

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТОВ ЯГОД ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ

*Проведено исследование закономерностей технологических стадий экстрагирования и концентрирования ягод черной смородины, выявлены основные факторы, влияющие на интенсивность процессов.*

**Ключевые слова:** черная смородина, экстрагирование, концентрирование, экстракт, настой, ротационно-пленочный выпарной аппарат.

*I.A. Bakin, A.S. Mustafina, L.A. Aleksenko, P.N. Lunin*

## THE RESEARCH OF THE TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR THE BLACK CURRANT BERRY EXTRACT RECEIVING

*The research of the technological stage regularities of the black currant berry extraction and concentration is conducted, the main factors influencing the intensity of the processes are revealed.*

**Key words:** black currant, extraction, concentration, extract, infusion, rotary-film evaporator.

Широкое использование ценных компонентов растительного сырья Сибирского региона сдерживает отсутствие современного аппаратного оформления процессов их извлечения, обеспечивающих стабильность показателей качества сырья на пути до конечного потребителя [1, 2].

В связи с тем, что качественные показатели плодово-ягодного сырья изменяются в процессе хранения даже при низких температурах, в технологии пищевых производств используются вытяжки (экстракты), получаемые методом настаивания с использованием различных экстрагентов. Концентрированные основы более удобно использовать при введении в состав различных продуктов. С целью наиболее полного извлечения и сохранения биологически активных веществ из ягодного сырья успешно применяется статический метод диффузии. Полученные экстракты растительного сырья содержат минеральные, сахаристые, пектиновые, белковые вещества, органические кислоты, витамины, гликозиды и являются источниками природных биологически активных веществ. С целью повышения качественных показателей жидкие экстракты концентрируют [3], при этом увеличивается продолжительность хранения. Полученный в результате концентрированный экстракт становится химически и микробиологически стойким. При использовании традиционных методов концентрирования за счет выпаривания растворителя существует опасность потери ценных веществ сырья при термической обработке. Несмотря на ряд публикаций по данной тематике [2, 4, 5], закономерности процессов экстрагирования и концентрирования ягодного сырья изучены недостаточно. Поэтому **целью** проведенных исследований являлось изучение влияния основных факторов, воздействующих на процессы экстрагирования и концентрирования ягод черной смородины в технологических процессах переработки.

Как ягодная культура, черная смородина хорошо районирована в условиях Западной Сибири [1, 5, 6]. Растение является источником витаминов, минеральных и других биологически активных веществ из экологически благоприятных продуктов питания. Исследования проводились на свежих ягодах черной смородины сорта Дачница урожая 2014 г. Сорт Дачница раннего срока созревания получен в результате совместной работы Всероссийского НИИ селекции плодовых культур и НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко. Исследование химического состава ягод показало: общий сахар – 9,22 %; растворимые сухие вещества – 16,8 %; титруемая кислотность – 2,6 %; аскорбиновая кислота – 189,3 мг/100 г; сумма Р-активных веществ – 514 мг/100 г, что подтверждает целесообразность экстрагирования ягод черной смородины.

Экстрагирование проводилось классическим статическим способом экстрагирования – мацерацией [7]. Экстрагент – водно-спиртовой раствор (40 об. %). Соотношение расхода масс сырья и жидкости выбрано 1:2. Настаивание проводили в лабораторных условиях при периодическом перемешивании при комнатной температуре. Несмотря на то, что при способе мацерации растительное сырье находится в статическом состоянии, а значение коэффициента конвективной диффузии мало (при этом процесс протекает в основном за счет моле-

кулярной диффузии), простота технологии и аппаратного оформления обуславливают его широкое использование [8].

Количественным показателем эффективности процесса извлечения сухих растворимых веществ является коэффициент массоотдачи. Опытным путем изучены условия массоотдачи от поверхности частиц к экстрагенту. Выявлено, что определяющими параметрами при изучаемом способе экстрагирования являются размеры частиц, поэтому исследовано влияние степени измельчения сырья на выход растворимых веществ из ягод черной смородины и продолжительность процесса [9]. Для эксперимента сырье помещалось в конические колбы навесками по 10 г: 1-я серия опытов – сырье измельчалось до размеров частиц 1–2 мм; 2-я серия – до 2–5 мм; 3-я серия – ягоду оставляли целой (мятой). Длительность проведения опытов составила 3, 6, 12, 24 часа. Эксперименты проводились в трех повторностях при варьировании значения температуры (20 и 45 °С). По истечении опытов колбы вынимались из водяной бани, экстракт отфильтровывался, в фильтрате определялось содержание сухих веществ рефрактометрическим методом. Данные по изменению содержания сухих веществ в жидкой фазе в зависимости от продолжительности процесса приведены на рисунке 1.

Исходя из полученных экстракционных кривых, выявлено, что в течение первых трех часов настаивания для частиц с размерами 1–2 мм в настой перешло 1/3 экстрагируемых веществ (при исходном содержании сухих веществ 16,8 % масс.), в то время как для частиц с размерами 10–15 мм – 1/10 часть. Следовательно, увеличение поверхности сырья за счет его измельчения позволило сократить продолжительность экстрагирования до 6 часов. Дальнейшее увеличение времени настаивания на процесс массопереноса сухих растворимых веществ влияет незначительно.

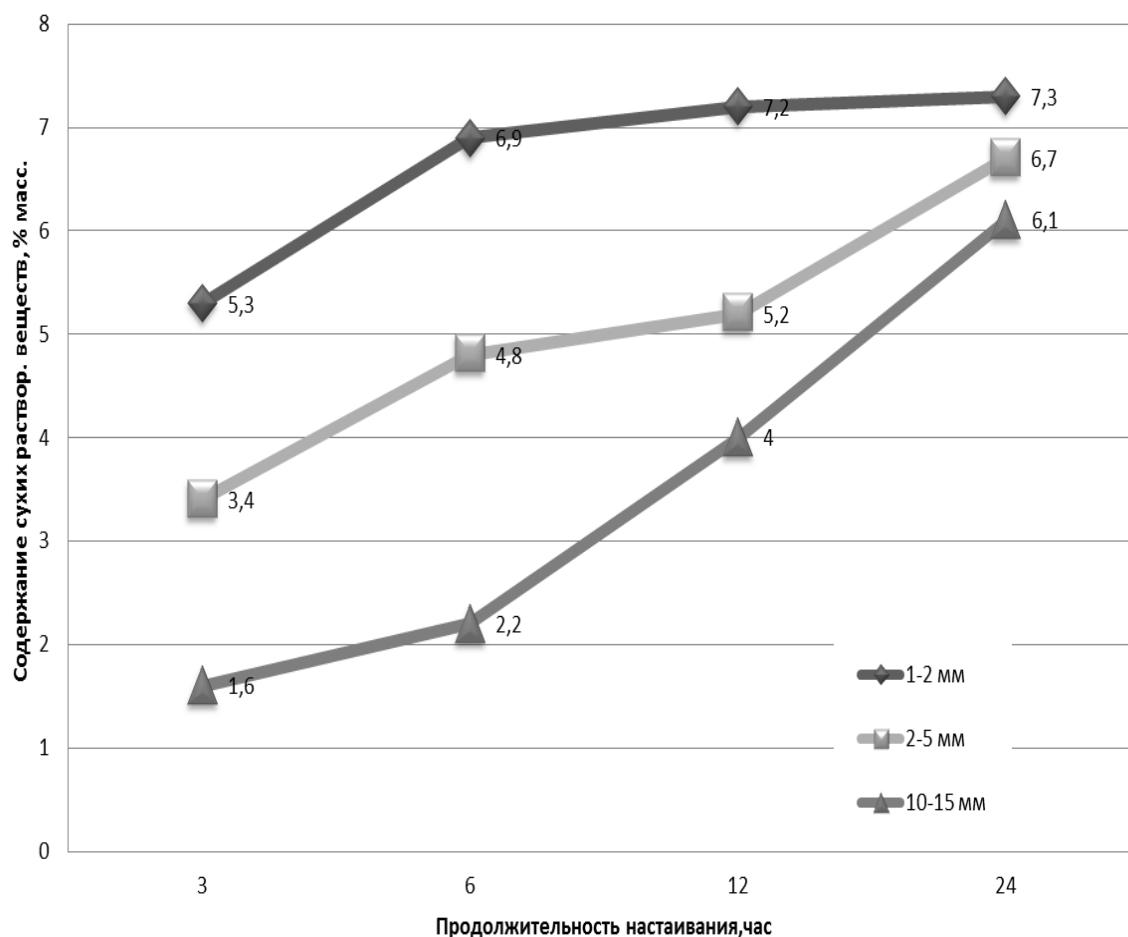


Рис. 1. Содержание сухих растворимых веществ в зависимости от продолжительности настаивания и размеров части сырья

В ходе исследований изучен химический состав полученных образцов экстрактов: общий сахар – 4,9 %; растворимые сухие вещества – 6,9 %; титруемая кислотность – 1,4 %; аскорбиновая кислота – 88,4 мг/100 г; сумма Р-активных веществ – 336 мг/100 г; концентрация спирта 19,2 об. %.

Исследование процессов концентрирования ягодных настоев проведено в лаборатории КемТИПП на вертикальном роторно-пленочном выпарном аппарате [10]. Преимуществами аппарата являются малое время термообработки, высокая производительность, непрерывный принцип работы. Повышение эффективности процессов тепломассообмена достигается сочетанием воздействия сил инерции и сил тяжести в роторном аппарате, работающем под вакуумом.

В вертикальном роторном аппарате настой подвергается воздействию лопастей ротора, в результате чего образуется пленка,двигающаяся по поверхности обогреваемой теплоносителем рубашки. Продвигаясь по сложной траектории, зависящей от частоты вращения ротора, растворитель испаряется из настоя. Вторичный пар, поднимаясь вверх, встречается с потоком исходного настоя, отдает ему часть теплоты и далее конденсируется в змеевиковом холодильнике. Полученный конденсат (растворитель) используется повторно для проведения процесса экстрагирования. За счет конденсации паров растворителя в аппарате обеспечивается разрежение до 0,9 атм, при этом необходимая величина вакуума поддерживается вакуум-насосом, в результате чего температура кипения не превышает 55–60 °С. В сочетании с кратковременностью пребывания раствора в активной зоне кипения (не более 3–15 с, в зависимости от производительности и частоты вращения ротора) это обеспечивает сохранность ценных компонентов в экстракте черной смородины.

В лабораторных опытах по концентрированию настоев свежих ягод черной смородины получено, что степень концентрирования в аппарате составляет от 1:5 до 1:30. Содержание растворимых сухих веществ в концентрированных экстрактах составляет от 26 до 34 % масс. Зависимость содержания сухих растворимых веществ в концентрированном экстракте от режимных параметров работы аппарата показана на рисунке 2.

Из анализа полученных данных следует, что при повышении частоты вращения ротора степень концентрирования увеличивается вплоть до достижения 300 об/мин, после чего наблюдается ее уменьшение. Связано это явление с тем, что при значительной частоте вращения ротора происходит разрыв течения пленки по поверхности аппарата, и капли исходного раствора проскакивают в нижнюю часть аппарата.

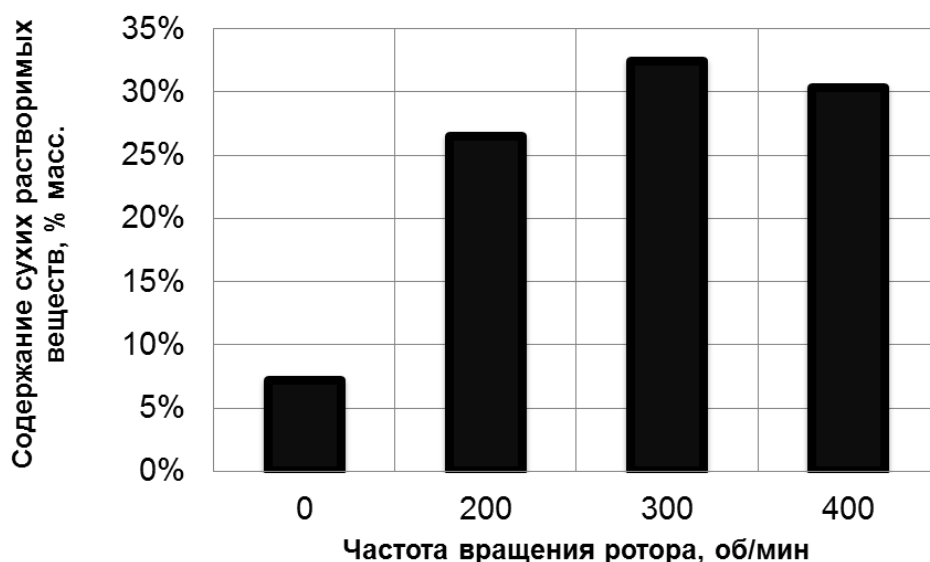


Рис. 2. Содержание сухих растворимых веществ в зависимости от режима работы аппарата

Химический состав концентрированного экстракта: общий сахар – 21,5 %, растворимые сухие вещества – 34,4 %; титруемая кислотность – 6,4 %; аскорбиновая кислота – 118,3 мг/100 г; сумма Р-активных веществ – 2145 мг/100 г. Благодаря герметичности аппарата, в полученном продукте хорошо сохраняется аромат черной смородины.

Таким образом, в ходе исследований изучены основные факторы, влияющие на ход процессов получения концентрированных экстрактов из свежих ягод черной смородины. Выявлено, что при использовании способа мацерации, за счет измельчения ягодного сырья можно уменьшить время экстрагирования до 6 часов, при этом увеличить на 32 % выход сухих экстрактивных веществ. При аналогичных параметрах процесса из целой ягоды извлекается 1/10 часть сухих веществ. Доказано, что в предложенном для концентрирования экстрактов роторном аппарате обеспечивается высокое качество получаемого продукта и сохранность ценных БАВ сырья.

### Литература

1. *Bakin I.A., Mustafina A.S., Aleksenko L.A.* Choice of fruit and berry raw materials for extracts based on field marketing research // *European Science and Technology: materials of the VII international research and practice conference.* – Munich, 2014. – Vol. I. – P.180–186.
2. *Минаев В.Г.* Лекарственные растения Сибири. – Новосибирск: Наука, 1991. – 431 с.
3. *Бакин И.А., Лунин П.Н., Алексенко Л.И.* Интенсификация процессов концентрирования настоев плодового сырья // *Актуальные вопросы современной техники и технологии: сб. докл. VI Междунар. науч. конф.* – Липецк: Гравис, 2012. – С. 154–155.
4. Extraction and formulation of anthocyanin-concentrates from grape residues / *T. Vatai, M. Škerget, Z. Knez [et al.]* // *The Journal of Supercritical Fluids.* – 2008. – Т. 45. – № 1. – P. 32–36.
5. *Медведева Т.М., Каухова И.Е.* Разработка технологии смородины чёрной – листьев экстракта сухого // *Научные ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер. Медицина. Фармация.* – 2012. – Т. 18. – № 10-2 (129). – С. 118–122.
6. *Mustafina A.S., Fedyaev K.S.* Classification of extraction objects. *European Science and Technology: materials of the IV international research and practice conference.* (Munich, April 10th – 11th, 2013/publishing office Vela Verlag Waldkraiburg). – Munich., 2013. – Vol. I. – P. 296–300.
7. *Мустафина А.С.* Разработка технологии плодово-ягодных экстрактов с целью их использования в производстве молочных продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. – Кемерово, 1999. – 160 с.
8. *Мустафина А.С., Бакин И.А.* Исследование кинетики извлечения биофлавоноидов из плодово-ягодного сырья // *Аграрная наука, образование, производство: актуальные вопросы: сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием.* – Новосибирск: Изд-во НГАСУ, 2013. – Вып. 15. – Т. I. – С. 174–176.
9. *Casace J.E., Mazza G.* Mass transfer process during extraction of phenolic compounds from milled berries // *Journal of Food Engineering.* – 2003. – Т. 59. – № 4. – P. 379–389.
10. Пат. 120369 РФ, МПК7 B01D1/22. Роторно-пленочный выпарной аппарат для концентрирования настоев плодово-ягодного сырья / *Бакин И.А., Мустафина А.С., Ащеулов А.С., Кобзев Ю.Н., Зайцева Е.А.*; заявитель и патентообладатель И.А. Бакин. – № 2012105115/05. – Заявл. 14.02.2012, опубл. 20.09.2012.

