

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.664

Сравнительный анализ сои различной зрелости для использования в качестве рецептурных компонентов булочных изделий

Бочкарева З.А., Буренкова С.А.

Аннотация. Булочные изделия сочетают в себе питательность, разнообразие, технологические возможности и эмоциональную привлекательность, что делает их популярным продуктом в рационе многих людей. Цель работы: сравнительный анализ зрелой сои и эдамаме для использования в качестве рецептурных компонентов булочных изделий. В статье приведен сравнительный анализ химического состава зрелой сои и зеленых бобов сои (эдамаме). Зрелая соя обладает более высокой пищевой ценностью, при этом бобы эдамаме также являются хорошими источниками белка, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов. Методами исследования явились анализ научных данных по пищевой ценности зрелой сои и эдамаме, с определением ключевых различий. Определение показателей качества образцов изделий проводили по общепринятым методикам, установленным в действующей нормативной документации. Булочные изделия готовили по традиционной технологии в соответствии с технологической инструкцией по сборнику рецептов, заменяя часть муки пшеничной на соевую в образце №1 и на измельченные до пасты размороженные бобы эдамаме в образце №2 взамен 10% пшеничной муки высшего сорта. Из полученных результатов видно, что пищевая ценность муки соевой из зрелых бобов сои выше по большинству нутриентов, но булочные изделия с добавками по органолептическим и физико-химическим показателям отвечают требованиям нормативных документов. Данные продукты можно использовать в качестве обогащающих ингредиентов в производстве булочных изделий.

Ключевые слова: булочные изделия, мука соевая, бобы эдамаме.

Для цитирования: Бочкарева З.А., Буренкова С.А. Сравнительный анализ сои различной зрелости для использования в качестве рецептурных компонентов булочных изделий // Инновационная техника и технология. 2026. Т. 13. № 2. С. 7–12.

A comparative analysis of soybeans of different maturities for use as bakery ingredients

Bochkareva Z.A., Burenkova S.A.

Abstract. Bakery products combine nutritional value, variety, technological possibilities, and emotional appeal, making them a popular product in the diet of many people. The objective of this study was to conduct a comparative analysis of mature soybeans and edamame for use as bakery ingredients. This article presents a comparative analysis of the chemical composition of mature soybeans and green soybeans (edamame). Mature soybeans have a higher nutritional value, while edamame beans are also good sources of protein, dietary fiber, minerals, and vitamins. The study methods included an analysis of scientific data on the nutritional value of mature soybeans and edamame, identifying key differences. Quality indicators for product samples were determined using generally accepted methods established in current regulatory documentation. Bakery products were prepared using traditional technology in accordance with the recipe book's technological instructions, substituting some of the wheat flour for soy flour in sample #1 and thawed edamame beans ground into a paste in sample #2, replacing 10% of the premium wheat flour. The results show that the nutritional value of soy flour from mature soybeans is higher for most nutrients, but bakery products with additives meet regulatory requirements in terms of organoleptic and physicochemical properties. These products can be used as fortifying ingredients in bakery production.

Keywords: bakery products, soy flour, edamame beans.

For citation: Bochkareva Z.A., Burenkova S.A. A comparative analysis of soybeans of different maturities for use as bakery ingredients. *Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]*. 2026. Vol. 13. No. 2. pp. 7–12. (In Russ.).

Введение

Соя – это важнейшее в мире бобовое растение, семена которого используют в качестве источника соевого масла и белка для потребления человеком. Во многих частях света соя является одним из основных продуктов питания, чаще в виде зерновой сои, собранной на стадии сухой зрелости. Зрелую сою используют для производства тофу, соевого молока, соуса, муки, текстуратов и изолятов [1]. Соевую муку получают в результате помола зрелых соевых бобов, очищенных от внешней оболочки и подвергнутых термической обработке. Но при созревании соя проходит несколько стадий зрелости. Одной из разновидностей являются бобы эдамаме, которые используют в качестве зеленого овоща, собирают, когда семена полностью сформировались, но еще ярко-зеленые [2]. Эдамаме готовят различными способами, они используются для непосредственного употребления в пищу в виде гарниров, закусок, супов.

Выращивание эдамаме еще не пользуется популярностью в России из-за наличия специфических сортов для разных климатических условий. Наиболее перспективны для эдамаме южные и центральные регионы с тёплым летом: Краснодарский край, Ростовская область, Ставропольский край, Черноземье [3].

Однако разница в степени зрелости и влажности бобов приводит к кардинальному отличию в их химическом составе и питательной ценности.

Снижение дефицита питательных веществ является одной из задач разработчиков новых пищевых продуктов и использование зрелой сои для улучшения состава различных продуктов широко раскрыто в работах ученых [4, 5]. Хлебобулочные изделия одна из самых востребованных групп пищевых продуктов и развитие рынка хлебобулочных изделий происходит за счет разработки нетрадиционных сортов, которые обогащают функциональными ингредиентами. Многочисленные разработки с продуктами переработки зрелой сои показывают возможность их использования для хлеба и хлебобулочных изделий [6, 7]. При этом разработок с использованием бобов эдамаме в качестве функциональной добавки при разработке продуктов незначительно. Для выявления перспективы применения бобов эдамаме с целью возможности их использования для разработки новых продуктов был проведен сравнительный анализ зрелой сои и бобов эдамаме по пищевой ценности.

Цель работы: Сравнительный анализ зрелой

сои и эдамаме для использования в качестве рецептурных компонентов булочных изделий.

Объекты и методы исследований

При подготовке первого этапа исследования использован анализ научных данных по пищевой ценности зрелой сои и эдамаме с определением ключевых различий. На втором этапе экспериментально рассмотрено использование эдамаме и зрелой сои для производства мелкочтучных булочных изделий.

Объекты исследования. В качестве объектов исследования выступают образцы булочек с частичной заменой муки пшеничной высшего сорта на соевую муку и размороженного эдамаме в количестве 10%. В качестве прототипа использована рецептура № 166 и технология изготовления по сборнику рецептов [8].

Сырьем для производства пшеничной булочки с использованием сои и эдамаме являлись: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта по ГОСТ 26574, мука соевая полуобезжиренная по ГОСТ 3898, замороженные бобы эдамаме по СТО 23099662-001-2015, дрожжи хлебопекарные пресованные по ГОСТ Р 54731, соль поваренная пищевая по ГОСТ Р 51574, вода питьевая по СанПиН 2.1.4.1074-2001, масло растительное подсолнечное рафинированное по ГОСТ 1129-2025.

Массовую долю влаги определяли: муки – по ГОСТ 13586.5-2015, бобов эдамаме и готового продукта – по ГОСТ 21094-2022 на анализаторе влажности, пористость – по ГОСТ 5669, кислотности – по ГОСТ 5670, органолептические показатели – по ГОСТ 31805-2018.

Булочные изделия готовили по традиционной технологии в соответствии с технологической инструкцией по сборнику рецептов, заменяя часть муки пшеничной на соевую в образце №1 и на измельченные до пасты размороженные бобы эдамаме.

Результаты и их обсуждение

Сравнительная оценка бобов эдамаме и зрелой сои по пищевой ценности произведена в таблице 1 и отражены ключевые различия. Данные показателей содержания пищевых веществ взяты из источников [1, 9, 10, 11].

Анализируя данные таблицы, можно отметить, что зрелая соя обладает более высокой пищевой ценностью. При этом бобы эдамаме также являются хорошими источниками белка, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов [2, 3, 11].

Таблица 1 – Сравнительная оценка бобов эдамаме и зрелой сои по пищевой ценности

Показатель	Эдамаме	Зрелая соя	Ключевые различия
Белки, г	11,9 -11,7	18,2 -35,3	В зрелой сое белка значительно больше
Жиры, г	4,73-6,2	17,3-19,0	Жиров больше в зрелой сое в 3,0-3,5 раза
Углеводы, г	7,8-8,8	28,2-30,6	В целом углеводов больше в зрелой сое, но состав разный, в эдамаме крахмала больше в 3,5-4 раза, в зрелой сое больше моно-и дисахаридов
Зола, г	1,6-4,67	5,0-6	В зрелой сое накапливается больше минеральных веществ
Пищевые волокна, г	4,8-5,2	6,0-16	Пищевых волокон в зрелой сое может быть больше в зависимости от сорта
Калорийность, ккал	121-135	172-417	Зрелая соя значительно калорийнее из-за меньшего содержания воды
Минеральные вещества			
Кальций, мг	58-60	240-285	В зрелой сое кальция больше в 6 раз
Железо, мг	2,11-2,7	8,2-9,4	В зрелой сое железа больше в 3,5-4 раза
Калий, мг	482-590	1900-2090	100г зрелой сои удовлетворяют суточную потребность в калии на 60%, эдамаме на 17%
Магний, мг	61-62	220-285	В зрелой сое магния больше в 3,5-4,5 раза
Фосфор, мг	161-170	580-675	В зрелой сое фосфора больше в 3,5-4,0 раза
Медь, мг	0,41	0,98-1,0	100 г зрелой сои полностью удовлетворяют суточную потребность в меди, а 100г эдамаме на 40%.
Марганец, мг	0,71	2,0-2,8	100 г зрелой сои полностью удовлетворяет суточную потребность в марганце, его больше, чем в эдамаме в 3 раза
Витамины			
Витамин В ₁ , мг	0,15-0,31	0,39-1,08	Тиамин (В ₁) в зрелой сое больше в 2,6-3,5 раза
Витамин В ₂ , мг	0,15-0,265	0,16-0,28	Рибофлавин (В ₂) в эдамаме и зрелой сое примерно одинаковое количество
Витамин В ₆ , мг	0,135-0,15	0,15-1,05	Пиридоксин (В ₆) в зрелой сое может быть больше в 7 раз в зависимости от сорта
Витамин С, мг	9,7-27	-	В эдамаме витамин содержится и может удовлетворять суточную потребность до 27% в зависимости от сорта, в зрелой сое его нет.
Фолаты (В ₉), мкг	303-320	200-209	В эдамаме примерно в 1,5 раза больше, чем в зрелой сое.
Витамин Е, мг	0,72-0,8	0,55-1,8	В зрелой сое витамина Е больше в зависимости от сорта
Витамин К, мг	30-31,4	3,9-18	В эдамаме примерно в 1,5-4 раза больше, чем в зрелой сое.

Таблица 2 - Физико-химические характеристики образцов

Характеристики	Образец №1 с соевой мукой (10%)	Образец №2 с эдамаме (10%)
Влажность мякиша, %	37,8	40,66
Кислотность мякиша, град	2,6	2,6
Пористость мякиша, %	70,06	71,4

Поэтому использование эдамаме для производства функциональных продуктов представляется перспективным направлением.

Булочные изделия в группе хлебобулочных занимают значительное место [12]. Для сравнительного анализа влияния соевой муки и эдамаме на органолептические показатели проведена оценка готовых изделий. Внешний вид мякиша на разрезе представлен на рисунках 1, 2.

При сравнении образцов 1 и 2 можно сделать выводы: изделия округлой формы, ровные, выпуклые, с гладкой поверхностью; цвет образца с соевой мукой желтоватый, у образца с эдамаме более светлый, с едва уловимым зеленоватым оттенком; мякиш изделий пропеченный, не липкий, но у булочек с эдамаме менее эластичный; пористость у булочки с соевой мукой более развитая, мелкая

без пустот и уплотнений, у булочки с эдамаме пористость развитая, но менее равномерная. Вкус и запах образцов выражен, свойственный сдобным булочным изделиям, запаха и привкуса бобовых не ощущается.

После проведения органолептической оценки были определены физико-химические показатели, отраженные в таблице 2.

По физико-химическим показателям – влажности, кислотности и пористости мякиша образцы отличаются незначительно.

Различия в химическом составе зрелой сои и бобов эдамаме наглядно показывают, что пищевая ценность муки соевой из зрелых бобов сои выше по большинству нутриентов, из чего следует, что и частичная замена пшеничной муки на эти добавки в одинаковом количестве приведет к более высокой



Рис. 1. Образец №1 с 10% эдамаме



Рис. 2. Образец №2 с 10% соевой муки

пищевой ценности разрабатываемых изделий. Разница в пищевых макро-и микронутриентах зрелой сои и эдамаме связана с тем, что в процессе созревания в семенах растений происходят биохимические изменения, влияющие на состав. Уменьшение влажности зерна, уменьшение массы влияет на концентрацию пищевых веществ.

При оценке органолептических показателей образцов №1 и №2 можно отметить, что образец с добавлением соевой муки по качественным характеристикам немного выше.

Исследование образцов булочных изделий с соевой мукой и бобами эдамаме по физико-химическим показателям выявило, что влажность мякиша образцов с эдамаме выше, чем с соевой мукой на 7%. Соевая мука имеет высокую водопоглощающую способность в тесте в отличие от водопоглощающей способности эдамаме, с чем скорее всего и связана более низкая влажность мякиша. Кислотность мякиша в образцах №1 и №2 одинакова.

Литература

- [1] Тюрина, Л.Е. Использование и переработка сои: учеб. пособие / Л.Е. Тюрина, Н.А. Табаков; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008. – 90 с.
- [2] Islam, M., Zhang, M., & Fan, D. (2019). Ultrasonically enhanced low-temperature microwave-assisted vacuum frying of edamame: Effects on dehydration kinetics and improved quality attributes. *Drying Technology*, 37(16), 2087–2104. <https://doi.org/10.1080/07373937.2018.1558234>
- [3] Шафигуллин Д. Р. Изучение овощных форм сои в условиях центрального района европейской части РФ и моделирование новых сортотипов / Д.Р. Шафигуллин, М.С. Гинс, В.Ф. Пивоваров, А.В. Солдатенко // Известия ТСХ. – 2018. - № 4. – С. 73-98. EDN: SIUSMX
- [4] Стаценко Е.С., Пензин А.А., Усанов В.С. Анализ использования соевого зерна при создании обогащающих добавок и продуктов пищевого и кормового назначения // Вестник КрасГАУ. 2024. № 8 (209). С. 203-218. EDN: TXQZJA

Выводы

Зрелые соевые бобы растут дольше, в них концентрируется больше питательных веществ, чем в эдамаме. Но и те и другие являются хорошими источниками белка, клетчатки, минералов и витаминов. Исследование и сравнительный анализ булочных изделий с частичной заменой муки пшеничной высшего сорта на муку соевую и зеленую сою показали, что данные продукты можно использовать в качестве обогащающей добавки в производстве булочных изделий, но содержание полезных пищевых веществ в соевой муке выше, что в итоге определит более высокую пищевую ценность продукта с добавлением муки из зрелой сои.

References

- [1] Tyurina, L.E. The use and processing of soybeans: textbook. manual / L.E. Tyurina, N.A. Tabakov; Krasnodar State Agrarian University. – Krasnoyarsk, 2008. – 90 p.
- [2] Islam, M., Zhang, M., & Fan, D. (2019). Ultrasonically enhanced low-temperature microwave-assisted vacuum frying of edamame: Effects on dehydration kinetics and improved quality attributes. *Drying Technology*, 37(16), 2087–2104. <https://doi.org/10.1080/07373937.2018.1558234>
- [3] Study of soybean vegetable samples in the conditions of the central european part of russia and modeling of new variety biotypes Shafigullin D.R., Gins M.S., Pivovarov V.F., Soldatenko A.V. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2018. № 4. С. 73-98. (In Russ.) EDN: SIUSMX
- [4] Statsenko E.S., Penzin A.A., Usanov V.S. Soy bean grain use analysis in making enriching additives and alimentary and feed products // *Bulliten KrasSAU*. 2024;(8): 203–218 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-8-203-218. EDN: TXQZJA

- [5] Применение продуктов переработки сои и пищевых волокон в технологии комбинированных мясных изделий /Киселева И.С., Ермолаева Ж.Д., Кизиёва А.С., Фоменко О.С., Буттаев О.М./Аграрный научный журнал. 2025. № 9. С. 129-136. EDN: LYNNAS
- [6] Ефремова Е.Н., Зенина Е.А., Шершнева А.А. Влияние соевой муки на качество пшеничного хлеба / Вестник КрасГАУ. 2020. № 3 (156). С. 171-177. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-3-171-177 EDN: XVHRHO
- [7] Мхитарьянц Л.А., Таранец О.В., Мхитарьянц Г.А. Влияние добавки соевой муки на потребительские свойства пшеничного хлеба /Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020. № 1 (373). С. 21-24. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.1.5 EDN: BLIJJC
- [8] Сборник рецептов на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия. М.: Хлебпродинформ, 2000.
- [9] Edamame vs. Soybean — Difference in Taste, Nutrition, and Health Impact /Encyclopedia of food & nutrition focused on comparison [Электронный ресурс] FDA Food Central (U.S. Department of Agriculture) <https://foodstruct.com/nutrition-comparison-text/soybean-vs-edamame>
- [10] Soy flour, low-fat - Matvaretabellen.no [Электронный ресурс] Norwegian Food Safety Authority <https://matvaretabellen.mattilsynet.io/en/soy-flour-low-fat/#energi>
- [11] Moinuddin et al. Vegetable soybean (Edamame): A potential area of research – A review / Moinuddin, Farooq A. Khan, Mohammad Amir, Sumati Narayan, Zaffar Mahdi Dar and Mohammad Hussain Khan // SKUAST journal of research. Vol. 25(3), 2023. Pp. 376-386. DOI:10.5958/2349-297X.2023.00051.
- [12] Бочкарева З.А. Изделия хлебобулочные мелкостручные повышенной пищевой ценности // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 94-99. EDN: UZCAHZ
- [5] Kiselyova I. S., Ermolaeva Zh. D., Kizieva A. S., Fomenko O. S., Buttaev O. M. The use of grain processing products and dietary fibers in the technology of combined meat products. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2025;(9):129–136. (In Russ.). <https://doi.org/10.28983/asj.y2025i9pp129-136>. EDN: LYNNAS
- [6] Efremova E.N., Zenina E.A., Shersheva A.A. The influence of soy flour on wheat bread quality Vestnik KrasGAU. 2020. vol. 3 (156). pp. 171-177. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-3-171-177 EDN: XVHRHO
- [7] Mkhitaryants L.A., Taranets O.V., Mkhitaryants G.A. Influence of soy flour additive on consumer properties of wheat bread.// Izvestiya vuzov. Food Technology /2020. vol. 1 (373). pp. 21-24. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.1.5 EDN: BLIJJC
- [8] Collection of recipes for cakes, pastries, cupcakes, rolls, biscuits, gingerbread, gingerbread and bakery products. Moscow: Khleprodinform, 2000.
- [9] Edamame vs. Soybean — Difference in Taste, Nutrition, and Health Impact /Encyclopedia of food & nutrition focused on comparison [Электронный ресурс] FDA Food Central (U.S. Department of Agriculture) <https://foodstruct.com/nutrition-comparison-text/soybean-vs-edamame>
- [10] Soy flour, low-fat - Matvaretabellen.no [Электронный ресурс] Norwegian Food Safety Authority <https://matvaretabellen.mattilsynet.io/en/soy-flour-low-fat/#energi>
- [11] Moinuddin et al. Vegetable soybean (Edamame): A potential area of research – A review / Moinuddin, Farooq A. Khan, Mohammad Amir, Sumati Narayan, Zaffar Mahdi Dar and Mohammad Hussain Khan // SKUAST journal of research. Vol. 25(3), 2023. pp. 376-386. DOI:10.5958/2349-297X.2023.00051.
- [12] Bochkareva Z.A. FSBEI HVE Penza STU Small-pieces bakery products with higher nutritional value // Bulletin Samara State Agricultural Academy 2015. No. 4. pp. 94-99. EDN: UZCAHZ

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Бочкарева Зенфира Альбертовна кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 094-79-49 E-mail: bochkarievaz@mail.ru</p>	<p>Bochkareva Zenfira Albertovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 094-79-49 E-mail: bochkarievaz@mail.ru</p>
<p>Буренкова Снежана Алексеевна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail: nix.lerros@gmail.com</p>	<p>Burenkova Snezhana Alekseevna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail: nix.lerros@gmail.com</p>