или водно-спиртового раствора с содержанием спирта $C_{сп} = 40$ % об. [3]. Принятый нами верхний предел ($C_{сп} = 35$ % об.) незначительно отличается от рекомендуемого. В Сибирском регионе сбор ягод брусники не характеризуется большими объемами, поэтому их экстракты могут быть полностью использованы местной пищевой промышленностью. Учитывая это обстоятельство, можно заключить, что нет необходимости в высоком концентрировании экстрактов (до $C_{св} = 50 \div 70$ % масс. согласно ГОСТ 18078-72). Кроме того, применение высококонцентрированных экстрактов в пищевой промышленности предполагает их разбавление перед внесением в продукт с целью обеспечения точности дозирования и равномерного распределения по всему объему [1].

Эксперименты проведены для экстрактов из ягод брусники с интервалом варьирования $\Delta t = 7 \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta C_{\text{св}} = 10 \text{ \% масс.}$; $\Delta C_{\text{сп}} = 10 \text{ \% масс.}$

При определении функциональной зависимости между тремя независимыми переменными ($C_{\text{св}}$, $C_{\text{сп}}$, t) и откликом – физико-химическими свойствами использовали множественный регрессионный анализ [5].

Расчетная оценка погрешностей методов измерения составила: для плотности $\pm 0,192 \text{ \%}$, для динамической вязкости $\pm 1,108 \text{ \%}$, поверхностного натяжения $\pm 1,52 \text{ \%}$.

Содержание сухих веществ ($C_{\text{св}}$) в экстракте определялось с помощью универсального лабораторного рефрактометра ИРФ-454Б2М, предел допускаемой погрешности измерения для которого по шкале сухих веществ по сахарозе $\pm 0,1 \text{ \%}$.

Необходимая концентрация исследуемых растворов (экстрактов) достигалась путем разведения концентрата $C_{\text{св}} = 50 \text{ \% масс.}$ водой и спиртом в определенном расчетном соотношении.

Для определения влияния обозначенных факторов на физико-химические свойства экстрактов поставлен полнофакторный эксперимент 2^3 .

Полученные опытные данные были обработаны на ЭВМ в среде статистического пакета STATISTICA 6.0 и EXCEL. В результате получены статистические модели, описывающие физико-химические свойства экстрактов.

Результаты и их обсуждение

Для плотности экстрактов брусники уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$\rho_6 = 975,6 + 5,317 \times C_{\text{св}} - 0,84638 \times C_{\text{сп}} - 0,29648 \times t, \quad R = 98,5 \text{ \%}, \quad (1)$$

где R – величина коэффициента множественной корреляции, показывающего силу связи модели с экспериментальными данными [5].

Для динамической вязкости уравнение регрессии:

$$\mu_6 = \exp(3,349 + 0,375 \times C_{\text{св}} - 0,872 \times t + 0,0605 \times C_{\text{сп}}), \quad R = 96 \text{ \%}. \quad (2)$$

Для поверхностного натяжения уравнение регрессии имеет вид:

$$\sigma_6 = (64,38 - 0,164 \times C_{\text{св}} - 0,62 \times C_{\text{сп}} - 0,1047 \times t) \times 10^{-3}, \quad R = 98 \text{ \%}. \quad (3)$$

Для графического анализа физико-химических свойств экстрактов рассмотрим поверхности отклика (рис. 1–6), полученные в результате статистического анализа.

Исследования и анализ показали, что с увеличением температуры плотность экстрактов снижается (рис. 1 и 2), что объясняется присутствием воды и спирта, плотность которых также снижается по мере возрастания температуры. С увеличением концентрации растворимых веществ в экстрактах их плотность возрастает.

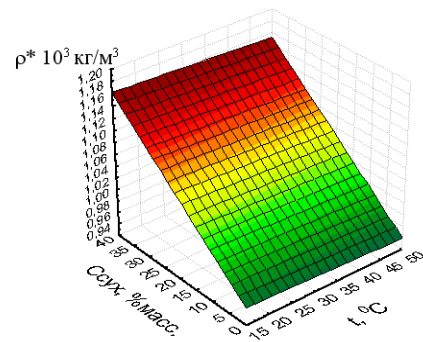


Рис. 1. Зависимость плотности экстрактов ягод брусники от температуры и концентрации сухих веществ

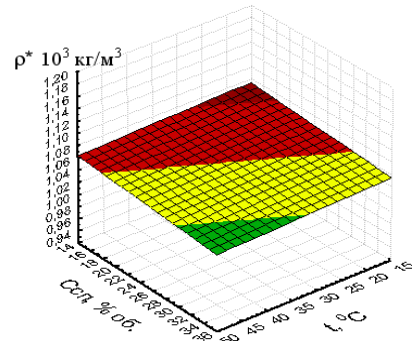


Рис. 2. Зависимость плотности экстрактов ягод брусники от температуры и концентрации спирта

Из анализа коэффициентов уравнений регрессии видно, что наибольшее влияние на значение плотности оказывает концентрация сухих веществ в экстракте, при увеличении которой происходит заметное увеличение выходной величины.

Вязкость экстрактов обусловлена в первую очередь межмолекулярным взаимодействием всех составляющих экстракта, таких как пектин, сахара, органические кислоты, фенольные соединения и др. В жидкости молекула может перетекать в соседний слой лишь при образовании в нем полости, достаточной для перескакивания туда молекулы. На образование полости расходуется энергия активации вязкого течения. Энергия активации уменьшается с ростом температуры и понижением давления. В этом состоит одна из причин снижения вязкости с увеличением температуры (рис. 3 и 4).

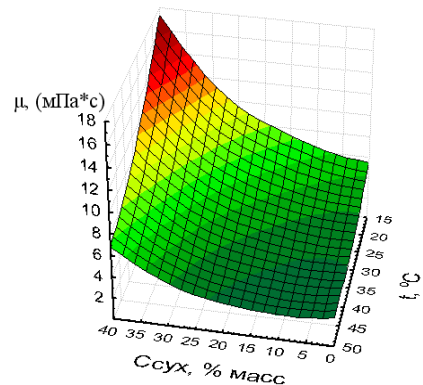


Рис. 3. Зависимость динамической вязкости экстрактов ягод брусники от температуры и концентрации сухих веществ

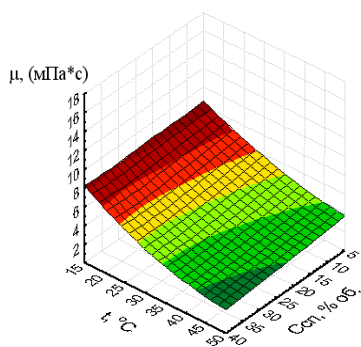


Рис. 4. Зависимость динамической вязкости экстрактов ягод брусники от температуры и концентрации спирта

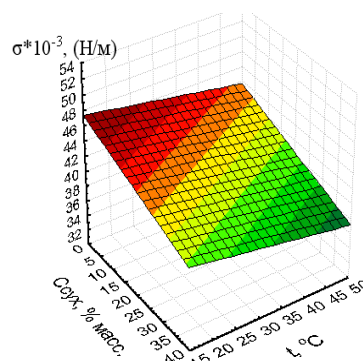


Рис. 5. Зависимость поверхностного натяжения экстрактов ягод брусники от температуры и концентрации сухих веществ

Кроме того, экстракты включают растворы полифенольных веществ, которые содержат ионизированные группы, силы взаимодействия – отталкивания молекул. Эти силы снижают плотность молекул и увеличивают вязкость экстрактов. С повышением температуры звенья молекул высокомолекулярных соединений (полифенолов) получают возможность колебаться более энергично и вязкость уменьшается. С повышением концентрации сухих веществ и спирта вязкость экстрактов возрастает.

Результаты опытов показали, что коэффициент поверхностного натяжения экстрактов уменьшается с увеличением концентрации спирта, так как спирт является поверхностно-активным веществом. С увеличением концентрации сухих веществ и температуры поверхностное натяжение также снижается (рис. 5 и 6).

Как показали исследования, при изменении температуры, концентрации сухих веществ и спирта физико-химические свойства экстрактов ягод брусники меняются, что не может не сказаться при проведении процессов их переработки.

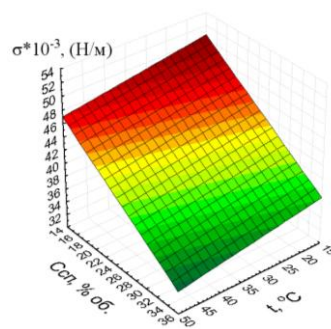


Рис. 6. Зависимость поверхностного натяжения экстрактов ягод брусники от температуры и концентрации спирта

Полученные в работе данные пополняют информационную базу о физико-химических свойствах плодово-ягодных экстрактов и могут быть использованы в инженерной практике при расчете процессов переработки экстрактов брусники, а также при подборе и расчете технологического оборудования.

Список литературы

1. Павлов, С.С. Производство обогащенных продуктов с использованием экстрактов и их товароведная оценка / С.С. Павлов, С.Н. Кравченко. – Кемерово: Издательское объединение «Российские университеты»: Кузбассвуиздат – АСТШ, 2006. – 151 с.
2. Казакова, Е.А. Новые виды концентратов из плодов и ягод для производства напитков и плодово-ягодных квасов / Е.А. Казакова, И.Н. Грибкова, М.Я. Елисеев // Пиво и напитки. – 2006. – № 6. – С. 12–13.
3. Сорокопуд, А.Ф. Физико-химические свойства экстрактов боярышника кроваво-красного и калины / А.Ф. Сорокопуд, Н.В. Дубинина // Пиво и напитки. – 2008. – № 3. – С. 30–32.
4. Жуков, Н.А. Дикорастущие плодово-ягодные культуры – основа для получения биологических добавок к пище / Н.А. Жуков. – М.: Киров: ЭКСПРЕСС, 2006. – 253 с.
5. Тюрин, Ю.Н. Анализ данных на компьютере / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров. – 3-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 528 с.

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**A.N. Astafyeva, V.V. Sorokopud****PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF THE COWBERRY EXTRACTS**

The results of research on physico-chemical properties of aqueous and aqueous-alcoholic extracts of cowberry are presented. Regression equations describing the change of the density, surface tension and dynamic viscosity of the extracts are obtained, depending on the temperature, concentration of dry water-soluble substances and alcohol. The analysis of the obtained data depending on the change of the parameters is presented.

Extract of cowberry, density, dynamic viscosity, surface tension.

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