

УДК 663.81.

## ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ НАПИТКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФЕРМЕНТОЛИЗАТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Курбатова Е.И., канд. техн. наук, Соколова Е. Н., канд. биол. наук,  
Борщева Ю. А. канд. техн. наук, Римарева Л. В., д-р техн. наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал  
Федерального государственного бюджетного научного учреждения «ФИЦ питания и  
биотехнологии» (Москва)*

**Реферат.** Экспериментально показана возможность повышения выхода биологически активных компонентов (органических кислот, микроэлементов, витаминов, антоцианов, каротиноидов, токоферолов) в экстракты в результате направленного ферментативного гидролиза полимеров клеточных стенок растительного сырья. Показана перспективность использования полученных ферментоллизатов растительного сырья для конструирования напитков функционального назначения сбалансированного состава в соответствии с нормами физиологических потребностей населения в пищевых веществах.

**Ключевые слова:** растительное сырье, биохимический состав, ферментализ, биологически активные вещества, функциональные напитки, микронутриенты

**Summary.** The article shows the enzymatic hydrolysis of plant raw materials polymers using leads to increasing of biologically active components yield to the extracts (organic acids, microelements, vitamins, anthocyanins, carotenoids, tocopherols). The enriched fermentolysates using for functional foods and beverages designing is the perspective way to the obtaining of the balanced products in accordance with the physiological needs norms of the population in food substances.

**Keywords:** plant material, biochemical composition, fermentative, biologically active substances, functional drinks, micronutrients

**Введение.** В связи с ухудшением экологической обстановки, высокими эмоциональными нагрузками и стрессовыми факторами, особенно в крупных промышленных городах, продукты питания, регулярно употребляемые населением, должны не только удовлетворять физиологические потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные задачи [1]. Мониторинг состояния здоровья детского и взрослого населения страны, проведенный в 2008 г. органами Роспотребнадзора Минздравсоцразвития РФ, выявил широкое распространение дефицита биологически активных веществ у большей части обследованных. По информации Главного государственного санитарного врача РФ Г.Г. Онищенко (письмо № 01/12925-8-32 от 12.11.2008 г «О состоянии заболеваемости, обусловленной дефицитом микронутриентов»), важнейшими из них являются:

- дефицит витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, фолиевой кислоты, бета-каротина;
- дефицит микроэлементов кальция, калия при одновременном избытке натрия за счет повышенного потребления поваренной соли;
- дефицит микроэлементов йода, селена, железа, цинка, фтора;
- дефицит пищевых волокон.

В связи с этим, возникает необходимость в увеличении объемов производства традиционных продуктов питания, обладающих высокой пищевой ценностью, а также в созда-

нии новых источников жизненно необходимых элементов, способных корректировать биохимический состав пищевых продуктов.

Современная нутрициология рассматривает фруктово-ягодное сырье как перспективный источник физиологически функциональных компонентов питания, обладающих высокой биодоступностью. В связи с этим, работы многих авторов посвящены использованию фруктов и ягод в качестве компонентов функциональных продуктов питания и биологически активных добавок [2,3]. На сегодняшний день наиболее широко изучен вопрос получения напитков функционального назначения путем обогащения растительных экстрактов микро- и макронутриентами в количестве, превышающем уровень их содержания в исходном сырье [4]. По литературным данным, известен способ введения мезги облепихи, образующейся в процессе получения сока, в состав вафель, позволяющий улучшить как органолептические, так и физико-химические показатели продукта [5], а также использование жома красной смородины в производстве пряников для повышения содержания пищевых волокон в продукте [6].

В процессе создания функционального продукта одним из основных этапов является выбор и обоснование функциональных ингредиентов, формирующих новые свойства продукта и обуславливающих его способность оказывать благоприятное физиологическое воздействие на организм. В связи с этим, выбор и обоснование функциональных ингредиентов должны осуществляться с учетом совокупности потребительских свойств и целевого физиологического воздействия создаваемого функционального продукта.

Таким образом, научные исследования, направленные на получение пищевых продуктов и биологически активных добавок, содержащих функциональные компоненты, а также выявление их физиологического действия на организм различных групп населения, являются актуальными и востребованными.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований являлись зерновое сырье (пшеница) в качестве богатого источника белковых веществ, аминокислот, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов, а также фруктово-ягодное сырье: яблоки (источник витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Р, Е, бета-каротина, микро- и макроэлементов, пектиновых веществ, моно-, ди-, олигосахаридов, органических кислот, флавоноидов) и черная смородина (источник витаминов С, В, Р, провитамина А, органических кислот, моно-, ди-, олигосахаридов, гликозидов, флавоноидов, пектиновых, дубильных, антоциановых веществ, флавонолов и азотистых веществ, полиненасыщенных жирных кислот в семенах).

Количественный и качественный состав биологически активных веществ в полученных ферментолизатах растительного сырья изучали следующими методами:

концентрацию общих белковых веществ методом Лоури [7]; редуцирующих веществ методом Шомоди-Нельсона [8]; содержание органических кислот и микроэлементов методом капиллярного электрофореза на приборе Agilent 7100; содержание витамина С определяли согласно ГОСТ 24556-89; количественное содержание токоферолов методом ВЭЖХ – по Р.4.1.1672-03, антоцианов по ГОСТ Р 53773-2010 и каротиноидов по ГОСТ Р 51443-99; аминокислотный состав определяли методом ВЭЖХ на аминокислотном анализаторе «KNAUER Advanced scientific instruments».

**Обсуждение результатов.** Как известно, для повышения выхода экстрактивных веществ из растительного сырья необходимо увеличить проницаемость клеточной стенки растений путем применения различных технологических приемов (термошок, криолиз, УЗ-обработка, вибрация, воздействие ионизирующего облучения, электроплазмолиз и др.). При этом, неоспоримым преимуществом обладает ферментативный катализ, позволяющий не только повысить выход биологически активных веществ сырья, но и сохранить нативную структуру и функциональные свойства целевых компонентов.

На первом этапе исследований изучали эффективность биокаталитической деградации полимеров клеточных стенок выбранных видов сырья с использованием энзиматических систем, содержащих ферменты различной направленности действия, подобранных для каждого вида растительного сырья индивидуально. Таким образом, для обработки пшеницы использовали ферментную систему, состоящую из  $\alpha$ -амилазы, глюкоамилазы, протеазы,  $\beta$ -глюканазы; для яблочного сырья – пектиназы, протеазы,  $\beta$ -глюканазы; для сырья из черной смородины – пектиназы и  $\beta$ -глюканазы.

Эффективность проведения ферментализации полимеров клеточных стенок растительного сырья оценивали по увеличению выхода экстрактивных веществ и накоплению продуктов гидролиза структурных биополимеров в жидкую фракцию: растворимых сухих веществ (РСВ), редуцирующих сахаров (РВ), белковых веществ, аминного азота ( $\text{NH}_2$ ) (табл.).

Таблица – Влияние ферментативной обработки растительного сырья на биохимические показатели получаемых ферментализатов

| Используемый вид сырья | Показатель                              |      |                        |       |          |      |                           |      |                       |       |
|------------------------|---|------|------------------------|-------|----------|------|---------------------------|------|-----------------------|-------|
|                        | Выход сока (экстракта), см <sup>3</sup> |      | РВ, мг/см <sup>3</sup> |       | РСВ, %   |      | Белок, мг/см <sup>3</sup> |      | NH <sub>2</sub> , мг% |       |
|                        | Контроль                                | Опыт | Контроль               | Опыт  | Контроль | Опыт | Контроль                  | Опыт | Контроль              | Опыт  |
| Пшеница                | 0,5                                     | 27,6 | 120,0                  | 331,8 | 7,8      | 21,6 | 1,8                       | 17,4 | 4,2                   | 21,0  |
| Яблоки                 | 4,8                                     | 24,6 | 374,4                  | 423,7 | 12,3     | 14,1 | 3,6                       | 8,4  | 21,0                  | 105,0 |
| Черная смородина       | 9,8                                     | 25,0 | 369,0                  | 683,0 | 11,0     | 17,0 | 9,8                       | 16,7 | 70,0                  | 525,0 |

В результате эксперимента отмечено значительное увеличение выхода соков из черной смородины – в 2,6; яблок – в 5,1 раз, а также жидкой фракции после ферментативного катализа экстракта пшеницы – в 55 раз в сравнении с выходом экстракта из необработанного сырья. При этом выявлено повышение выхода продуктов гидролиза полимеров клеточных стенок выбранных видов сырья: содержание РСВ увеличилось на 14,6-177 %, редуцирующих сахаров на 13-176,5 %, белковых веществ на 70,5-866 %, аминного азота на 400-650 % в сравнении с показателями экстрактов, полученных без применения ферментного гидролиза. Кроме того, в результате гидролиза некрахмальных полисахаридов напитки, получаемые на основе ферментализатов растительного сырья, обогащаются легко усвояемыми веществами углеводной и белковой природы, способствующими формированию вкусо-ароматической и биохимической составляющей в получаемом продукте.

На следующем этапе исследований представилось интересным изучить влияние направленной ферментативной деструкции полимеров клеточных стенок на качественный и количественный состав биологически активных веществ в полученных ферментализатах растительного сырья (рис. 1-3).

Использование ферментативного катализа для обработки яблочного сырья приводит к увеличению содержания витамина С на 21,9 %, токоферолов – на 45,0 %, каротиноидов – на 92,0 %. Напитки, получаемые на основе ферментализатов яблочного сырья, будут обладать профилактическим эффектом для людей, страдающих сердечно-сосудистыми и простудными заболеваниями.

Показано, что в результате гидролиза структурных полимеров сырья из черной смородины наиболее значительное увеличение выхода отмечается в отношении каротиноидов

и токоферолов на 62,8-200 % от контроля, а также антоцианов на 37,8 % и катехинов на 54,3 %. Повышение выхода витамина С удалось достичь на 11 % (рис.2).

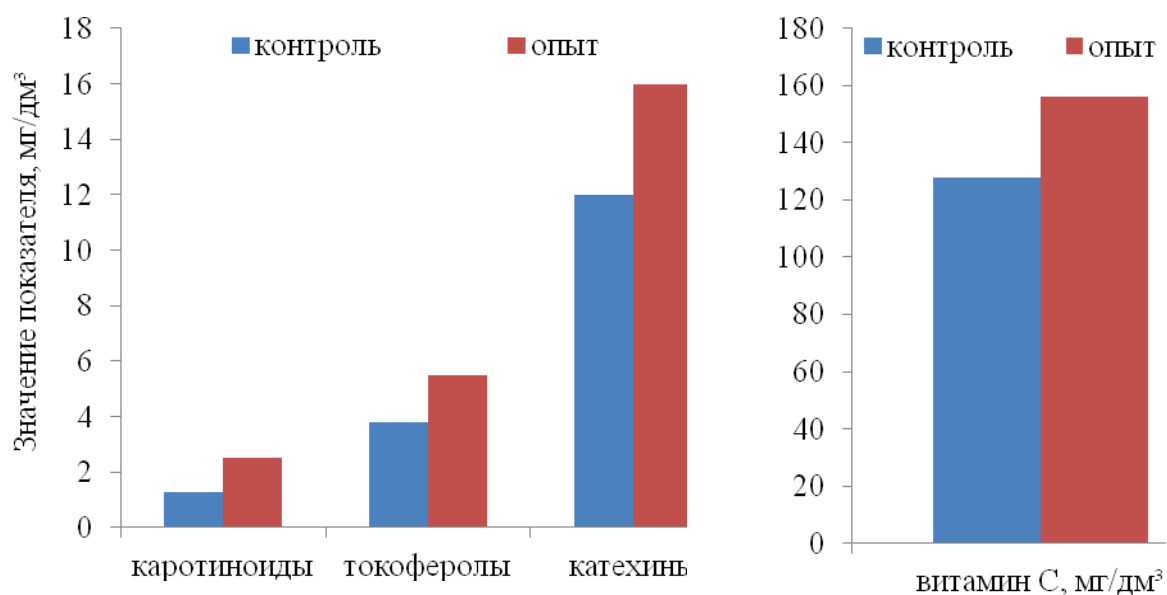


Рис.1. Влияние направленного ферментативного гидролиза полимеров яблочного сырья на выход биологически активных веществ

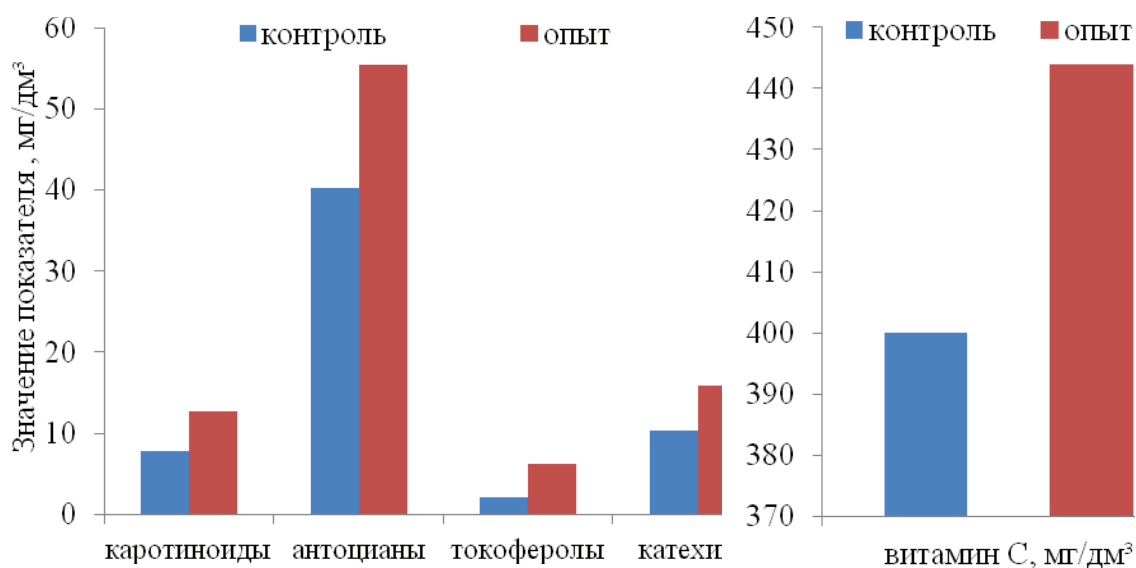


Рис. 2. Влияние направленного ферментативного гидролиза полимеров черной смородины на выход биологически активных веществ

Напитки, получаемые на основе ферментализатов черносмородинового сырья, будут обладать профилактическим действием для людей с ослабленным иммунитетом и желудочно-кишечными заболеваниями.

После проведенной ферментативной обработки пшеницы, отмечено существенное увеличение выхода токоферолов – на 82 % в сравнении с контрольным образцом (рис.3),

важно для поддержания оптимального функционирования всех систем организма, так как этот витамин – главный борец со старением, активно предотвращающий процесс перекисного окисления.

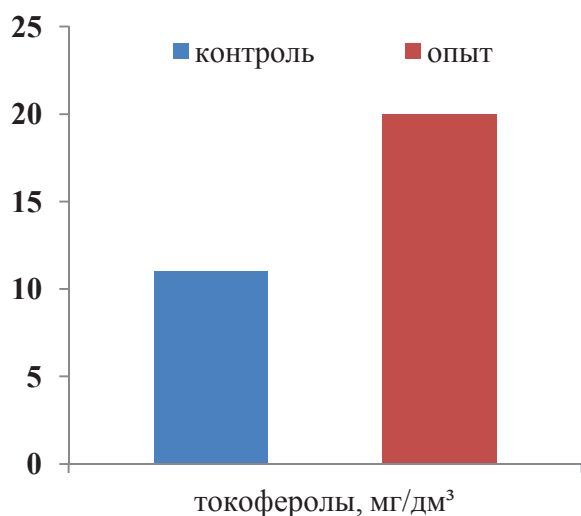


Рис.3. Влияние направленного ферментативного гидролиза полимеров пшеничного экструдата на выход токоферолов

Известно также, что напитки, получаемые на основе ферментализатов пшеницы, способствуют восстановлению функций организма после ишемического повреждения. Исходя из полученных экспериментальных данных, выявлена эффективность действия ферментативных систем на выход биологически активных веществ различной природы, что позволит конструировать напитки согласно принципам пищевой комбинаторики, основанным на сочетании различных функциональных компонентов в оптимальных соотношениях с необходимостью учета потребностей различных групп населения в биологически активных веществах.

**Выводы.** Таким образом, показано, что ферментативная обработка способствует не только увеличению выхода экстрактов, редуцирующих и белковых веществ, аминного азота, но и в результате гидролиза некрахмальных полисахаридов клеточных стенок напитки, получаемые на основе ферментализатов растительного сырья, обогащаются легко усвояемыми веществами углеводной и белковой природы, способствующими формированию вкусо-ароматической и биохимической составляющей получаемого продукта.

### Литература

1. Тутельян, В.А. От концепции государственной политики в области здорового питания населения России – к национальной программе здорового питания/В.А.Тутельян, А.В.Шабров, Е.И.Ткаченко //Клиническое питания. – № 2. – 2004. – С.2-4.
2. Сорокопуд, А.Ф. Физико-химические свойства экстрактов плодов боярышника кроваво-красного и калины обыкновенной/ А.Ф.Сорокопуд, Н.В Дубинина // Пиво и напитки.– 2008. – № 3. – С.30-31.
3. Алексеенко Е.В. Научные и технологические основы применения биокаталитических методов обработки плодово-ягодного сырья /Е.В. Алексеенко, Н.В. Осташенкова, С.Е. Траубенберг // Сборник трудов московского государственного университета. Москва, 2010 – С. 5 -13.
4. Шатнюк, Л.Н. Пищевые микроингредиенты в создании продуктов здорового питания/ Л.Н. Шатнюк// Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2005. – № 2. – С.18-22
5. Alekseenko, E.V., Dikareva Y.M., Traubenberg S.E., Ostashenkova N.V. Biotechnological ways of processing seabuckthorn for foods manufacture // Abstract proceedings of the 5–th International Seabuckthorn Association Conference (ISA2011), China, Qinghai, Xining. – 2011. – С. 121.
6. Родионова, Л.Я. Жидкие пектинопродукты как основа для производства напитков и плодоовощных десертных изделий // Тез. докл. I Всероссийского научно-технического семинара-совещания с международным участием «Научные и практические пути решения проблемы производства пектина». – Краснодар, 12-13 октября 1993г.
7. Дарбре, А. Практическая химия белка / А.Дарбре. – М.: Мир. – 1989. – 623 с.
8. Синицын, А.П., Черноглазов В.М., Гусаков А.В. Методы исследования и свойства целлюлолитических ферментов. ВИНТИ, М. –1990. – Т.25. –С. 30-37.