

Влияние процесса фильтрации на содержание минеральных веществ в функциональном напитке адаптогенного действия

Артур Р. Хасанов¹ kingartur-12@mail.ru

Наталья А. Матвеева¹ matveevanatalja2007@rambler.ru

¹ Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 191002, Россия

Реферат. Проанализирован рынок функционального питания в России. В России активно растёт уровень заболеваний связанных с нервной системой и мозгом. ВОЗ спрогнозировала, что к 2020 году болезни мозга и психические расстройства войдут в пятёрку болезней, ведущих к потере трудоспособности. Рынок безалкогольных, функциональных напитков (ФН), направленных на решения этой проблемы ничтожно мал. Разработан ФН адаптогенного действия на основе плодово-ягодного сырья и сухих растительных экстрактов для профилактики заболеваний мозга, в частности лимбической системы, а также нервной системы. Напиток исследовали на содержание макро- и микроэлементов. В ходе основного этапа эксперимента изучено влияние процесса фильтрации на содержание минеральных элементов. Процесс фильтрации необходим для улучшения качества разработанного функционального напитка адаптогенного действия. Выбрана микрофильтрация, как самая подходящая разновидность процесса фильтрации для достижения прозрачности с блеском, как одного из основных потребительских качеств, а также микробиологической стабильности. Подобраны фильтры в соответствии с режимами и требованиями характерными для микрофильтрации. Содержание макро- и микроэлементов определялось атомно-абсорбционной спектроскопией с использованием пламенной атомизации на спектрофотометре Shimadzu AA-6300, (Япония). Сравнивались значения концентрации минеральных веществ в функциональном напитке до и после процесса микрофильтрации. По результатам измерений содержание калия осталось неизменным, содержание меди и железа упало на 19,5 и 79,6% соответственно. Уменьшение концентраций магния, кальция, натрия и марганца входят в интервалы погрешности измерений. Полученные результаты дают возможность проанализировать потери минеральных веществ и определить необходимое количество употребления напитка для обеспечения суточной нормы организма в макро- и микроэлементах.

Ключевые слова: функциональный напиток, стимуляция деятельности мозга и нервной системы, содержание макро- микро- элементов, атомно-абсорбционная спектроскопия, микрофильтрация

The influence of filtration process on the content of minerals in the functional beverage of adaptogenic action

Artur R. Khasanov¹ kingartur-12@mail.ru

Natal'ya A. Matveeva¹ matveevanatalja2007@rambler.ru

¹ St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Lomonosov St., 9, St. Petersburg, 191002, Russia

Summary. The market of functional nutrition in Russia has been analyzed. The level of diseases associated with the nervous system and brain is actively growing in Russian Federation. World Health Organization (WHO) predicted, brain diseases and mental disorders will enter the five diseases leading to disability in 2020 year. The market of non-alcoholic and functional beverages (FB), which can help for solving this health's problem, is negligible. A functional beverage with adaptogenic action based on fruit and berry raw materials and dry plant extracts for the prevention of brain diseases, in particular, the limbic system, as well as the nervous system, has been developed. The functional beverage was examined in scientific work for the content of macro elements and trace elements. The filtration process is necessary to improve the microbiological stability of FB of adaptogenic action and consumer properties. During the experiment, the effects of the filtration process (one of the most important technological process) on the content of mineral elements were studied. As the most appropriate and rational type of filtration for the drink, microfiltration was chosen. The filters were selected in accordance with the regimes and requirements characteristic of microfiltration process. The content of macro elements and trace elements was determined by atomic absorption spectroscopy using flame atomization on a Shimadzu AA 6300 spectrophotometer, (Japan). The values of the concentration of mineral substances in the functional beverage were compared before and after the microfiltration process. According to the results of measurements, the content of potassium remained unchanged and the content of copper and iron fell by 19.5 and 79.6 percent, respectively. Reducing the concentrations of magnesium, calcium, sodium and manganese are included in the measurement error intervals. The results obtained make it possible to analyze the losses of mineral substances and determine the required amount of drink to ensure of daily requirements of the organism in macro elements and trace elements.

Keywords: functional beverage, stimulation of brain and nervous system activity, content of macronutrients and trace elements, atomic absorption spectroscopy, microfiltration

Введение

Развитие индустрии продуктов функционального и специализированного назначения обусловлено растущим осознанием потребителем связи между питанием и здоровьем. Об этом свидетельствует спрос на здоровую пищу, активный образ жизни, а также желание

быть образованным в аспектах физиологии, диетологии. Население стало воспринимать продукты не только как ресурс для жизнедеятельности, но как источник питательных нутриентов, улучшающих здоровье, снижающих или предотвращающих заболевания или их симптомы, стимулирующих функции организма.

Для цитирования

Хасанов А.Р., Матвеева Н.А. Влияние процесса фильтрации на содержание минеральных веществ в функциональном напитке адаптогенного действия // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 168–172. doi:10.20914/2310-1202-2018-1-168-172

For citation

Hasanov A.R., Matveeva N.A. The influence of filtration process on the content of minerals in the functional beverage of adaptogenic action. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 168–172. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-1-168-172

В связи с этим стремительно растёт ассортимент функциональных и специализированных продуктов питания разнонаправленного воздействия на организм человека [1, 2].

Наиболее быстроусвояемым носителем питательных соединений для организма среди продуктов является жидкость, а именно сокодержущие напитки. Эта категория продуктов усваивается за 15–20 минут, что позволяет быстро обогатить ту или иную систему организма необходимыми соединениями [3].

Сегмент функциональных безалкогольных сокодержущих напитков в России начал развиваться сравнительно недавно, а напитки профилактического действия практически отсутствуют. В связи с этим возникает необходимость в разработках продуктов разнонаправленного действия, в том числе, напитков адаптогенного действия, способствующих оптимальному функционированию организма человека в условиях повышенных физических и интеллектуальных нагрузок. Их действие направлено на стимуляцию деятельности лимбической системы для улучшения памяти, концентрации внимания, повышения работоспособности и профилактики расстройств нервной системы (стрессов, депрессий, легких невротических заболеваний) [4, 5].

Растёт уровень заболеваний, связанных с расстройствами нервной системы и мозговой деятельности. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) спрогнозировала, что к 2020 году заболевания мозга и психические расстройства

войдут в пятёрку болезней ведущих к потере трудоспособности. В России число людей, нуждающихся в психиатрической помощи, превышает 20%. Невротические расстройства (расстройства памяти и личности, подавленность, тревожные состояния, психозы, депрессии), составляют 75–80% от всех неврологических заболеваний [6].

Цель работы – определение концентраций макроэлементов: натрия (Na), калия (K), магния (Mg), кальция (Ca), и микроэлементов: железа (Fe), меди (Cu), цинка (Zn), марганца (Mn) в напитке адаптогенного действия, методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с пламенной атомизацией пара и сравнение их в фильтрованном и нефилтрованном напитке.

Объекты и материалы исследования

Исследован функциональный напиток на содержание макроэлементов (Na, K, Mg, Ca), и микроэлементов (Fe, Cu, Zn, Mn) и их изменение после процесса фильтрации.

Напиток состоит из следующих компонентов: соки прямого отжима из красного винограда, моркови, киви, черники, яблок, чёрный и зелёный чай [7, 8].

Сырьё подобрано с учётом физико-химических свойств ингредиентного состава, а также рекомендаций диетологов.

Дегустационные характеристики напитка определялись с использованием профильного метода сенсорного анализа [9].

Суточные нормы употребления минеральных веществ, представлены в таблице 1 [10].

Таблица 1.

Суточная потребность в минеральных элементах. Биологическое воздействие

Table 1.

Daily demand for mineral elements. Biological impact

Минеральные элементы Minerals	Биологическое воздействие на организм Biological impact on the body	Средняя суточная потребность для взрослых, мг Average daily need for adults, mg	
		Мужчины Male	Женщины Female
1	2	3	4
Натрий (Na) Sodium	Важнейший компонент межклеточной жидкости, поддерживающий осмотическое давление; кислотно-щелочное равновесие; передача нервного импульса. The most important component of the intercellular fluid, which maintains the osmotic pressure; acid-base balance; nerve impulse transmission.	550	550
Калий (K) Potassium	Важнейший компонент внутриклеточной жидкости; кислотно-щелочное равновесие, мышечная деятельность; синтез белков и гликогена. An important component of intracellular fluid; acid-base balance, muscular activity; synthesis of proteins and glycogen.	2000	2000

1	2	3	4
Магний (Mg) Magnesium	Образование костной ткани, формирование зубов; нервно-мышечная проводимость; коэнзим (кофермент) в углеводном и белковом обменах; неотъемлемый компонент внутриклеточной жидкости. The formation of bone tissue, teeth; neuromuscular conduction; It is a coenzyme in carbohydrate and protein metabolism; an integral component of intracellular fluid.	350	300
Кальций (Ca) Calcium	Образование костной ткани, формирование зубов, процесс свертывания крови, нервно-мышечная проводимость. The formation of bone tissue, the formation of teeth, the process of blood coagulation, neuromuscular conduction	1000	1000
Железо (Fe) Iron	Помогает переносить кислород к клеткам мозга, улучшает концентрацию внимания, улучшает память. Participates in the transfer of oxygen to the brain cells, and also improves concentration of attention, improves memory.	10	15
Марганец (Mn) Manganese	Механизмы ферментного катализа (биокатализа). Mechanisms of enzymatic catalysis (biocatalysis).	2,0–5,0	2,0–5,0
Медь (Cu) Copper	Взаимодействие с железом, улучшая нейрометаболизм. Interaction with iron, improving neurometabolism.	1,0–1,5	1,0–1,5
Цинк (Zn) Zinc	Улучшает память и концентрацию внимания. Компонент (кофактор) более чем ста ферментов. Принимает участие в образовании клеток мозга, повышает иммунитет. Improves memory and concentration. It is a component (cofactor) of more than one hundred enzymes. Takes part in the formation of brain cells, increases immunity.	10,0	7,0

Методы исследований

Функциональный напиток разделяли на две части, по 250 мл каждая. Одну из них направляли на фильтрацию, другую (контрольный образец) оставляли неизменным. Оба образца отправляли на пробоподготовку и затем на измерение содержания макро – микроэлементов.

Пробоподготовку осуществляли методом мокрой минерализации в соответствии с ГОСТ 26929-94 на термоустановке EHD 36 LABTECH (Венгрия) [11]. Метод основан на разложении проб концентрированными минеральными кислотами при температуре 180–200 °С. Подготовленные таким образом минерализаты измеряли на спектрофотометре на содержание макроэлементов (Na, K, Mg, Ca), и микроэлементов (Fe, Cu, Zn, Mn).

Макро- и микроэлементы в напитке определяли методом атомно абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией пара на приборе – спектрофотометре марки Shimadzu AA-6300, (Япония). Процесс атомизации пробы происходил в пламени ацетилен/воздух. Метод позволяет определять концентрации от 0,01 до 100 мг/л [12–14].

Выбор способа фильтрация

Для придания напитку прозрачности с блеском и микробиологической стабильности

в технологической схеме производства предусмотрена технологическая операция – фильтрация. Принцип мембранной фильтрации основан на организации и осуществлении разделения веществ через полупроницаемую перегородку. Существует четыре основных метода фильтрации (рисунок 1) [15, 16]:

1. Микрофильтрация (0.1–1 мкм);
2. Ультрафильтрация (0.02–0.03 мкм);
3. Обратный осмос (0.001 мкм);
4. Нанофильтрация (1 нм).

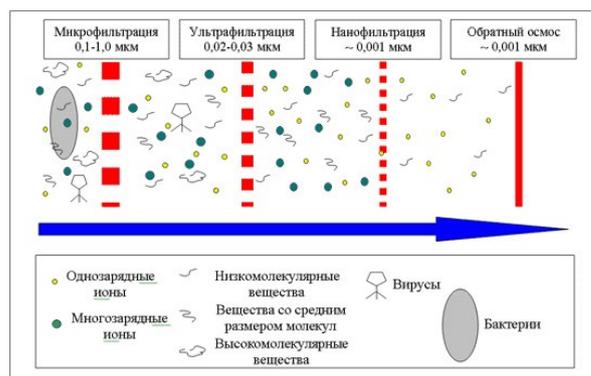


Рисунок 1. Методы мембранной техники фильтрации

Figure 1. Methods of membrane filtration technique

В эксперименте выбран первый тип фильтрации – микрофильтрация, позволяющая задерживать на фильтре частицы размером от 0.1–1.0 мкм. С учётом размеров минеральных

ионов, исчисляемый в пикометрах, а также размера микроорганизмов (от 0.5 до 7 мкм в диаметре) были выбраны мембранные фильтры из нитроцеллюлозы с размером пор 0.45 мкм.

Результаты и обсуждения

Результаты измерений, полученные как среднее арифметическое значение из двух определений, представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Содержание макро – и микроэлементов в функциональном напитке.

Table 2.

The content of macronutrients and trace elements in functional beverage.

Наименование элемента Element	Концентрация в нефiltroванном образце, мг/дм ³ Concentration in unfiltered sample, mg/l	Концентрация в фильтрованном образце, мг/дм ³ Concentration in a filtered sample, mg/l	Погрешность определения, % Error of determination, %	Нормативный документ Normative document
Макроэлементы		Macronutrients		ГОСТ 33462-2015 GOST 33462-2015
Na	28.11	27.19	±7	-v-
K	1205.00	1200.00	±12	-v-
Mg	46.12	44.35	±6	-v-
Ca	62.18	58.97	±13	-v-
Микроэлементы		Trace elements		ГОСТ 30178-96 GOST 30178-96
Fe	1.03	0.21	±10	-v-
Cu	0.41	0.33	±10	-v-
Zn	0.59	0.56	±10	-v-
Mn	2.47	2.37	±10	Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. Под редакцией И.М.Скурихина и В.А.Тутельяна, гл. 5, 1998 Guidance on methods for analyzing the quality and safety of food products. Edited by I.M. Skurikhina and V.A.Tutelyan, Ch. 5, 1998

Заключение

Таким образом:

- концентрация калия (K) после фильтрации не изменилась;
- концентрация железа (Fe) уменьшилась на 79.6%;
- концентрация меди (Cu) уменьшилась на 19.5%
- концентрация макроэлементов: натрия (Na), магния (Mg), кальция (Ca) и микроэлементов:

цинка (Zn), марганца (Mn) уменьшилась на 3–5%, что находится в пределах погрешности.

Полученные результаты позволяют проанализировать потери минеральных веществ и определить необходимое количество употребления напитка для обеспечения суточной нормы потребления макро- и микроэлементов организма.

Причины уменьшения макро- и микроэлементов в ходе процесса фильтрации будут изучаться в дальнейших научно-исследовательских работах.

ЛИТЕРАТУРА

1 Рязанова О.А., Позняковский В.М. Термины и определения в области гигиены питания однородных групп продовольственного сырья и пищевых продуктов растительного происхождения. СПб: издательство «Лань», 2017. 380 с.

2 Puiggros F., Muguerza B., Arola-Arnal A. Functional Beverages. Innovative Technologies in Beverage Processing. Spain, 2017. doi.org/10.1002/9781118929346.ch10

3 Liutkevičius A., Speičienė V., Kaminskas A., Jablonskienė V. et al. Development of a functional whey beverage, containing calcium, vitamin D, and prebiotic dietary fiber, and its influence on human health // Journal of Food. 2017. V. 14. № 2. P. 309–316. doi10.1080/19476337.2015.1108366

4 Kure C., Timmer J., Stough C. The Immunomodulatory Effects of Plant Extracts and Plant Secondary Metabolites on Chronic Neuroinflammation and Cognitive Aging: A Mechanistic and Empirical Review // Frontiers in Pharmacology. doi: 10.3389/fphar.2017.00117

5 Rolls E.T. Limbic systems for emotion and for memory, but no single limbic system. Elsevier. 2015. V. P. 119-157. doi.org/10.1016/j.cortex.2013.12.005

6 Бондорь Ю. Психические заболевания в России: что происходит. URL: <http://medportal.ru/mednovosti/news/2017/06/15/682psycho/> Медицинский портал medportal.

7 Хасанов А.Р., Матвеева Н.А. Разработка инновационного функционального напитка ноотропного действия для профилактики расстройств лимбической системы // VIII Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». Санкт-Петербург, 2017. С. 258–261.

8 Цыденова Ц.Ч., Ларионова А.О. Дегустационный анализ как инструмент повышения качества пищевых продуктов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 11. С. 2261–2265. URL: <http://e-koncept.ru/2016/86481.htm>.

9 Soetan K., Olaiya C., Oyewole O. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants // African Journal of Food Science. 2010. V. 4(5). P. 200–222. URL: <http://www.academicjournals.org/ajfs>

10 Аналитическое оборудование Люмэкс. Метод пробоподготовки (минерализация). URL: <http://www.lumex.ru/methods/mineralizacziya.php>.

11 Аналитическое оборудование Люмэкс. Методики. Атомно-абсорбционная спектроскопия. URL: http://www.lumex.ru/methods/atomnaya_absorbicziya.php.

12 Trace J.R. Elements in Health: A Review of Current Issues. London: Butterworth-Heinemann, 2016, P. 334

13 Clemente R., Pardo T. Food byproducts as amendments in trace elements contaminated soils // Food Research International. P. 176-189. doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.040

14 Технология производства. Мембранная технология. URL: <http://proiz-teh.ru/membrannaja-tehnologija.html>

15 Bennett A. Innovation trends in food and beverage filtration applications // Journal Filtration and Separation. V. 52. P. 28-33. doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.040

16 Понедельченко А.А. Влияние ультразвука на кислотность вина и виноматериалов в процессе осветления в трубчатых мембранных фильтрах // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 26–29.

REFERENCES

1 Ryazanova O.A., Poznyakovskiy V.M. Terminy I opredeleniya v oblasti gigieny pitaniya [Terms and definitions in the field of food hygiene of homogeneous groups of food raw materials and food products of plant origin] Saint-Petersburg, Lan', 2017. pp. 380. (in Russian)

2 Puiggros F., Mugerza B., Arola-Amal A. Functional Beverages. Innovative Technologies in Beverage Processing. Spain, 2017. doi.org/10.1002/9781118929346.ch10

3 Liutkevičius A., Speičienė V., Kaminskas A., Jablonskienė V. et al. Development of a functional whey beverage, containing calcium, vitamin D, and prebiotic dietary fiber, and its influence on human health. Journal of Food. 2017. vol. 14. no. 2. pp. 309–316. doi:10.1080/19476337.2015.1108366

4 Kure C., Timmer J., Stough C. The Immunomodulatory Effects of Plant Extracts and Plant Secondary Metabolites on Chronic Neuroinflammation and Cognitive Aging: A Mechanistic and Empirical Review. Frontiers in Pharmacology. doi: 10.3389/fphar.2017.00117

5 Rolls E.T. Limbic systems for emotion and for memory, but no single limbic system. Elsevier. 2015. vol. P. 119-157. doi.org/10.1016/j.cortex.2013.12.005

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Артур Р. Хасанов аспирант, кафедра пищевой биотехнологии продуктов питания из растительного сырья, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 191002, Россия, kingartur-12@mail.ru

Наталья А. Матвеева к.т.н., доцент, кафедра пищевой биотехнологии продуктов питания из растительного сырья, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 191002, Россия, matveevanatalja2007@rambler.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Артур Р. Хасанов предложил методику проведения эксперимента, провёл исследования и измерения, написал рукопись

Наталья А. Матвеева обзор литературных источников по исследуемой проблеме, консультация в ходе эксперимента, произвела обработку результатов

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 12.01.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 13.02.2018

6 Bondor Yu. Psikhicheskie zabolevaniya v Rossii [Mental illness in Russia: what happens] Available at: http://medportal.ru/mednovosti/news/2017/06/15/682_psycho/ Medical portal medportal.ru (in Russian)

7 Khasanov A.R., Matveeva N.A. Development of an innovative functional nootropic drink for the prevention of disorders of the limbic system. Nizkotemperaturnye I pishchevye tekhnologii v XXI veke [VIII International Scientific and Technical Conference "Low-Temperature and Food Technologies in the 21st Century"] Saint-Petersburg, 2017. pp. 258–261 (in Russian)

8 Tsydenova Ts. Ch., Larionova A.O. Tasting analysis as a tool for improving the quality of food products. Kontsept [Scientific and methodical electronic magazine "Concept"] 2016. vol. 11. pp. 2261–2265. Available at: <http://e-koncept.ru/2016/86481.htm>. (in Russian)

9 Soetan K., Olaiya C., Oyewole O. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants. African Journal of Food Science. 2010. vol. 4(5) pp. 200–222. Available at <http://www.academicjournals.org/ajfs>

10 Analiticheskoe oborudovanie Lyumeks. Metod probopodgotovki [Analytical equipment Lumex. Methods. Method of sample preparation (mineralization)] Available at: <http://www.lumex.ru/methods/mineralizacziya.php> (in Russian)

11 Analiticheskoe oborudovanie Lyumeks Metodiki [Analytical equipment Lumex. Methods. Atomic absorption spectroscopy] Available at: http://www.lumex.com/methods/atomnaya_absorbicziya.php (in Russian)

12 Trace J.R. Elements in Health: A Review of Current Issues. London: Butterworth-Heinemann, 2016, pp. 334

13 Clemente R., Pardo T. Food byproducts as amendments in trace elements contaminated soils. Food Research International. pp. 176-189. doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.040

14 Tekhnologiya proizvodstve [Production technology. Membrane technology] Available at <http://proiz-teh.ru/membrannaja-tehnologija.html> (in Russian)

15 Bennett A. Innovation trends in food and beverage filtration applications. Journal Filtration and Separation. vol. 52. pp. 28-33, doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.040

16 Ponedelchenko A.A. The influence of ultrasound on wine and wine materials acidity during clarification process in tubular membrane filters. Vestnik VGUIT [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2016. no. 3. pp. 26–29. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Artur R. Khasanov graduate student, department of food biotechnology of food products from plant raw materials, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Lomonosov St., 9, St. Petersburg, 191002, Russia, kingartur-12@mail.ru

Natal'ya A. Matveeva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, department of food biotechnology of food products from plant raw materials, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Lomonosov St., 9, St. Petersburg, 191002, Russia, matveevanatalja2007@rambler.ru

CONTRIBUTION

Artur R. Khasanov suggested the technique of the experiment, conducted research and measurement, wrote a manuscript

Natal'ya A. Matveeva review of the literature on the issue under study, consultation during the experiment, processed the results

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.12.2018

ACCEPTED 2.13.2018