

## ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ НАПИТКОВ

М. Н. Школьникова, Е. В. Аверьянова

*Исследовано качество сухого растительного сырья, собранного в предгорьях Алтайского края и Республики Алтай в 2005-2012 гг. и относящегося к семействам Rosaceae, Viciniaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Fabaceae, Scropolariaceae, Hypericaceae и Schisandraceae.*

*Ключевые слова: растительное сырьё, экстракты, сочетаемость биологически активных веществ (БАВ), многокомпонентные напитки, физиологическая ценность.*

В товароведении одним из основных факторов, формирующих качество товаров, является сырьё, используемое для их производства. В данной работе приводятся результаты исследования качества сухого растительного сырья с целью использования его в рецептурах алкогольных и безалкогольных многокомпонентных напитков, в том числе функционального назначения.

По классификации, принятой в ликероводочной и безалкогольной промышленности, сухое растительное сырьё по характеру основных веществ, ценных для производства напитков, делят на три группы: плодово-ягодное, ароматическое и неароматическое. Однако, с производственной точки зрения растительное сырьё удобнее классифицировать по употребляемой части растения – товароведческая классификация. В соответствии с этим различают следующие группы (рисунки 1).

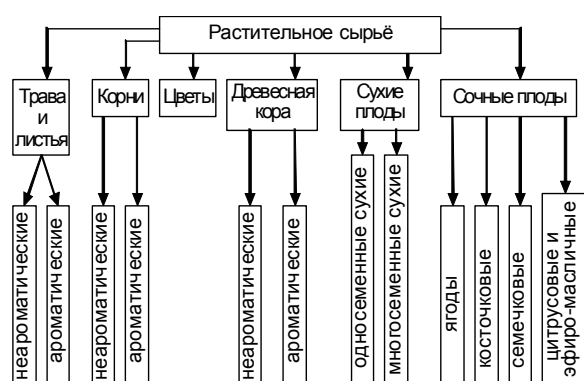


Рисунок 1 – Классификация растительного сырья по морфологическим признакам и ароматичности [1]

Качество сухого растительного сырья складывается из соответствия его требованиям нормативных документов (НД) по ряду показателей, характеризующих в итоге доб-

рокачество сырьё и его пригодность к использованию в производстве напитков.

Анализ качества растительного сырья проводился в период с 2005 по 2012 гг. с целью установления соответствия требованиям НД и выявления количественного содержания ряда биологически активных веществ (БАВ), что позволило определить стабильность химического состава исследуемого сырья и его пригодность для производства алкогольных и безалкогольных многокомпонентных напитков, в том числе функционального назначения.

При использовании растительного сырья в производстве напитков, в том числе функционального назначения, возникает ряд проблем, в числе которых: стабильность БАВ сырьевых компонентов в напитках, получаемых по технологиям, включающих обработку при высокой температуре; непостоянство химического состава растительного сырья в зависимости от вида, места произрастания и климатических условий вегетации, и как следствие, – невозможность стандартизации сырья по содержанию действующих компонентов и др.

Основным критерием пригодности растительного сырья для производства продуктов питания повышенной пищевой ценности, в том числе функциональных, служит содержание в нем БАВ. Исследуемое растительное сырьё можно разделить на две групп. К первой группе относят сырьё, стандартизованное по содержанию в нем *экстрактивных веществ* (трава чабреца, цветки календулы лекарственной, корневища с корнями левзеи сафлоровидной; *дубильных веществ* (плоды черемухи обыкновенной); *флавоноидов* (трава душицы обыкновенной и зверобоя продырявленного); *антоцианов* (цветки василька синего); *витамина С* (плоды шиповника обыкновенного); *эфирного масла* (трава душицы обыкновенной, листья мяты перечной, почки березы повислой и цветки ромашки аптечной); *салидрозид* (корни родиолы розовой). В сырьё второй группы регламенти-

**ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ  
АЛТАЙСКОГО КРАЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ НАПИТКОВ**

рованы лишь показатели его доброкачественности.

Результаты исследования растительного сырья показали доброкачественность всех образцов. В связи с этим, в дальнейших экспериментах определено содержание экстрактивных веществ и ряда БАВ для отнесения сырья, произрастающее в Алтайском крае и Республики Алтай, к пригодному для производства напитков повышенной физиологической ценности и возможности рекомендовать содержание определяемых БАВ к регламентированию (табл. 1–3).

*Таблица 1 – Содержание веществ фенольной природы растительного сырья (n=6, M±m), в пересчете на абсолютно сухое вещество*

Вид сырья	М. д. суммы дубильных веществ*, %	М. д. суммы флавоноидов**, %
<i>Плоды</i>		
Шиповник	5,70±0,13	6,61±0,05
Рябина	6,92±0,40	7,19±0,03
Лимонник	3,10±0,12	5,14±0,03
Черемуха	15,11±0,10	5,26±0,15
Черника	6,80 ±0,10	9,25±0,03
Гвоздика	0,70±0,10	0,05±0,02
<i>Корни и корневища</i>		
Родиола	13,24±0,40	1,10±0,25
Девясил	2,66±0,20	1,05±0,05
Левзея	1,36±0,16	0,42±0,02
Копеечник	13,60±0,55	0,10±0,01
Солодка	2,56±0,25	1,34±0,40
Имбирь	0,80±0,01	0,05±0,01
<i>Трава, листья, побеги</i>		
Мелисса	3,18±0,15	2,13±0,10
Мать-и-мачеха	2,96±0,10	2,37±0,10
Очанка	4,14±0,15	3,74±0,15
Черника	4,25±0,10	2,15±0,15
Крапива	0,26±0,01	1,12±0,10
Смородина	3,49±0,45	2,18±0,70
Душица	7,17±0,55	1,45±0,32***
Мята	2,37±0,25	0,16±0,02
Зверобой	2,84±0,15	2,11±0,35
Чабрец	2,42±0,25	1,06±0,10
Малина	2,09±0,05	1,03±0,15
Тысячелистник	2,31±0,20	6,51±0,45
<i>Цветки и соцветия</i>		
Почки березы	7,21±0,22	6,41±0,35
Ромашка	2,36±0,24	1,75±0,35
Календула	3,58±0,13	7,23±0,35
Василек	1,65±0,15	3,30±0,15

\* в пересчете на танин;  
\*\* в пересчете на рутин;  
\*\*\* в пересчете на лютеолин

Установлено, что содержание экстрактивных веществ, флавоноидов и дубильных веществ в исследуемом сухом сырье соответствует требованиям НД на сырье, которое стандартизируют по их содержанию. Также получены новые данные по количественному содержанию веществ фенольной природы исследуемого растительного сырья, широко используемого в производстве напитков и биологически активных добавок (табл. 1). Так содержание антоциановых пигментов в плодах черники обыкновенной составило 4,65 %, в цветках василька синего – 1,92 % (при норме не менее 0,6 %).

По принципу максимального содержания и регламентирования НД, определено содержание витамина С в ряде образцов исследуемого сырья (табл. 2).

*Таблица 2 – Содержание витамина С растительного сырья (n=6, M±m), в пересчете на абсолютно сухое вещество*

Вид сырья	М.д. вит.С, %
Шиповник обыкновенный, плоды	0,85±0,04
Лимонник китайский, плоды	0,23±0,05
Черемуха обыкновенная, плоды	0,17±0,03
Черника обыкновенная, плоды	0,18±0,03
Крапива двудомная, лист	0,32±0,04
Зверобой пронзенный, лист	0,15±0,03
Смородина черная, лист	0,28±0,04
Малина обыкновенная, лист	0,20±0,03

В таблице 3 представлены экспериментальные данные по количественному содержанию эфирного масла.

*Таблица 3 – Содержание эфирных масел растительного сырья (n=6, M±m), в пересчете на абсолютно сухое вещество*

Вид сырья	М.д. эфирных масел, %
Лимонник китайский, плоды	0,9±0,05
Гвоздика, бутоны	9,2±0,15
Тысячелистник обыкновенный, трава	0,4±0,03
Душица обыкновенный, трава	1,1±0,25
Мята перечная, лист	2,3±0,15
Чабрец обыкновенный, трава	0,3±0,05
Имбирь, корень	1,20±0,03
Ромашка аптечная, цветки	3,5±0,25
Девясил высокий, корень	1,20±0,05

Среди исследуемого сырья присутствуют растения, отличающиеся наличием в них специфических веществ, являющихся, с точки зрения функциональных свойств, – действующим началом, а с точки зрения потребительских достоинств, – формирующими вкусовые свойства напитков.

Так, содержание салидрозида в корневищах родиолы розовой составило  $0,87 \pm 0,02$  %, глицирризиновой кислоты в корнях солодки голой –  $17,0 \pm 3,2$  %. Перспективным в производстве напитков является использование разновидностей копеечника. Как показали исследования химического состава копеечника забытого, заготовленного в разных районах Республики Алтай, его корневища обладают высокой Р-витаминной активностью, а их водно-спиртовые экстракты (40 об.%, гидромодуль 1:30) имеют специфический карамельный слабо вяжущий вкус, обусловленный содержанием дубильных веществ ( $0,15 \pm 0,03$  %), флавоноидов ( $0,10 \pm 0,02$  %) и ксантонов (от 0,10 до  $0,125 \pm 0,01$  %).

Экспериментально показано, что исследуемое сырье содержит широкий спектр БАВ в количестве, достаточном для их перехода в экстракты и возможности определения в готовых напитках. Представленные данные определяют возможность использования исследуемого растительного сырья для получения напитков с высокими органолептическими свойствами и физиологической ценностью, в том числе и функционального назначения.

Для получения экстрактов и напитков на их основе отобрано 11 видов растительного сырья. Экстракты получали методом двукратного настаивания измельченного сухого сырья в водно-спиртовых растворах концентрацией 40% об. при  $T = 18,0 \pm 2,0$  °С в течение 10-14 дней при каждом заливе в зависимости от вида сырья с последующим объединением полученных экстрактов. Рассмотрены экстракты с гидромодулем 1:10, 1:20 и 1:30.

Полученные экстракты обладают выраженными, индивидуально узнаваемыми вкусом и ароматом, присущими исходному растительному сырию, цвет – от золотисто-желтого до коричневого ближе к черному с рубиновым оттенком. Дегустационно различимые характеристики экстрактов обусловлены содержанием в них экстрактивных веществ (рисунок 2).

В ходе эксперимента установлено, что во все экстракты переходят дубильные вещества и флавоноиды, содержание которых зависит как от величины гидромодуля, так и от содержания данных веществ в сырье, что показано на рисунках 3 и 4.

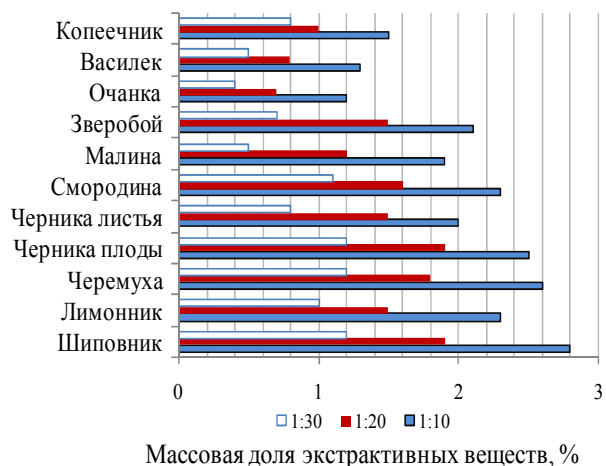


Рисунок 2 – Влияние гидромодуля на массовую долю экстрактивных веществ в экстрактах исследуемого растительного сырья

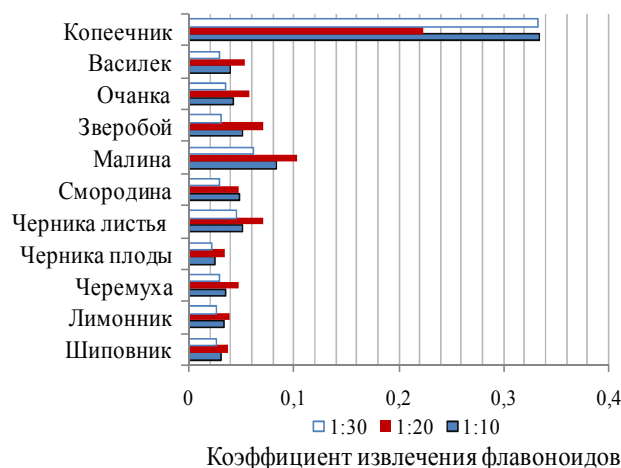


Рисунок 3 – Влияние гидромодуля на степень извлечения флавоноидов в экстрактах исследуемого растительного сырья

Степень перехода БАВ из сырья в экстракты характеризуется коэффициентом извлечения  $\alpha$ , рассчитанным по формуле:

$$\alpha = \frac{C_{\text{ex}} \cdot V_{\text{ex}} \cdot 100}{C_s \cdot m_s \cdot (100 - W)} \quad (1)$$

где  $C_{\text{ex}}$  – содержание БАВ в экстракте, %;  $V_{\text{ex}}$  – объем экстрагента, мл;  $C_s$  – содержание БАВ в сырье, %;  $m_s$  – масса навески сырья, г;  $W$  – влажность сырья, %.

Как видно из рисунка 3, содержание суммы флавоноидов в экстрактах *снижается в ряду*: копеечник забытый (корень) > малина обыкновенная (листья) > зверобой продырявленный (трава) > черника обыкновенная (листья и побеги) > очанка лекарственная

## ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ НАПИТКОВ

(трава) > василек синий (цветки) > смородина черная (листья) > черемуха обыкновенная (плоды) > лимонник китайский (плоды) > шиповник обыкновенный (плоды) > черника обыкновенная (плоды).

Более полно экстрагируются дубильные вещества (рисунок 4).

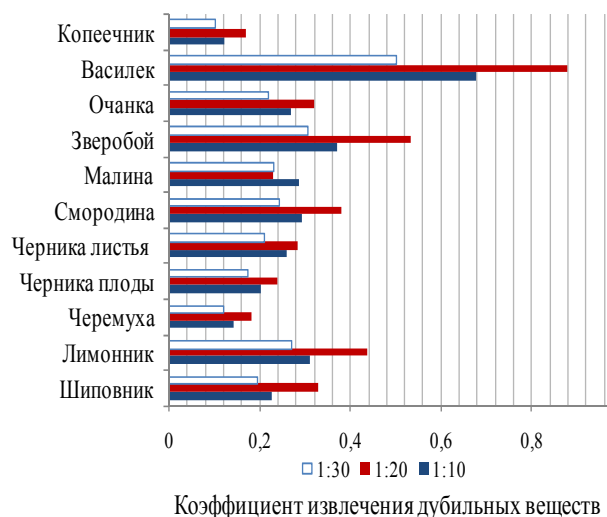


Рисунок 4 – Влияние гидромодуля на степень извлечения дубильных веществ в экстрактах исследуемого растительного сырья

Согласно данным рисунка 4, сумма дубильных веществ в экстрактах *снижается в ряду*: василек синий (цветки) > зверобой продырявленный (трава) > лимонник китайский (плоды) > смородина черная (листья) > очанка лекарственная (трава) > шиповник обыкновенный (плоды) > черника обыкновенная (листья и побеги) > малина обыкновенная (листья) > черника обыкновенная (плоды) > черемуха обыкновенная (плоды) > копеечник забытый (корень).

Наибольшее значение коэффициентов извлечения флавоноидов и дубильных веществ получено для экстрактов с гидромодулями 1:10 и 1:20, что позволяет выбрать данные соотношения как рациональные при разработке рецептур напитков повышенной физиологической ценности.

При исследовании состава фенольных веществ полученных экстрактов установлено, что дубильные вещества в большей степени состоят из конденсированных соединений, а флавоноиды представлены флавонолами (кверцетин, рутин, кемпферол и мирицитин) и флавонами (лютеолин и апигенин). Эти же флавоноиды идентифицированы и в готовых напитках.

Как известно, в многокомпонентных системах происходит ряд сложных биохимических превращений между различными классами химических соединений и отдельными веществами, что также необходимо учитывать при составлении рецептур напитков. Эти взаимодействия рассмотрены нами на примере двухкомпонентных экстрактов. При подборе компонентов экстрактов исходили не только из максимального количественного содержания БАВ в индивидуальных настоях, но и из вкусо-ароматических характеристик индивидуальных экстрактов.

Отмечено, что органолептические характеристики двухкомпонентных экстрактов по сравнению с индивидуальными существенно улучшаются: цвет становится более интенсивным; аромат – более сложным, насыщенным, с преобладанием плодовых нот; вкус – сложным, ощутимо терпким, с выраженными плодовыми нотами. Каждый экстракт в большей или меньшей степени имеет индивидуально узнаваемые ноты используемых растительных компонентов.

Однако одной из проблем многокомпонентных напитков является вопрос количественной оценки степени сочетаемости БАВ. На основании существующих математических моделей, описывающих синергетический эффект взаимодействия [2, 3], нами предложен расчет коэффициента сочетаемости тех или иных БАВ в двухкомпонентных экстрактах, который можно выразить уравнением:

$$I_c = \frac{N_3}{N_1 + N_2}, \quad (2)$$

где  $N_1, N_2$  – содержание суммы того или иного БАВ в индивидуальных экстрактах, %;  $N_3$  – содержание суммы того или иного БАВ в двухкомпонентном экстракте, %. При  $I_c > 1$  имеет место синергизм, при  $I_c \leq 1$  – независимое действие (аддитивность).

В отношении суммы флавоноидов в двухкомпонентных экстрактах (рисунок 5) речь идет о таком виде синергетического усиления, как потенцирование, который наблюдается во всех исследуемых экстрактах, а наиболее удачными сочетаниями являются экстракты: листья смородины/корни копеечника ( $I_c$  1,538 и 1,668), плоды черемухи обыкн. / корни копеечника забытого ( $I_c$  1,158 и 1,167), плоды черемухи обыкн./листья черной смородины ( $I_c$  1,154 и 1,125) с учетом того, что в индивидуальных экстрактах корней копеечника сумма флавоноидов меньше, чем в других экстрактах.

Что касается сочетаемости дубильных веществ в двухкомпонентных экстрактах, то, по данным рисунка 5, также имеет место синергетический эффект во всех экстрактах, за исключением двух – плоды шиповника обыкновенного/плоды лимонника китайского и плоды шиповника обыкновенного/трава зве-

робоя продырявленного, в которых  $I_c < 1$ , следовательно синергетического эффекта нет, а есть аддитивный характер взаимодействия, когда содержание дубильных веществ в двухкомпонентных экстрактах больше, чем их содержание в индивидуальных экстрактах, но меньше математической суммы.

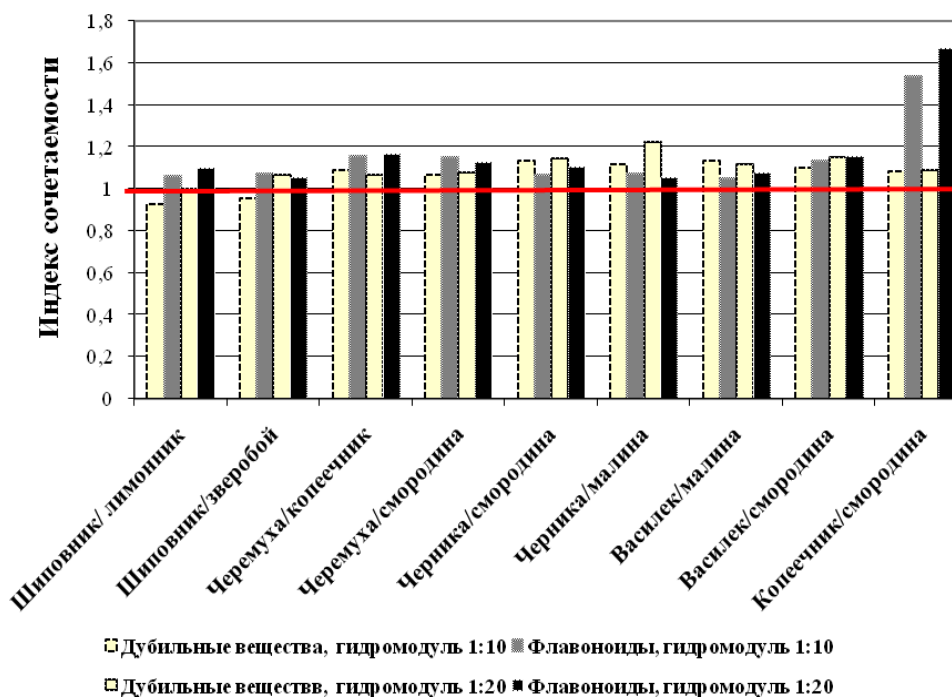


Рисунок 5 – Сочетаемость БАВ в двухкомпонентных экстрактах

Таким образом, чтобы гарантировать определенный уровень физиологической ценности при разработке и оптимизации рецептур многокомпонентных напитков, на основе растительного сырья важны не только оценка доброкачественности и определение БАВ в сырье, но и изучение механизмов взаимодействия БАВ конкретных видов растительного сырья.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бачурин, П.Я. Технология ликеро-водочного производства / П.Я. Бачурин, В.А. Смирнов. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 326 с.
2. Белкина, С.В. Прогнозирование синергизма мутагенных, канцерогенных и летальных эффектов при взаимодействии различных факторов окружающей среды: Автореф. канд. биологич. на-

ук: 03.00.16. – Обнинск: 2007. – 20 с.

3. Устименов, А.А. Компаративно- кластерный подход в исследованиях явления синергизма биологических динамических систем: Автореф. канд. физ-матем. наук: 03.01.02. – Сургут, 2010. – 23 с.

**Школьникова М.Н.**, д.т.н., профессор кафедры «Общая химия и экспертиза товаров» БТИ АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8-903-995-94-77. E-mail: leka@mail.biysk.ru;

**Аверьянова Е.В.**, к.х.н., доцент кафедры «Биотехнология» БТИ АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8-903-995-94-77; E-mail: leka@mail.biysk.ru.