

УДК 647.181

DOI: 10.46548/21vek-2020-0952-0018

**ВЛИЯНИЕ СЫРЬЯ НА КАЧЕСТВО И АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА
РАСТИТЕЛЬНЫХ НАПИТКОВ**

©2020

Нилова Людмила Павловна, кандидат технических наук, доцент Высшей школы сервиса и торговли
Малютенкова Светлана Михайловна, кандидат технических наук,
доцент Высшей школы сервиса и торговли
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(194064, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29,
e-mails: nilova_l_p@mail.ru, malutesha66@mail.ru)

Аннотация. В последнее время на российском потребительском рынке появились напитки из растительно-го сырья, позиционирующее себя как заменители коровьего молока или «растительное молоко», целевая аудитория которых не ограничивается вегетарианцами и людьми, страдающими лактазной недостаточностью и не переносимостью молока. В работе приведены результаты исследований качества и антиоксидантных свойств растительных напитков на примере соевых, овсяных и миндальных отечественного и зарубежного производства, реализуемых на потребительском рынке г. Санкт-Петербурга. Показатели качества растительных напитков определяли стандартными методами, вязкость методом камертонной вибрации на вибрационном вискозиметре SV-100, антиоксидантную активность кулонометрическим методом на анализаторе «Эксперт-006». Количество и вид растительной основы повлияли на содержание белков и углеводов в растительных напитках, регулирование массовой доли жира осуществлялось за счет использования внесенных компонентов – растительного масла или семян подсолнечника. Увеличение количества экстрактивных сухих веществ в напитках приводило к повышению вязкости, но не оказывало влияние на титруемую кислотность. Все растительные напитки обладали антиоксидантной активностью, изменяющейся в зависимости от использованного растительного сырья: миндальный > соевый > овсяный. Использование цельного зерна вместо муки при получении растительной основы напитка повышает его антиоксидантную активность.

Ключевые слова: растительные напитки, состав, качество, органолептические показатели, физико-химические показатели, антиоксидантная активность.

**INFLUENCE OF RAW MATERIALS ON THE QUALITY AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF
PLANT-BASED DRINKS**

©2020

Nilova Liudmila Pavlovna, PhD of Engineering, associate Professor at the higher school of Service and Trade
Malyutenkova Svetlana Michailovna, PhD of Engineering,
associate Professor at the higher school of Service and Trade
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(194021, Russia, Saint-Petersburg, Polytechnic Street, 29, e-mails: nilova_l_p@mail.ru, malutesha66@mail.ru)

Abstract. Recently, plant-based drinks have appeared- on the Russian consumer market, positioning themselves as substitutes for cow's milk or "plant milk", whose target audience is not limited to vegetarians and people suffering from lactase deficiency and milk intolerance. The paper presents the results of studies of the quality and antioxidant properties of herbal drinks on the example of soy, oat and almond domestic and foreign production, sold on the consumer market in St. Petersburg. The quality indices of herbal drinks were determined by standard methods, the viscosity by the tuning fork vibration method on the SV-100 vibrating viscometer, the antioxidant activity by the coulometric method on the Expert-006 analyzer. The amount and type of the plant base influenced the content of proteins and carbohydrates in plant drinks; the regulation of the mass fraction of fat was carried out with introduced components - vegetable oil or sunflower seeds. An increase for solids in beverages led to an increase in viscosity, but did not affect the titratable acidity. All herbal drinks had antioxidant activity, which varies depending on the plant materials used: almond > soy > oat. The use of whole grains instead of flour when making the plant base of the drink increases its antioxidant activity.

Keywords: plant-based drinks, composition, quality, organoleptic indicators, physical and chemical indicators, antioxidant activity.

Введение. Качество жизни напрямую зависит от качества питания, которое в совокупности с основными составляющими здорового образа жизни, способствует активному долголетию. Одним из направлений развития пищевой промышленности является производство пищевых продуктов с антиоксидантными свойствами, способствующих поддержанию баланса прооксидантно-антиоксидантной системы человека

и профилактике различных заболеваний. Основными источниками природных антиоксидантов являются свежие плоды и овощи, и продукты их переработки. В последнее время на российском потребительском рынке появились напитки из растительного сырья, позиционирующее себя как заменители коровьего молока или «растительное молоко», целевая аудитория которых не ограничивается вегетарианцами и людьми,

страдающими лактазной недостаточностью и не переносимостью молока. Они рекомендованы для любой категории потребителей. Альтернативные животному молоку растительные напитки рассматривают как источники растительного белка, витаминов и минеральных веществ, но они могут являться источниками антиоксидантов в питании человека.

Растительные напитки или растительные заменители коровьего молока представляют собой водорастворимые экстракты бобовых, злаковых или псевдозлаковых, масличных культур, орехов, которые по внешнему виду напоминают животное молоко. Родоначальником растительного молока было соевое молоко, использование для производства, которого, соевых бобов было связано с высоким содержанием белков и близостью их состава к коровьему молоку [1, 2]. Но низкое содержание белков в самом готовом напитке – «растительном молоке» [3], привела к отсутствию необходимости использования высокобелкового растительного сырья в его производстве. Оказало также влияние низкие биодоступность компонентного состава и органолептические свойства. Усвояемость минеральных веществ соевого молока ниже на 30%, чем в коровьем молоке [4]. Растительное сырье, используемое для производства «растительного молока», отличается не только общим содержанием белка, но и его фракционным составом. В бобовых, масличных и орехоплодных культурах преобладают альбумины и глобулины, а в зерновых и псевдозерновых – глютелины и проламины, что приводит к необходимости корректировки технологического процесса производства «растительного молока» [3, 5].

В настоящее время в производство запущены различные виды «растительного молока» на основе: бобовых (соя, горох, нут), злаковых (овес, рис, полба), псевдозлаковых (киноа), масличных (конопля, лен) орехоплодных (миндаль, фундук, кешью, грецкий орех, кокос, кедровый орех) культур [3, 6, 7]. Развитие ассортимента «растительного молока» предполагает поиск новых ранее неиспользованных видов растительного сырья или их комбинаций. В стадии разработки находится «растительное молоко» на основе чечевицы [8], тигрового ореха (земляной миндаль или чуфа) [9], арахиса [10], кунжута [11]. В качестве комбинаций различного растительного сырья используют соя / кукуруза [12], нут / кокос [13], соя / грецкий орех [14] и др. Самое главное добиться высоких органолептических свойств «растительного молока», чтобы завоевать доверие потребителей [7, 15]. Поэтому в состав вводят дополнительные компоненты – растительные масла (регулирование массовой доли жира) с эмульгаторами, стабилизаторы, в основном камеди (формирование консистенции), регуляторы кислотности и ароматизаторы.

Сохранение антиоксидантов исходного растительного сырья в готовом «растительном молоке» зависит от правильно подобранной технологии производства. Для «растительного молока» существует множество технологий, только *Ayudar* с соавторами [5] приводит

12 технологий. Основными этапами являются мокрый помол, фильтрация, добавление ингредиентов, стерилизация, гомогенизация, асептическая упаковка. Потеря антиоксидантов может произойти на стадиях измельчения сырья при длительном контакте с воздухом, гомогенизации и термической обработке [16, 17]. Использование для увеличения выхода экстрактивных веществ и обеспечения однородности гранулометрического состава ультразвуковой кавитации, сверхвысокого давления или их сочетания будет способствовать большему переходу антиоксидантов фенольной природы в «растительное молоко» [3, 18, 19]. Дальнейшая ферментация «растительного молока» как основы или рецептурного компонента ферментированных продуктов может привести как к увеличению, так и снижению антиоксидантных свойств продукции [16, 17].

Цель исследования – исследование качества и антиоксидантных свойств растительных напитков, изготовленного на основе разного растительного сырья.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований служили образцы растительных напитков, изготовленные на различной растительной основе – сои, овса и миндаля, которые были приобретены в розничной торговле г. Санкт-Петербурга. Растительные напитки были выбраны по два образца отечественного и зарубежного производства из каждой группы растительного сырья. Растительные напитки на основе сои: «*Bite*», Россия, ООО «БиоФудЛаб»; «*Alpro*», Бельгия; на основе овса: «*Ne Moloko*», Россия, ОАО «Сады Придонья»; «*JOYA Organic Oat*», Австрия; на основе миндаля: «*Bite*», Россия, ООО «БиоФудЛаб»; «*137 Degrees*», Таиланд.

Оценку качества проводили по составу заявленных ингредиентов, информации о пищевой ценности в маркировке; органолептическим и физико-химическим показателям. Сухие вещества определяли рефрактометрически по ГОСТ 6687.2-90, титруемую кислотность по ГОСТ 6687.4-86. Определение вязкости осуществляли методом камертонной вибрации на вибрационном вискозиметре *SV-100*. Определение антиоксидантной активности проводили кулонометрическим методом на анализаторе «Эксперт-006». Время достижения конечной точки титрования, полученной на анализаторе, позволило рассчитать количество электричества в кулонах, затрачиваемое на 100 см³ исследуемой пробы. Калибровочную кривую строили по аскорбиновой кислоте, что позволило выразить полученные значения антиоксидантной активности в пересчете на аскорбиновую кислоту (АК). Измерения проводили в трехкратной повторности.

Результаты исследования. Напитки были изготовлены на основе растительного сырья, название которого заявленное в маркировке соответствовало наименованию напитка (табл. 1). Количество использованного основного растительного сырья, которое было указано в маркировке за исключением овсяного напитка «*Ne Moloko*», оказывало влияние на заявленное содержание белка, возрастающее при увеличении

количества. В целом в исследованных напитках количество белка варьировало от 0,7 до 3,6% с максимальным содержанием в соевых напитках. Количество углеводов зависело от вида растительного сырья и технологии получения напитка [5]. Овсяные напитки характеризовались самым высоким содержанием углеводов. Регулирование массовой доли жира напитков осуществлялось за счет использования привнесенных жиров, в большей степени за счет растительного масла (рапсовое или подсолнечное) или семян подсолнечника. При производстве соевых напитков отсутствует необходимость регулирования массовой доли жира за счет привнесенных жиров, т.к. соевые бобы содержат его до 20%. Несмотря на высокое содержание жиров в сладком миндале (53-60%) из-за его высокой стоимости для регулирования массовой доли жира в напит-

ках миндальных использовали подсолнечное масло или семена подсолнечника. Использование пищевых добавок в некоторых напитках – соевом «Alpro», овсяном «Ne Moloko» и миндальном «Bite» связано, прежде всего, с регулированием их консистенции за счет стабилизаторов структуры. Потребительскую ценность напитков повышало использование в их составе витаминов. Не установлено общей закономерности в обогащении витаминами, связанной с потерями при производстве. В соевых напитках только напиток «Alpro» бельгийского производства был обогащен витаминами (B2, B12, D2), в овсяных – напиток «Ne Moloko» отечественного производства обогащен витаминами B2, а в миндальных – отечественный напиток «Bite» обогащен комплексом жирорастворимых витаминов (E, A, D).

Таблица 1 – Состав ингредиентов и питательных веществ в образцах растительных напитков, заявленных в маркировке

Наименование	Состав основных ингредиентов			Питательные вещества, г / 100 мл		
	основное сырье	дополнительное сырье	пищевые добавки	белки	жиры	углеводы
Напиток соевый						
«Bite», Россия	соевые бобы (13,5%)	-	-	3,6	1,8	1,0
«Alpro», Бельгия	соевые бобы (8%)	-	о-фосфат калия, карбонат кальция, геллановая камедь, ароматизатор	3,0	1,8	2,3
Напиток овсяный						
«Ne Moloko», Россия	овсяная мука	рапсовое масло	карбонат кальция, фосфат кальция, фосфат калия	1,0	3,2	6,5
«JOYA Organic Oat», Австрия	цельнозерновой овес (11,5%)	подсолнечное масло	-	0,7	0,8	7,7
Напиток миндальный						
«Bite», Россия	миндаль (2,75%)	подсолнечное масло	карбонат кальция, геллановая камедь, лецитин	0,7	2,2	0,2
«137 Degrees», Тайланд	миндальные орехи (13%),	семена подсолнечника (5%)	-	1,2	2,9	1,2

По внешнему виду и цвету все растительные напитки напоминали животное питьевое молоко, цвет был приближен к белому, но невыраженный, который можно было охарактеризовать как «тусклый» или «серовато-белый». Наиболее приближенный по цвету к питьевому молоку был соевый напиток «Bite». Овсяные напитки независимо от производителя имели осадок, и рекомендацию на упаковке о взбалтывании перед употреблением. Остальные напитки осадка не имели, но почти не различались консистенцией. В большей степени напитки различались по вкусу в зависимости от используемой растительной основы. Соевые напитки имели выраженный вкус соевых бобов; овсяные – выраженный овсяный. В овсяном напитке «Ne Moloko» дополнительно присутствовал слегка сладковатый оттенок. В миндальных напитках вкус миндаля был почти не выражен, а в напитке «137 Degrees» дополнялся привкусом подсолнечника.

Количество экстрактивных сухих веществ в напитках варьировало от 1,76 до 3,70% (табл.2). Самым высоким их содержанием характеризовались овсяные

напитки. В этой группе напитков разница в содержании экстрактивных сухих веществ составляла 12% с преобладанием в соевом напитке «Ne Moloko» за счет использования в качестве растительной основы овсяной муки. Количество экстрактивных сухих веществ оказало влияние на вязкость напитков. Чем больше в напитках было экстрактивных сухих веществ, тем выше были значения вязкости. Хотя в целом вариация показателя вязкости составила всего лишь 38,6 % между минимальным и максимальным значениями. Практически внутри каждой группы напитков значения вязкости варьировали таким же образом. Но нельзя однозначно говорить о зависимости вязкости от количества экстрактивных сухих веществ, т.к. изменение значений вязкости могли быть обусловлены использованием стабилизаторов, обладающих высокой водопоглощательной способностью при минимальных количествах. Такая закономерность подтверждается в соевых напитках. В напитке «Alpro» с использованием геллановой камеди значения вязкости были в 1,55 раза выше, чем в напитке «Bite» без стабилизаторов. В то

же время в овсяных и миндальных напитках эта закономерность отсутствует.

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества и антиоксидантная активность растительных напитков

Наименование	Экстрактивные сухие вещества, %	Титруемая кислотность, град.	Вязкость, мПа·с	Антиоксидантная активность, мг/100 мл
Напиток соевый				
«Bite», Россия	2,00 ± 0,10	4,9 ± 0,2	2,49 ± 0,02	107,5 ± 4,2
«Alpro», Бельгия	2,64 ± 0,10	6,7 ± 0,2	3,86 ± 0,02	93,6 ± 4,0
Напиток овсяный				
«Ne Moloko», Россия	3,70 ± 0,10	2,1 ± 0,1	3,73 ± 0,02	63,6 ± 3,0
«JOYA Organic Oat», Австрия	3,10 ± 0,10	3,6 ± 0,1	2,57 ± 0,02	71,8 ± 3,2
Напиток миндальный				
«Bite», Россия	1,76 ± 0,10	1,4 ± 0,1	2,37 ± 0,03	109,8 ± 4,0
«137 Degrees», Таиланд	2,44 ± 0,10	1,9 ± 0,1	3,85 ± 0,04	126,7 ± 4,9

Растительная основа оказала влияние на титруемую кислотность напитков, которая имела ряд: соевый > овсяный > миндальный. Внутри групп напитков значения кислотности различались в 1,4 раза для соевого, 1,7 раза для овсяных, 1,36 для миндальных. Титруемая кислотность готовых напитков зависит от качества исходного сырья, присутствия в нем органических кислот и от активности ферментов. Высокая ферментативная активность соевых бобов, активизирующаяся при их измельчении, способствовала повышению кислотности готового напитка. Не исключено влияние пищевых добавок, регуляторов кислотности в составе соевого напитка. Так, напиток «Alpro», содержащий орто-фосфат калия, отличается высокими значениями кислотности по сравнению с напитком «Bite» без их использования. Использование цельнозернового овса может способствовать переходу в водный экстракт, водорастворимых белков, органических кислот, свободных жирных кислот, что в целом повысило кислотность овсяного напитка «JOYA Organic Oat» по сравнению с напитком «Ne Moloko» с регуляторами кислотности в составе.

Все растительные напитки обладали антиоксидантной активностью в пределах от 63,6 до 126,7 мг АК / 100 мл, которая изменялась от использованного растительного сырья. В зависимости от полученных значений антиоксидантной активности получился ряд напитков: миндальный > соевый > овсяный. Кроме вида сырьевой основы на антиоксидантную активность оказало влияние количество растительного сырья. Чем больше было заявленное количество растительной основы, тем выше были значения антиоксидантной активности для любой группы напитков. Использование для экстракции цельного овса с пере-

ходом в экстракт антиоксидантов фенольной природы, содержащихся в периферийных частях зерна, привело к увеличению значений антиоксидантной активности овсяного напитка «JOYA Organic Oat» на 12,9% по сравнению с овсяным напитком «Ne Moloko», выработанного из овсяной муки.

Закключение. Растительные напитки, позиционирующие себя как заменители животного молока, имеют органолептические показатели, приближенные к животному молоку с менее выраженным цветом и вкусом, характерным для растительной основы. Осадок характерен только для овсяных напитков. Количество и вид растительной основы влияют на содержание белков и углеводов в растительных напитках, регулирование массовой доли жира осуществлялось за счет использования внесенных компонентов – растительного масла или семян подсолнечника. Установлены различия в содержании экстрактивных сухих веществ в напитках, что повышает их вязкость, но не оказывает влияние на титруемую кислотность. Все растительные напитки обладали антиоксидантной активностью, изменяющейся в зависимости от использованного растительного сырья: миндальный > соевый > овсяный. Использование цельного зерна вместо муки при получении растительной основы напитка повышает его антиоксидантную активность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Capriotti A.L., Caruso G., Cavaliere Ch., Samperi R., Ventura S., Zenezini R., Laganà Ch.A. Identification of potential bioactive peptides generated by simulated gastrointestinal digestion of soybean seeds and soymilk proteins // Journal of Food Composition and Analysis. 2015. V. 44. P. 205–213.
- Montowska M., Fornal E. Detection of peptide markers of soy, milk and egg white allergenic proteins in poultry products by LC-Q-TOF-MS/MS // LWT. 2018. V. 87. P. 310–317.
- Егорова Е.Ю. «Немолочное молоко»: обзор сырья и технологий // Ползуновский вестник. 2018. № 3. С. 25–34.
- Sanches V.L., Peixoto R.R.A., Cadore C. Phosphorus and zinc are less bioaccessible in soy-based beverages in comparison to bovine milk // Journal of Functional Foods. 2020. V. 65. 103728.
- Aydar E.F., Tutuncu S., Ozcelik B. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects // Journal of Functional Foods. 2020. № 70. 103975.
- Пушкина П.И., Нилова Л.П. Сравнительный анализ ассортимента растительных напитков, реализуемых через интернет-магазины Санкт-Петербурга и Москвы // Неделя науки СПбПУ: материалы науч. конф. с межд. участием Института промышленного менеджмента, экономики и торговли. 2019. С. 29–32.
- Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review // Journal of Food Science and Technology. 2016. V. 53 (9). P. 3408–3423.
- Jeske S., Bez J., Arendt E. K., Zannini E. Formation, stability, and sensory characteristics of a lentil-based milk substitute as affected by homogenization and pasteurization // European Food Research and Technology. 2019. № 245(7). P. 1519–1531.
- H. M., Fontes Sant'Ana G. C. Microencapsulation of tiger nut milk by lyophilization: Morphological characteristics, shelf life and microbiological stability // Food Chemistry. 2019. № 284. P. 133–139.

10. Diarra K., Nong Z. G., Jie C. Peanut milk and peanut milk-based products production: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2005. № 45(5). P. 405–423.
11. Fitrotin U., Utami T., Hastuti P., Santoso U. Antioxidant properties of fermented sesame milk using *Lactobacillus plantarum* Dad 13 // *Int. Res. J. Biol. Sci.* 2015. № 4. P. 56–61.
12. Kolapo A.L., Oladimeji G.R. Production and quality evaluation of soy-corn milk // *Journal of Applied Biosciences*. 2008. V.1 (2). P. 40–45.
13. Rincon L., Braz R., Botelho A., Alencar E.R. Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut // *LWT*. 2020. № 148. 109479.
14. Bolarinwa I. F., Aruna T. E., Adejuyitan J. A., Akintayo O. A., Lawal O. K. Development and quality evaluation of soy-walnut milk drinks // *International Food Research Journal*. 2018. № 25(5). P. 2033–2041.
15. Нилова Л.П., Малютенкова С.М., Икрамов Р.А. Потребительские предпочтения в дифференциации пищевых продуктов // *Международный научный журнал*. 2019. № 5. С. 32–37.
16. Ismail M.M., Abou-Dobara M.I., Nawal M.R. Functional Rice Rayeb Milk: Chemical, Microbiological and Sensory Properties // *Journal of Nutrition and Health Sciences*. 2018. № 5(2). P. 203–215.
17. Нилова Л.П., Шеленга Т.В., Васипов В.В. Влияние муки кедрового ореха на биохимический состав изделий из пшеничной муки // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2017. № 2 (43). С. 3–8.
18. Codina-Torrella I., Guamis B., Ferragut V., Trujillo, A. J. Potential application of ultra-high-pressure homogenization in the physico-chemical stabilization of tiger nuts' milk beverage // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2017. № 40. P. 42–51.
19. Briviba K., Gräf V., Walz E., Guamis B., Butz P. Ultra-high-pressure homogenization of almond milk: Physico-chemical and physiological effects // *Food Chemistry*. 2016. № 192. P. 82–89.
20. Нилова Л.П., Малютенкова С.М., Флоринская Е.Э. Роль растительного сырья в формировании потребительских свойств ферментированных молочных напитков // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2016. № 44. С. 81–86.
21. Dupas C., Métoyer B., Hatmi H.E., Mahgoub S.A., Dumas E. Plants: A natural solution to enhance raw milk cheese preservation? // *Food Research International*. 2020. № 130. 108883.

Статья поступила в редакцию 02.08.2020

Статья принята к публикации 14.09.2020