УДК 664.681
DOI 10.29141/2500-1922-2021-6-3-6

Анализ содержания сухих веществ, белка и титруемой кислотности в отварах бобовых

Н.В. Макарова¹, М.С. Воронина¹, А.Н. Гуляева^{1*}, Д.И. Нистерюк¹, Э.Н. Шляпникова¹

¹Самарский государственный технический университет, г. Самара, Российская Федерация, *e-mail: nikol163@bk.ru

Ключевые слова:

аквафаба;
белок;
бобовые;
кислотность;
люпин;
маш;
нут

Реферат

Аллергия на яичный белок – одна из пищевых аллергий, которая проявляется преимущественно в детском возрасте. Поиск способов замены белка на менее или безаллергенный компонент в настоящее время приобрел особую остроту. Одним из альтернативных способов приготовления блюд и кулинарных изделий без использования яиц является введение в рецептуры белков бобовых в виде отвара (аквафабы). В процессе варки бобовых происходит разрыхление клеточных стенок, набухание сухих белковых студней вследствие деструкции гемицеллюлоз, экстенсина, протопектина и набухания клетчатки. При температуре 50–70 °С наблюдается денатурация белка с его дегидратацией, в том числе поглощение клейстеризованным крахмалом воды из окружающей среды. Клейстеризованный крахмал формирует в клетках прочный студень, влияющий на консистенцию изделия. Клейстеризация крахмала сопровождается растворением крахмальных полисахаридов при тепловой обработке, что приводит к накоплению водорастворимых веществ. Из-за частичного гидролиза олигосахаридов, крахмала растет общее количество сахаров. При тепловой обработке увеличивается количество растворимого пектина. В статье рассмотрены показатели качества отвара из бобовых: фасоли красной и белой, люпина, нута, маша и чечевицы. Приведены примеры использования отвара из бобовых: чечевицы, нута и люпина.

Для цитирования: Макарова Н.В., Воронина М.С., Гуляева А.Н., Нистерюк Д.И., Шляпникова Э.Н. Анализ содержания сухих веществ, белка и титруемой кислотности в отварах бобовых // Индустрия питания/Food Industry. 2021. Т. 6, № 3. С. 51–57. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-3-6

Дата поступления статьи: 13 мая 2021 г.

Content Analysis Of Solids, Protein and Titratable Acidity in Beans Decoctions

Nadezhda V. Makarova¹, Marianna S. Voronina¹, Alena N. Gulyaeva^{1*}, Daria I. Nisteryuk¹, Elvira N. Shlyapnikov^{1a}

¹Samara State Technical University, Samara, Russian Federation, *e-mail: nikol163@bk.ru

Keywords:

aquafaba;
protein;
legumes;
acidity;
lupin;
mash;
chickpeas

Abstract

Allergy to egg white is one of the food allergies that reveals mainly in childhood. The search for ways to replace protein with a less or non-allergenic component has now become particularly acute. One of the alternative ways of cooking dishes and culinary products without eggs is the introduction of legume proteins in the form of a decoction (aquafaba) into the recipes. During the legumes cooking, there is a cell loose, the dry protein jellies swell due to the destruction of hemicelluloses, extensin, protopectin and fiber swelling. There us protein denaturation with its dehydration at a temperature of 50-70 °C including water absorption from the environment by gelatinized starch. Gelatinized starch forms a strong jelly in the cells, which impacts the product consistency. Dissolution of starch polysaccha-

rides accompanied starch gelatinization during heat treatment, which leads to the water-soluble substance accumulation. Due to the partial oligosaccharide hydrolysis, starch increases the total amount of sugars. During heat treatment, the amount of soluble pectin increases. The article considers the quality indicators of legumes decoction: red and white beans, lupine, chickpeas, moong dal and lentils and the examples of legume decoction use: lentils, chickpeas and lupins.

For citation: Nadezhda V. Makarova, Marianna S. Voronina, Alena N. Gulyaeva, Daria I. Nisteryuk, Elvira N. Shlyapnikova. Content Analysis Of Solids, Protein and Titratable Acidity in Beans Decoctions. Индустрия питания/Food Industry. 2021. Vol. 6, No. 3. Pp. 51–57. DOI: 10.29141/2500-1922-2021-6-3-6

Paper submitted: May 13, 2021

Введение

Яичные белки широко используются в производстве тортов и многих хлебобулочных изделий. Аллергия на яичные белки – вторая по степени серьезности из пищевых аллергий, которая проявляется преимущественно в детском возрасте [1; 2]. Поэтому необходимо искать варианты замены яичных белков в продуктах питания, особенно для детского рациона. Также все чаще встречается новый тренд – вегетарианская диета. Например, в Канаде 12 % населения являются вегетарианцами; в Австралии – 11 %; в Индии – 30 %; Швеции – 18 %; Швейцарии – 20 %; Великобритании – 20 % [3].

В последние годы появилось большое количество пищевых продуктов на основе растительного белка, имитирующих традиционные изделия из мяса, молока и яиц [3].

Пищевые масляные эмульсии представляют собой важные компоненты пищевых продуктов. Цельное яйцо, яичный желток и яичный белок – типичные ингредиенты ряда эмульсий пищевых масел (таких, как майонез и заправка для салатов), поскольку являются эффективными натуральными эмульгаторами [4; 5; 6] для различных масел / воды и эмульсии вода / масло. Высокая эмульгирующая способность яйца обусловлена наличием фосфолипидов (лецитина), липопротеинов (липопротеинов низкой плотности и липопротеинов высокой плотности) и неассоциированных белков (ливетина и фосвитина) [7]. Эти белки обладают амфифильными свойствами и действуют как поверхностно-активные вещества в многофазных системах, таких как майонез.

К сожалению, яичные продукты являются одним из наиболее распространенных агентов, вызывающих пищевую аллергию, особенно у младенцев и детей младшего возраста [4; 8]. Яичные аллергены в основном присутствуют в яичном белке. Овальбумин, составляющий 54 % белка яичного белка, – один из основных аллергенов яиц. Кроме того, яйца не подходят для потребителей с особыми диетическими ограничениями, а также для тех, кто не может употреблять яйца

по религиозным причинам или согласно образу жизни [9; 10]. Наконец, яичный желток содержит холестерин (5,2% от общего количества липидов), высокий уровень которого является одним из факторов риска возникновения сердечно-сосудистых заболеваний.

Все вышеизложенное послужило причиной того, что многие ученые и компании пищевой промышленности занялись разработкой инновационных заменителей яиц с целью удовлетворения растущего спроса на них.

Одним из наилучших источников белков являются зернобобовые. В последнее время появился новый продукт «аквафаба» (от лат. aqua – вода, faba – фасоль, т. е. «бобовая вода»).

Аквафаба – название вязкой жидкости, получаемой после варки семян нута или других бобовых в воде [6]. Аквафаба стала известна с 2014 г., когда предприняли попытку использовать жидкость от консервированного нута в качестве замены яиц для приготовления вегетарианской меренги [6]. Наличие у аквафабы пенообразующих и эмульгирующих свойств в настоящее время позволяет широко использовать ее веганскому сообществу в качестве заменителя яиц во многих пищевых продуктах (например таких, как майонез, беже и выпечка).

Материалы (объекты) и методы исследования

Для анализа использовались следующие виды бобовых, купленных в супермаркете ООО «Ашан»: фасоль красная (*Phaseolus Coccineus*); фасоль белая (*Phaseolus vulgaris*); чечевица (*Lens culinaris*); нут (*Cicer arietinum*); маш (*Vigna radiata*); люпин (*Lupinus*). Продукты были подвергнуты тепловой обработке.

Для растворов бобовых культур были определены физико-химические показатели: количество сухих веществ, белковых веществ; титруемая кислотность. Также исследованы их органолептические показатели качества.

Технологическая схема приготовления аквафабы представлена на рис. 1.

Рис. 1. Технологическая схема приготовления аквафабы

Fig. 1. Technological Scheme of the Aquafaba Preparation

Определяли:

- содержание сухих веществ – с помощью рефрактометра по ГОСТ 54607.4-2015;
- титруемую кислотность – по ГОСТ ISO 750-2013;
- содержание белковых веществ – методом Лорри по ОФС.1.2.3.0012.15.

Для определения пенообразующей способности готовили меренгу по классической технологии и с использованием отвара бобовых (аквафабы). Взбивали аквафабу на высоких оборотах блендера BOSCH MUZ45X на 4-й ступени регулировки оборотов вращения. При появлении пены добавляли сахар. Вновь взбивали до появления стабильной пышной устойчивой пены. В разогретый до 100–120 °С духовой шкаф Gefest ДА 622 ставили противень с отсаженными безе. Подсушивание осуществляли в течение 2 ч.

Рецептура меренги представлена в табл. 1.

Результаты исследования и их обсуждение

Графики зависимости содержания сухих веществ, белка и титруемой кислотности в отварах бобовых представлены на рис. 2, 3 и 4.

Рис. 2. График зависимости содержания сухих веществ в отварах бобовых

Fig. 2. Graph of the Solids Content in Legumes Broth

Рис. 3. График зависимости содержания белковых веществ в отварах бобовых

Fig. 3. The Graph of the Content of Proteins in Legumes Decoction

Таблица 1. Рецепт меренги,

изготовленной по классической технологии и с добавлением отвара бобовых (аквафабы), г

Table 1. Recipe of Meringue, Made by Classical Technology and with the Addition of Legumes Decoction (Akwafaba), g

Ингредиенты	Классическая технология		Технология с добавлением аквафабы			
			из нута		из чечевицы	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
Нут	–	–	200	200	–	–
Чечевица	–	–	–	–	200	200
Вода	–	–	800	800	800	800
Сахар	100	100	100	100	100	100
Яйца, шт.	3 шт.	120	–	–	–	–
Выход	200	200	200	200	200	200

Рис. 4. График зависимости титруемой кислотности в отварах бобовых

Fig. 4. Titratable Acidity Graph in Legumes Decoction

На основе полученных данных сделаны выводы:

- максимальное количество белковых веществ содержится в отваре из люпина (0,14 г/л), так как он изначально имеет самый высокий показатель белковых веществ;

- максимальное количество сухих веществ, перешедшее в раствор, определено в отваре из маша – 6,9 %. Аквафаба из маша представляет собой самую густую жидкость, которую сложно отфильтровать;

- самый высокий показатель титруемой кислотности в отваре из чечевицы – 0,35 °Т.

Органолептические показатели качества отвара бобовых представлены в табл. 2.

Проведенные исследования показали, что вкус остается свойственным для каждого продукта, аромат слабовыражен. Консистенция фасоли красной и белой – мягкая; нута, чечевицы и люпина – рассыпчатая; маша – вязкая.

Кроме того, был проведен лабораторный эксперимент по изучению пенообразующей способности белковых отваров из нута, чечевицы и люпина. Проанализировано их применение при производстве сбивных масс на примере меренги. Образцы представлены на рис. 5а,б,в.

Таблица 2. Органолептические показатели качества отвара бобовых

Table 2. Organoleptic Quality Indicators of Legumes Decoction

Показатель	Фасоль белая	Фасоль красная	Нут	Чечевица	Маш	Люпин
Вкус	Свойственный белой фасоли	Свойственный красной фасоли	Свойственный нуту	Свойственный чечевице	Свойственный машу	Свойственный люпину
Цвет	Белый	Красный	Желтый	Коричневый	Зелено-серый	Желтый
Запах	Слабый запах вареной фасоли	Слабый запах вареной фасоли	Слабый запах вареного нута	Слабый запах вареной чечевицы	Слабый запах вареного маша	Слабый запах вареного люпина
Консистенция	Жидкая	Жидкая	Жидкая	Жидкая	Густая жидкая	Жидкая
Общая оценка, балл	5	5	5	5	3	5

а)

б)

в)

Рис. 5. Образцы меренги: а) из отвара нута; б) из отвара чечевицы; в) по классической технологии

Fig. 5. Meringue Samples: a) from Chickpea Decoction; б) from Lentil Decoction; в) according to the Classical Technology

Таблица 3. Органолептические показатели качества меренги
Table 3. Organoleptic Indicators of Meringue Quality

Показатель	Меренга по классической технологии	Меренга из нута	Меренга из чечевицы
Внешний вид	Воздушные, потрескались снаружи	Приплюснутые, круглой формы, пустые внутри	Воздушные, круглой формы
Вкус	Сладкий, с привкусом яиц	Сладкий, без посторонних привкусов	Сладкий, без посторонних привкусов
Цвет	Кремовый	Белый с желтым оттенком	Бежевый
Запах	Присутствует запах яиц	Без постороннего аромата	Выраженный аромат чечевицы
Консистенция	Снаружи хрустящие, внутри вязкие	Хрустящая	Хрустящая
Общая оценка, балл	4	5	4

Органолептические показатели качества меренги представлены в табл. 3.

Меренга может храниться в закрытой таре (коробке), в герметичном пищевом пакете или пергаментной упаковке в прохладном месте в течение 2–3 мес.

Выводы

Аквафаба – вязкая жидкость, полученная после варки бобовых; содержит уникальное сочетание белка, крахмала и других растворимых веществ, которые перешли в воду в процессе приготовления. Эти компоненты придают аквафабе широ-

кий диапазон кулинарных свойств: загустение, эмульгирование, связывание и желатинизация.

В отличие от большинства заменителей яиц аквафаба имеет характеристики как яичных белков, так и желтков. Поэтому существует множество вариантов блюд, в которых их можно заменить; самые интересные: меренга, майонез, макаронные изделия, масло, сыры.

Экспериментально установлено, что наибольшее количество белков перешло в отвар из люпина, чечевицы и нута, из которых впоследствии приготовили меренгу.

Библиографический список

1. Грибанова Д.В., Зайцева Л.А., Кубышкина С.В. Использование аквафабы для приготовления различных групп блюд // Технологическая инициатива: от теории к практике: сб. докл. VIII Областной студенческой науч.-практ. конф. «ТЕХНОВЕКТОР» (Новосибирск, 4 декабря 2017 г.). Новосибирск: Новосибирский технический колледж им. А. И. Покрышкина, 2017. С. 43–44.
2. Калашникова С.В., Курчаева Е.Е., Тertychnaya Т.Н. Разработка рецептурно-компонентных решений получения пищевых продуктов на основе растительных ресурсов // Социально-экономические проблемы продовольственной безопасности: реальность и перспектива: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Мичуринск, 30 марта 2017 г.). Мичуринск: Изд-во Мичуринского ГАУ, 2017. С. 311–315. ISBN 978-5-94664-351-1.
3. Магомедов Г.О., Олейникова А.А., Плотникова И.В., Лобосова Л.А. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий: учеб. пособие. Воронеж: ВГУИТ, 2012. 720 с.
4. Ruscigno, M. Guide to Eating Egg-Free. Today's Dietitian. 2016. Vol. 18, No. 7. Pp. 36–41.
5. Stantiall, S.E.; Dale, K.J.; Calizo, F.S.; Serventi, L. Application of Pulses Cooking Water as Functional Ingredients: the Foaming and Gelling Abilities. European Food Research and Technology. 2018. Vol. 244. Pp. 97–104. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2943-x>.

Bibliography

1. Gribanova, D.V.; Zajceva, L.A.; Kubyshkina, S.V. Ispol'zovanie Akvafaby dlya Prigotovleniya Razlichnyh Grupp Blyud. [Aquafaba Use for Cooking Various Groups of Dishes] Tekhnologicheskaya Inicijativa: ot Teorii k Praktike: Sb. Dokl. VIII Oblastnoj Studencheskoj Nauch.-prakt. Konf. «TEKHNOVEKTOR» (Novosibirsk. 4 dekabrya 2017 g.). Novosibirsk: Novosibirskij Tekhnicheskij Kolledzh im. A. I. Pokryshkina. 2017. Pp. 43–44.
2. Kalashnikova, S.V.; Kurchaeva, E.E.; Tertychnaya, T.N. Razrabotka Recepturno-Komponentnyh Reshenij Polucheniya Pishchevyh Produktov na Osnove Rastitel'nyh Resursov [Development of Prescription-Component Solutions for Obtaining Food Products Based on the Plant Resources]. Social'no-Ekonomicheskie Problemy Prodovol'svennoj Bezopasnosti: Real'nost' i Perspektiva: Materialy II Mezhdunar. Nauch.-Prakt. Konf. (Michurinsk. 30 Marta 2017 g.). Michurinsk: Izd-vo Michurinskogo GAU. 2017. Pp. 311–315. ISBN 978-5-94664-351-1.
3. Magomedov, G.O.; Olejnikova, A.Ya.; Plotnikova, I.V.; Lobosova, L.A. Funkcional'nye Pishchevye Ingredijenty i Dobavki v Proizvodstve Konditerskih Izdelij [Functional Food Ingredients and Additives in the Production of Confectionery Products]: Ucheb. Posobie. Voronezh: VGUIT. 2012. 720 p.
4. Ruscigno, M. Guide to Eating Egg-Free. Today's Dietitian. 2016. Vol. 18, No. 7. Pp. 36–41.

6. Yue, H.; Youn, Y.S.; Rana, M.; Venkatesh, M.; Martin, J.T.R. Chickpea Cultivar Selection to Produce Aquafaba with Superior Emulsion Properties. *Foods*. 2019. Vol. 8. Iss. 12. Article Number: 685. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8120685>.
7. Meurer, M.C.; de Souza, D.; Marczak, L.D.F. Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba). *Journal of Food Engineering*. 2020. Vol. 265. Article Number: 109688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109688>.
8. Alsaman, F.B.; Tulbek, M.; Nickerson, M.; Ramaswamy, H.S. Evaluation and optimization of functional and antinutritional properties of aquafaba. *Legume Science*. 2020. Vol. 2. Iss. 2. Article Number: e30. DOI: <https://doi.org/10.1002/leg3.30>.
9. Lafarga, T.; Villaró, S.; Bobo, G.; Aguiló-Aguayo, I. Optimisation of the PH and Boiling Conditions Needed to Obtain Improved Foaming and Emulsifying Properties of Chickpea Aquafaba Using a Response Surface Methodology. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2019. Vol. 18. Article Number: 100177. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100177>.
10. Shevkani, K.; Singh, N.; Chen, Y.; Kaur, A.; Yu, L. Pulse Proteins: Secondary Structure, Functionality and Applications. *Journal of Food Science and Technology* volume. 2019. Vol. 56. Iss. 6. Pp. 2787–2798. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03723-8>.
5. Stantiall, S.E.; Dale, K.J.; Calizo, F.S.; Serventi, L. Application of Pulses Cooking Water as Functional Ingredients: the Foaming and Gelling Abilities. *European Food Research and Technology*. 2018. Vol. 244. Pp. 97–104. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2943-x>.
6. Yue, H.; Youn, Y.S.; Rana, M.; Venkatesh, M.; Martin, J.T.R. Chickpea Cultivar Selection to Produce Aquafaba with Superior Emulsion Properties. *Foods*. 2019. Vol. 8. Iss. 12. Article Number: 685. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8120685>.
7. Meurer, M.C.; de Souza, D.; Marczak, L.D.F. Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba). *Journal of Food Engineering*. 2020. Vol. 265. Article Number: 109688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109688>.
8. Alsaman, F.B.; Tulbek, M.; Nickerson, M.; Ramaswamy, H.S. Evaluation and optimization of functional and antinutritional properties of aquafaba. *Legume Science*. 2020. Vol. 2. Iss. 2. Article Number: e30. DOI: <https://doi.org/10.1002/leg3.30>.
9. Lafarga, T.; Villaró, S.; Bobo, G.; Aguiló-Aguayo, I. Optimisation of the PH and Boiling Conditions Needed to Obtain Improved Foaming and Emulsifying Properties of Chickpea Aquafaba Using a Response Surface Methodology. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2019. Vol. 18. Article Number: 100177. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100177>.
10. Shevkani, K.; Singh, N.; Chen, Y.; Kaur, A.; Yu, L. Pulse Proteins: Secondary Structure, Functionality and Applications. *Journal of Food Science and Technology* volume. 2019. Vol. 56. Iss. 6. Pp. 2787–2798. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03723-8>.

Информация об авторах / Information about Authors

Макарова
Надежда Викторовна
Makarova,
Nadezhda Viktorovna

Тел./Phone: +7 (846) 332-27-13
E-mail: makarovanv1969@yandex.ru

Доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации общественного питания

*Самарский государственный технический университет
443001, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

*Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Technology and Public Catering Organization Department
Samara State Technical University*

443001, Russian Federation, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4282-5989>

Воронина
Марианна Сергеевна
Voronina,
Marianna Sergeevna

Тел./Phone: +7 (846) 332-27-13
E-mail: marianna419@rambler.ru

Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания

*Самарский государственный технический университет
443001, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Technology and Public Catering Organization Department
Samara State Technical University*

443001, Russian Federation, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1537-6751>

Гуляева
Алена Николаевна
Gulyaeva,
Alena Nikolaevna

Тел./Phone: +7 (846) 332-27-13
E-mail: E-mail: nikol163@bk.ru

*Ассистент кафедры технологии и организации общественного питания
Самарский государственный технический университет*

443001, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

*Assistant of the Technology and Public Catering Organization Department
Samara State Technical University*

443001, Russian Federation, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3299-1470>

**Нистерюк
Дарья Игоревна**

Nisteryuk,
Daria Igorevna

Тел./Phone: +7 (846) 332-27-13

E-mail: dasha.stepova@mail.ru

*Студент кафедры технологии и организации общественного питания
Самарский государственный технический университет
443001, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

*Student of the Technology and Public Catering Organization Department
Samara State Technical University*

443001, Russian Federation, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0932-7678>

**Шляпникова
Эльвира Николаевна**

Shlyapnikova,
Elvira Nikolaevna

Тел./Phone: +7 (846) 332-27-13

E-mail: shlyapnikova.elvira@mail.ru

*Студент кафедры технологии и организации общественного питания
Самарский государственный технический университет
443001, Российская Федерация, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

*Student of the Technology and Public Catering Organization Department
Samara State Technical University*

443001, Russian Federation, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5560-3701>