



Разработка функционального продукта для профилактики йоднедостаточности



Людмила В. Антипова¹ antipova.l54@ya.ru  0000-0002-1416-0297
Алексей О. Дарьин¹ darjin.aleksey@ya.ru  0000-0002-5017-3861

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Йод принадлежит к актуально значимым элементам, которые отвечают за полноценное рабочее состояние организма. Йоддефицит является очень острой проблемой, ее устранение является важной задачей мировых сообществ, отраженной в Доктрине Продовольственной безопасности РФ, регионально-целевых программах России. В современном мире предлагаемой мерой профилактики йоддефицита считается потребление йодированной соли и некоторых пищевых продуктов, содержащих неорганическую форму йода, либо употребление разнообразных биологически активных добавок. Однако, в соответствии с наблюдающейся статистикой заболеваний, которые связаны с недостатком йода, представленные мероприятия мало результативны. В статье приведены исследования процесса биоконверсии йода неорганической формы в органическую – биодоступную, способную достигать органа-мишень, например, в процессе прорастания зерен чечевицы в соответствующей питательной среде. Обоснована возможность получения из пророщенной в йодированной среде чечевицы органической формы йода с последующим получением пищевых продуктов, например, растительного молока. Исследованы органолептические, физико-химические показатели получаемого молока, а также витаминный и аминокислотный составы, повышающие пищевую и биологическую ценность продукта, проведен анализ показателей безопасности и соответствующие требованиям использования в пищевых системах. В ходе проведенной работы получили продукт с сбалансированным составом в питательных веществах для организма человека. Данные разработки открывают перспективу к созданию функционала продуктов функционального назначения с биодоступной формой йода.

Ключевые слова: чечевица, проращивание, чечевичное молоко, йоддефицит, безопасность

Development of a functional product for the prevention of iodine deficiency

Lyudmila V. Antipova¹ antipova.l54@ya.ru  0000-0002-1416-0297
Alexey O. Daryin¹ darjin.aleksey@ya.ru  0000-0002-5017-3861

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Iodine belongs to the most important elements that are responsible for the full working condition of the body. Iodine deficiency is a very acute problem, its elimination is an important task of the world communities, reflected in the Doctrine of Food security of the Russian Federation, regional target programs of Russia. In the modern world, the proposed measure for the prevention of iodine deficiency is the consumption of iodized salt and some foods containing an inorganic form of iodine, or the use of a variety of biologically active additives. However, according to the observed statistics of diseases that are associated with a lack of iodine, the presented measures are not very effective. The article presents studies of the process of bioconversion of inorganic iodine into organic – bioavailable, capable of reaching the target organ, for example, during the germination of lentil grains in the appropriate nutrient medium. The possibility of obtaining an organic form of iodine from sprouted lentils in an iodized medium with subsequent production of food products, such as vegetable milk, is proved. The organoleptic, physico-chemical parameters of the milk obtained, as well as vitamin and amino acid compositions that increase the nutritional and biological value of the product were studied, the safety indicators were analyzed and meet the requirements for use in food systems. In the course of the work carried out, we obtained a product with a balanced composition of nutrients for the human body. These developments open up prospects for the creation of functional products for functional purposes with a bioavailable form of iodine.

Keywords: lentils, sprouting, lentil milk, iodine deficiency, safety

Введение

Здоровое питание в настоящее время является неотъемлемой составляющей частью каждого человека. В связи с нарушением питания возможно развитие ряда эндемических болезней, одними из причин которых является избыточное или недостаточное содержание минеральных элементов в организме человека.

Известно, что наибольшая часть населения России страдает от йоддефицита, вследствие чего развивается ряд заболеваний щитовидной железы, формируется гипофункция, ухудшается гормональный статус и репродуктивная функция, нарушается работа нервной, эндокринной систем, замедляется рост и развитие мышечной ткани, опорно-двигательного аппарата.

Для цитирования

Антипова Л.В., Дарьин А.О. Разработка функционального продукта для профилактики йоднедостаточности // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 45–49. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-45-49

For citation

Antipova L.V., Daryin A.O. Development of a functional product for the prevention of iodine deficiency. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 45–49. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-45-49

По своей природе йод является одним из важных микроэлементов окружающей среде, влияющий на обмен веществ в организме. Главной функцией йода является участие его в биосинтезе гормонов щитовидной железы тироксина, трийодтиронина и дийодтиронина, но помимо этого данный микроэлемент принимает участие в синтезе белковых соединений железа, кобальта, цинка, меди, обеспечивает процесс расщепления жирных кислот, уменьшает содержание холестерина, обладает антиоксическим действием [1, 2].

Для решения проблемы дефицита йода в организме наиболее актуальным является разработка технологий, рецептур, инновационных способов обогащения с целью получения пищевых продуктов функционального назначения, позволяющие удовлетворить потребности людей в дефиците необходимых питательных веществах и обеспечить население биологически полноценным питанием. Важным этапом в разработке пищевых систем, обогащенных йодом, является наличие усвояемых биодоступных форм йодных компонентов. Популярным способом обогащения пищевых сред биологически активными веществами является целенаправленное использование минеральных веществ в составе питательных сред при проращивании биообъекта. В данной работе в качестве изучаемого объекта использовали чечевичное молоко, полученное после проращивания зерен чечевицы в питательной среде содержащей йодид калия. Известно, что чечевица среди бобовых культур отличается содержанием важных питательных веществ, таких как белок. В процессе проращивания значительно снижается массовая доля олигосахаридов, увеличивается количество витаминов, улучшается аминокислотный состав, нивелируются ингибиторы пищеварительных ферментов [3, 4].

Цель работы – обоснование условий и получение функционального продукта с биодоступной формой органического йода для поддержания здоровья человека и коррекции йодного дефицита в организме.

Материалы и методы

Для получения молока использовалась продовольственная чечевица красная от производителя ООО «Агро-Альянс» (г. Санкт-Петербург), приобретенная в сети гипермаркетов Лента (г. Воронеж). В качестве неорганической формы йода использовался раствор йодида калия ГОСТ ГОСТ 4232–74 [3].

Оценка органолептических свойств (запах, вкус, внешний вид, и вкусовые качества), физико-химических характеристик и показатели безопасности

проводили в Воронежском государственном университете инженерных технологий на кафедре «Технология продуктов питания животного происхождения» согласно BS ISO 22935–2:2009 Milk and milk products. Sensory analysis Recommended methods for sensory evaluation, CEN/TC 338 Cereal and cereal products.

В ЦКП ВГУ проводили количественное определение йода титрометрическим методом, основанном на образовании окрашенного комплексного соединения йода с азотистокислым натрием в кислой среде и его титрометрическом определении.

Для исследования массовой доли белка применяли метод Кьельдаля, а также по определению аминокислот применяли способ ионообменной хроматографии с постколоночной дереватизацией нингидрином в том числе и триптофана хроматографии с постколоночной дереватизацией. С использованием установки для разложения белка Turbotherm (Gerhardt, Германия) и установки для перегонки аммиака Vapodest (Gerhardt, Германия) осуществляли процесс определения белка. На жидкостном хроматографе LC-20 Prominence (Shimadzu, Япония) проанализировали аминокислотный состав и триптофана.

На волновом рентгенофлуоресцентном спектрометре S8 Tiger (Bruker, Германия) с помощью рентгеновских волн определяли витаминный состав исследуемых объектов.

Результаты

Особенность выработки чечевичного молока заключается в замачивании зерен чечевицы в питательном растворе йодида калия и дальнейшем проращивании в холодных условиях при температуре 4–6 °С в течение 7–8 дней. В результате проведенных операции водный раствор йодида калия разрыхляет оболочку зерен, приводя к диффузионной активности ионы йода из раствора во внутреннюю структуру зерен. После того, как ионы йода поступили внутрь зерен, идет ассимиляция совместно с другими запасными питательными веществами. В итоге появляются новые биодоступные органические йодсодержащие соединения. Так как неорганический йод переходит в органическую форму, то образуются биодоступные формы, которые хорошо усваиваются в организме человека. Попадая в организм такие вещества содействует оптимальной работе щитовидной железы. В ходе проращивания в зернах образуются витамины, также аминокислоты – метионин и цистеин [6–8].

На рисунке 1 представлено морфологические изменения зерна при проращивании: отмечается набухание, визуальное увеличение размера зерен чечевицы (а – 5,0 мм; б – 5,9 мм; в – 6,2 мм; г – 6,5 мм) и развитие ростка: стебля и корешка.

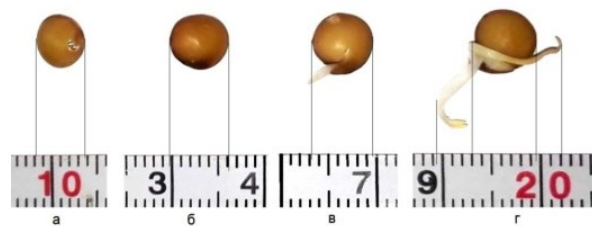


Рисунок 1. Морфологический процесс изменения зерна при проращивании: а – зерно после 1 суток замачивания; б – зерно после 3 суток проращивания; в-зерно после 6 суток проращивания; г – зерно после 8 суток проращивания

Figure 1. Morphological process of grain change during germination: a-grain after 1 day of soaking; b-grain after 3 days of germination; C-grain after 6 days of germination; d – grain after 8 days of germination.

Органолептические показатели чечевичного молока: жидкость белого цвета с кремовым оттенком. По консистенции тонкая дисперсия без расслоения, с легким привкусом чечевицы без посторонних привкусов и запахов [9–11].

Для исследования влияния процесса замачивания соевым раствором и проращивания на пищевую ценность, произвели сравнительный анализ двух образцов: опытного и контрольного – без применения процесса замачивания и проращивания зерен. Также было исследовано содержание йода в обоих образцах. Данные приведены в таблице 1 [12, 13].

Одним из важных критериев биологической ценности белковых продуктов является информация об их аминокислотном составе. Аминокислоты, являясь одним из эссенциальных компонентов, необходимых для полноценного рациона питания человека, служат предшественниками гормонов, порфиринов и многих других биомолекул. На рисунке 2 представлен анализ исследования аминокислотного состава [14].

Таблица 1. Физико-химический состав контрольного и опытного образцов

Table 1. Physical and chemical composition of the control and experimental samples

Показатель Indicator	Контроль Control	Опыт Experimen
Массовая доля жира, % Mass fraction of fat, %	0,73	0,7
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	2,8	3,25
Массовая доля углеводов, % Mass fraction of carbohydrates, %	2,6	2,4
Содержание йода, мг/100г Iodine content mg/100g	220	290

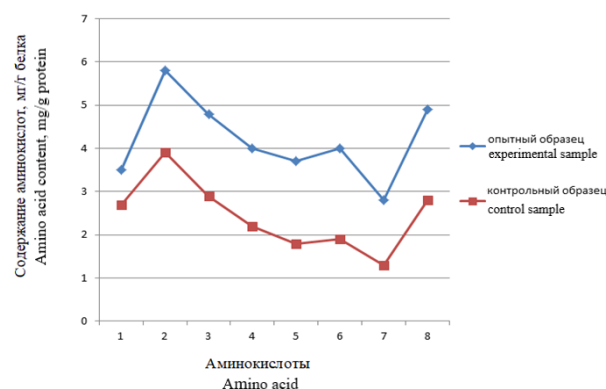


Рисунок 2. Сравнительная оценка аминокислотного состава исследуемых образцов: а – опытный; б – контрольный; 1 – изолейцин; 2 – лейцин; 3 – лизин; 4 – метионин; 5 – фенилаланин; 6 – треонин; 7 – триптофан; 8 – валин

Figure 2. Comparative evaluation of the amino acid composition of the studied samples: a – experimental; b – control; 1 – isoleucine; 2 – leucine; 3 – lysine; 4 – methionine; 5 – phenylalanine; 6 – threonine; 7 – tryptophan; 8 – valine

Проведено исследование также витаминного состава (таблица 2). Витамины по своей природе являются веществами, оказывающими сильное действие на рост, обмен веществ и физиологическое развитие организма в целом, причем в довольно небольших количествах. Химическая природа их разнообразна. Поступают витамины в организм с пищей, преимущественно растительной. В тканях человека они усваиваются, образуя более сложные вещества, как правило входят в состав ферментов, которые участвуют в обмене веществ, поэтому, если витамины не поступают с пищей, это следовательно вызывает пагубное воздействие на развитие организма [15].

Таблица 2. Витаминный состав анализируемых образцов

Table 2. Vitamin composition of the analyzed samples

Витамины, мг Vitamins, mg	содержание, в 100 г. продукта content, per 100 g of product	
	контроль control	опыт experiment
B1	0,5	0,78
B2	0,21	0,48
B5	1,36	2,14
B9	0,47	0,9
PP	1,8	2,21
C	-	0,04

Микробиологические показатели чечевичного молока (таблица 3) соответствуют требованиям СанПин 2.3.2.560–96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов»

Таблица 3.
Микробиологические показатели
чечевичного молока

Table 3.
Microbiological indicators of lentil milk

Показатель Indicator	Дисперсия белка чечевицы Dispersion of protein lentils
КМАФАнМ, КОЕ/г в 1 г, не более КМАФАнМ, CFU/g in 1 g, no more	1×10^5
БГКП в 1 г, не более Coliforms in 1 g, not more	не обнаружены not detected
S.aureus	1,0
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 г. продукта Pathogenic microorganisms, including Salmonella in 25 g of the product	не обнаружены not detected
Плесени, КОЕ/г Mold, CFU / g	

Обсуждение

В ходе экспериментальных исследований выявлены, что при проращивании зерна чечевицы можно увеличить пищевую и биологическую ценности при этом наблюдается значительный рост аминокислотного состава и уменьшение олигосахаридной фракции в процессе проращивания. При добавлении в питательный раствор

йодида калия, содержание йода в зерне составляет 290 мкг/кг, при суточной норме потребления йода 150 мкг, что позволяет удовлетворить суточную потребность организма в йоде.

Установлено, что опытный образец чечевичного молока имеет достаточно сбалансированный состав аминокислот, который приближен к питьевому молоку. Увеличивается содержание незаменимых аминокислот: изолейцина в 1,3 р.; лейцина в 1,5 р.; лизина в 1,65 р.; метионина в 1,8 р.; фенилаланина в 2,05 р.; треонина в 2,1 р.; триптофана в 2,15 р.; валина в 1,75 р.

В ходе проращивания зерен увеличивается также витаминный состав анализируемых образцов чечевичного молока: витамина В1 (на 0,28%), В2 (на 0,27%), В5 (на 0,78%), В9 (на 0,43%), С (на 0,04%), РР (на 0,41%).

Результаты микробиологических исследований дисперсии белков чечевицы показали ее безопасность и возможность использования в технологии пищевых продуктов.

Заключение

В ходе проведенной работы получили продукт с сбалансированным составом в питательных веществах для организма человека. Данные разработки открывают перспективу к созданию функционала продуктов функционального назначения с биодоступной формой йода.


Литература


- 1 Антипова Л.В. Оценка потенциала источников растительных белков для производства продуктов питания // Пищевая промышленность. 2013. № 8. С. 10–12.
- 2 Казьмин В.Д. Болезни щитовидной железы: Диагностика, профилактика, лечение. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. 224 с.
- 3 Трошина, Е.А. Современные аспекты профилактики и лечения йододефицитных заболеваний. Фокус на группы риска // Медицинский совет. 2016. № 3. С. 82-85.
- 4 Waugh D.T. Fluoride exposure induces inhibition of sodium/iodide symporter (NIS) contributing to impaired iodine absorption and iodine deficiency: molecular mechanisms of inhibition and implications for public health // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019. V. 16. № 6. P. 1086.
- 5 ГОСТ 4232–74. Реактивы. Калий йодистый. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2006.
- 6 Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Мартымянова Л.Е. Текстураты растительных белков для производства продуктов питания // Пищевая промышленность. 2014. № 2. С. 20–23.
- 7 Короткова А.А., Горлов И.Ф. Технология обогащения молочных продуктов для детского питания биодоступными формами йода и селена // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2012. № 5/6. С. 40–43
- 8 Платонова Н.М. Йодный дефицит: современное состояние проблемы // КЭТ. 2015. № 1. С. 12–21.
- 9 Герасимов Г.А. О новых рекомендациях ВОЗ и ЮНИСЕФ по профилактике йододефицитных заболеваний // КЭТ. 2008. № 1. С. 2–7.
- 10 McClements D.J. Development of next-generation nutritionally fortified plant-based milk substitutes: Structural design principles // Foods. 2020. V. 9. № 4. P. 421.
- 11 Jeske S. et al. Formation, stability, and sensory characteristics of a lentil-based milk substitute as affected by homogenisation and pasteurisation // European Food Research and Technology. 2019. V. 245. № 7. P. 1519-1531.
- 12 Niwattisaiwong S., Burman K.D., Li-Ng M. Iodine deficiency: Clinical implications // Cleve Clin J Med. 2017. V. 84. № 3. P. 236-244.
- 13 Bath S.C. The effect of iodine deficiency during pregnancy on child development // Proceedings of the Nutrition Society. 2019.
- 14 Salman F.M., Abu-Naser S.S. Thyroid Knowledge Based System. 2019.
- 15 Abusharaha A., Alturki A.A., Alanazi S.A., Fagehi R. et al. Assessment of tear-evaporation rate in thyroid-gland patients // Clinical Ophthalmology. 2019. V. 13. P. 131.

References

- 1 Antipova L.V. Evaluation of the potential of plant protein sources for food production. Food industry. 2013. no. 8. pp. 10-12. (in Russian).
- 2 Kazmin V.D. Diseases of the thyroid gland: Diagnostics, prevention, treatment. Rostov-on-don, Phoenix, 2002. 224 p. (in Russian).
- 3 Troshina E.A. Modern aspects of prevention and treatment of iodine deficiency diseases. Focus on risk groups. Medical Council. 2016. no. 3. pp. 82-85. (in Russian).
- 4 Waugh D.T. Fluoride exposure induces inhibition of sodium/iodide symporter (NIS) contributing to impaired iodine absorption and iodine deficiency: molecular mechanisms of inhibition and implications for public health. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019. vol. 16. no. 6. pp. 1086.
- 5 GOST 4232-74. Reagents. Potassium iodide. Technical conditions. Moscow, Standartinform, 2006. (in Russian).
- 6 Antipova L.V., Tolpygina I.N., Martemyanova L.E. Texturates of vegetable proteins for food production. Food industry. 2014. no. 2. pp. 20-23. (in Russian).
- 7 Korotkova A.A., Gorlov I.F. Technology for enriching dairy products for baby food with bioavailable forms of iodine and selenium. News of higher educational institutions. Food technology. 2012. no. 5/6. pp. 40-43. (in Russian).
- 8 Platonova N.M. Iodine deficiency: current state of the problem. CAT. 2015. no. 1. pp. 12-21. (in Russian).
- 9 Gerasimov G.A. On new recommendations of who and UNICEF on proflactics of iodine-deficient diseases. CAT. 2008. no. 1. pp. 2-7. (in Russian).
- 10 McClements D.J. Development of next-generation nutritionally fortified plant-based milk substitutes: Structural design principles. Foods. 2020. vol. 9. no. 4. pp. 421.
- 11 Jeske S. et al. Formation, stability, and sensory characteristics of a lentil-based milk substitute as affected by homogenisation and pasteurization. European Food Research and Technology. 2019. vol. 245. no. 7. pp. 1519-1531.
- 12 Niwattisaiwong S., Burman K.D., Li-Ng M. Iodine deficiency: Clinical implications. Cleve Clin J Med. 2017. vol. 84. no. 3. pp. 236-244.
- 13 Bath S.C. The effect of iodine deficiency during pregnancy on child development. Proceedings of the Nutrition Society. 2019.
- 14 Salman F.M., Abu-Naser S.S. Thyroid Knowledge Based System. 2019.
- 15 Abusharaha A., Alturki A.A., Alanazi S.A., Fagehi R. et al. Assessment of tear-evaporation rate in thyroid-gland patients. Clinical Ophthalmology. 2019. vol. 13. pp. 131.

Сведения об авторах

Людмила В. Антипова д.т.н., кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipova.l54@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1416-0297>

Алексей О. Дарьин аспирант, кафедра технологии продуктов питания животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, darjin.aleksey@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5017-3861>


Вклад авторов


Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Lyudmila V. Antipova Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of food of animal origin department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, antipova.l54@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1416-0297>

Alexey O. Daryin postgraduate, technology of food of animal origin department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, darjin.aleksey@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5017-3861>

Contribution

Authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 08/08/2020	После редакции 17/08/2020	Принята в печать 26/08/2020
Received 08/08/2020	Accepted in revised 17/08/2020	Accepted 26/08/2020