

Поликомпонентная пищевая добавка на основе овощной фасоли

Куручкин А.А., Новикова О.А.

Аннотация. В работе систематизирована информация о высоком потенциале использования овощной фасоли в качестве пищевой добавки. На основе анализа ранее выполненных работ, приведены аргументы в пользу технологического решения, в котором полезные ингредиенты овощной фасоли используются в составе поликомпонентной пищевой добавки, получаемой путем обработки смеси стручков овощной фасоли с зерном пшеницы. Представлен экспериментальный материал по результатам изучения отдельных характеристик овощной фасоли двух распространенных сортов. Предложены технологические режимы работы экструдера для получения этой пищевой добавки.

Ключевые слова: пищевые продукты, бобовые, фасоль, стручок, пшеница, термовакуумная экструзия, технология.

Для цитирования: Куручкин А.А., Новикова О.А. Поликомпонентная пищевая добавка на основе овощной фасоли // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 2. С. 19–24.

Multicomponent food additive based on vegetable beans

Kurochkin A.A., Novikova O.A.

Abstract. The paper systematizes information about the high potential of using vegetable beans as a food additive. Based on the analysis of previously performed works, arguments are given in favor of a technological solution in which the useful ingredients of vegetable beans are used as part of a multicomponent food additive obtained by processing a mixture of vegetable bean pods with wheat grain. Experimental material is presented based on the results of studying individual characteristics of vegetable beans of two common varieties. Technological modes of operation of the extruder for obtaining this food additive are proposed.

Keywords: food products, legumes, beans, pod, wheat, thermal vacuum extrusion, technology.

For citation: Kurochkin A.A., Novikova O.A. Multicomponent food additive based on vegetable beans. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 2. pp. 19–24. (In Russ.).

Введение

Бобовые сельскохозяйственные культуры широко применяются в многочисленных технологиях пищевой индустрии. При этом наиболее значимую долю в их объеме занимает соя и продукты ее переработки. Между тем сравнение химического состава и полезных свойств сои с другими культурами из семейства бобовых, позволяют акцентировать внимание и на такой культуре как фасоль. С позиций современных воззрений диетического питания и экономической целесообразности применение в пищевых технологиях фасоли весьма перспективно и позволит использовать все ее полезные свойства в полной мере [1, 2, 8-12].

Известно, что содержание белка в бобовых варьирует от 17 до 30%, что в два раза превышает

количество данного ингредиента, присутствующего в злаковых культурах. При этом, белки бобовых и зерновых считаются взаимодополняющими, поскольку первые богаты аминокислотой лизин, но относительно бедны серосодержащими аминокислотами (метионином и цистеином), которых больше в зерновых [3, 4].

Плоды бобовых содержат от 60 до 65% углеводов, что немного ниже, чем в зерновых (до 80%). Основным углеводом в бобовых является крахмал, а остальные представляют собой моносахариды (рибоза, глюкоза, галактоза и фруктоза), дисахариды (сахароза и мальтоза), олигосахариды (в основном α -галактозиды) и другие полисахариды [1, 3].

Бобовые содержат достаточно много пищевой клетчатки. Особенно много ее в стручках растений [10, 11].

В современной науке клетчатка обычно характеризуется как пищевой материал (преимущественно растительный), который не гидролизуется ферментами, выделяемыми пищеварительным трактом человека, но может перевариваться микрофлорой кишечника. Отгалкиваясь от классификационного признака, связанного с растворимостью пищевых волокон в водных системах в физиологических условиях человеческого организма, эти компоненты пищи обычно делят на две группы: нерастворимые и растворимые пищевые волокна.

Растворимая пищевая клетчатка включает в себя по большей части натуральные гелеобразующие волокна, такие как пектины, камеди, слизи, инулин, фруктаны, а также некоторые гемицеллюлозы и неперевариваемые олигосахариды. В толстой кишке пищеварительной системы она легко ферментируется и благодаря способности образовывать гели увеличивает вязкостные характеристики пищевых продуктов, что обеспечивает их задержку в тракте с целью более полного переваривания питательных веществ.

Нерастворимая пищевая клетчатка представлена в виде целлюлозы, некоторых разновидностях гемицеллюлозы, лигнина, арабиноксилана и резистентного крахмала. Основное назначение этого вида клетчатки – способствовать эффекту расслабления пищевого тракта за счет увеличения объема перерабатываемой в нем пищи [13-15].

Рассмотрим с позиции приведенной выше общей информации возможный потенциал фасоли в качестве обогащающей пищевой добавки.



Рис. 1. Семена фасоли овощной полусахарной в стадиях молочной (1), технической (2) и биологической (3) спелости



Рис. 2. Стручки фасоли овощной полусахарной в стадиях молочной (1) и технической спелости (2)

Сухая фасоль (созревшие и высушенные до влажности 14% семена *Phaseolus vulgaris* L.) в зависимости от сорта содержит в среднем 21,0% белка, 47% углеводов и 2% липидов.

Основные белковые фракции бобов фасоли – это глобулин (50-70%) и альбумин (10%). Среди аминокислот, присутствующих в сухих бобах, преобладают лизин (6,5-7,5 г/100 г белка) и тирозин с фенилаланином (5,0-8,0 г/100 г белка) [1, 3, 7].

Белки семян фасоли имеют гармоничный аминокислотный состав. По содержанию незаменимых аминокислот белок семян фасоли в среднем на 75,0 % соответствует стандартному белку куриного яйца (метод «химического числа») и почти на 100,0% – «эталонному белку» ФАО/ВОЗ (метод «аминокислотного скоря»); по содержанию критических аминокислот – соответственно 71,6 и 94,5% [1].

Преобладающим углеводом в семенах фасоли является крахмал (45,94-48,38%), а основным компонентом в общем количестве растворимых сахаров – сахароза (2,24-2,83%).

Содержание липидов в различных сортах фасоли составляет 1,57-2,16%. При этом анализ жирнокислотного состава семян фасоли показывает преимущественное содержание в них ненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой [7, 10, 15].

Из числа «балластных веществ» семена фасоли содержат значительное количество клетчатки (12,4 %), пектиновых веществ (2,98-3,15%) и гемицеллюлоз (4,25-5,18%).

Содержание золы в семенах фасоли составляет 3,1-4,1%. Ее ценность обусловлена высоким содержанием калия и магния (1001,2-1327,8 мг и 159,0-177,3 мг на 100 г сухого вещества соответственно) [1, 3, 14].

Семена фасоли – ценный источник витаминов: тиамин (0,38-0,44 мг), рибофлавин (0,15-0,19 мг), ниацин (2,25-2,89 мг), токоферол (3,52-4,04 мг на 100 г сухого вещества) [1, 14].

По назначению различают зерновую и овощную фасоль. У овощной в пищу используют зеленые бобы (стручки или лопатки) или же недозрелые семена в отваренном, тушеном виде или в супах и гарнирах, а на юге – в основном для консервирования. По питательности она выше других видов овощей [1, 5, 11].

Кроме приведенной выше классификации, существует деление фасоли на три подгруппы в зависимости от особенностей защитной оболочки стручков:

- сахарная (спаржевая или овощная), у которой защитная оболочка имеет тонкий слой; мелкие бобы не покрываются твердым пергаментным налетом, оставаясь мягкими; стручки фасоли едят в стадии молочной спелости не отделяя зерна от оболочки; завязи у сахарных сортов образуются на протяжении всего сезона вегетации;

- полусахарная: волокнистый слой слабо развит; в фазе молочной спелости плоды употребляют

стручками, при достижении технической спелости стручки грубеют и в этом случае использовать можно только зерна;

– зерновая, иначе луцильная: защитная оболочка не пригодна в пищу; бобы используют, когда наступает техническое созревание – зерна становятся твердыми, приобретают разный окрас в зависимости от вида.

Фасоль овощная – ценная пищевая культура, пользующаяся большой популярностью у населения. Питательность ее незрелых бобов (стручков) определяется, кроме высокого содержания белков, наличием сахаров и витаминов. В исследованиях установлено: бобы фасоли овощной в технической спелости содержат до 6% белка, витамины А, В1, В2, В6, В12, К, С, РР, сахара (3,4%), минеральные соли К, Р, Са, Na, Fe, J, также они богаты клетчаткой (3,9%) и пектинами. В100 г зеленых бобов содержится 0,26-0,45 мг каротина и 23-28 мг аскорбиновой кислоты [1, 4].

Анализ исследований, связанных с применением фасоли, позволяет сделать выводы о возможности ее применения в качестве функциональной добавки при выработке целого ряда пищевых продуктов, в том числе – хлеба и хлебобулочных изделий [2, 9, 12].

Важно отметить, что свойства фасоли в зависимости от вида, степени созревания, составной части растения – семена или бобы (стручки), существенно отражаются на содержании в ней полезных ингредиентов. С этой точки зрения целесообразно использовать сорта фасоли, которые соответствуют рациональному направлению хозяйственного использования – овощному или зерновому.

Цель работы – обоснование технологии получения композитной пищевой добавки на основе овощной фасоли.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись образцы плодов овощной полусахарной фасоли, а также технологические параметры процесса экструзии смеси стручков фасоли и зерна пшеницы.

Результаты и их обсуждение

Известно, что обогащение ингредиентами, вырабатываемыми из семян бобовых культур, может осуществляться путем введения их в рецептуру пищевых продуктов в виде сухих смесей, пюре, экстрактов и экструдатов. Последний способ обогащения наиболее предпочтителен по сравнению с другими в силу своей универсальности и наименьшей трудоемкости [6, 8, 10, 14, 15].

Следует отметить, что изначально вопрос применения фасоли в качестве функциональной добавки к пищевым продуктам лежит как в научной, так и практической плоскости – в какой стадии спелости целесообразно ее применение. В стадии биоло-

гической спелости семена овощной фасоли имеют повышенное содержание нерастворимой клетчатки, а также следы антипитательных веществ. В связи с этим переработка таких семян предполагает следующие технологические операции: вымачивание, сушку, измельчение, просеивание и некоторые другие.

На наш взгляд, перерабатывать овощную фасоль для получения пищевой добавки более целесообразно в стадии технической спелости: в этот период развития растения в нем меньше нерастворимых пищевых волокон, а семена – достаточно нежные, мягкие и имеют наибольшую массу (рис. 1).

При этом наряду с массой семян заметно меняется и их влажность, а также влажность оболочки стручков фасоли – в стадии технической спелости она снижается до 50-52%.

В этом варианте для получения пищевой добавки овощную фасоль можно использовать в виде бобов (стручков), что позволит одновременно значительно увеличить объем вовлекаемого в переработку сырья. На рис. 2 приведены стручки фасоли овощной полусахарной в стадиях молочной (1) и технической спелости (2).

Для реализации цели исследований на первом их этапе рассмотрим некоторые технологические особенности образцов овощной фасоли двух близких по своим достоинствам сортов (табл. 1).

С точки зрения экструдирования стручки овощной фасоли в стадии технической спелости имеют влажность, при которой экструдировать их известными способами невозможно. Для такого сырья целесообразно использовать наполнитель с пониженной влажностью и высоким содержанием крахмала. Опыт получения пищевых добавок в виде экструдатов на основе растительного сырья с повышенной влажностью показывает, что в качестве наполнителя можно использовать зерно пшеницы влажностью 14%, а процесс экструдирования смеси выполнять с помощью экструдера, оснащенного вакуумной камерой. Экструдеры такого типа (термовакuumные) позволяют снизить влажность обрабатываемого сырья более чем в 2-2,5 раза, что исключает необходимость досушивания получаемого экструдата [6, 8].

Практическая реализация представленной научной гипотезы нашла воплощение сначала в опытной отработке отдельных технологических операций, а затем в логически обоснованной и экспериментально подтвержденной технологии получения пищевой добавки на основе овощной фасоли.

Сущность технологии заключается в следующем. Стручки овощной фасоли в стадии технической спелости влажностью 52-56 % измельчали на частицы размером 8-10 мм и смешивали с зерном пшеницы влажностью 14% в соотношении 1:2,5. Полученную смесь выдерживали в смесителе в течение 1,0-1,5 часов, после чего подвергали обработке с помощью термовакuumного экструдера в тече-

Таблица – Технологические особенности образцов овощной фасоли*

Показатели	Сорт растения	
	Краснодарская	Желтая река
Цвет	желтый; в стадии биологической спелости – с красными прожилками	желтый
Форма стручка	плоская, широкая	круглая
Длина стручка, см	14,8	16,3
<i>Стадия молочной спелости</i>		
Масса стручка, г	16,7	14,8
Масса семян в стручке, г	3,6	3,1
Масса 1000 семян, г	349	316
Соотношение масс семян и оболочки стручка, %	22:78	21:79
Влажность семян и оболочки, %	85	87
<i>Стадия технической спелости</i>		
Масса стручка, г	14,1	13,6
Масса семян в стручке, г	4,3	4,2
Масса 1000 семян, г	752	710
Соотношение масс семян и оболочки стручка, %	30:70	32:69
Влажность семян и оболочки, %	52	56
<i>Стадиях биологической спелости</i>		
Масса стручка, г	4,7	4,4
Масса семян в стручке, г	3,1	3,4
Масса 1000 семян, г	631	686
Соотношение масс семян и оболочки стручка, %	66:34	77:23
Влажность семян и оболочки, %	10	12

* – средние данные из 3-х замеров

ние 10-15 секунд при температуре 100-110 °С. На выходящий из фильеры экструдера экструдат воздействовали пониженным давлением, равным 0,07-0,08 МПа с целью более интенсивного «вскипания» (вспучивания) и достижения в нем влаги 8-10%. Одновременно экструдат разрезался на частицы размером 3-4 мм режущим устройством, входящим в состав экструдера.

Выводы

Таким образом, при использовании овощной фасоли в технической стадии спелости влажностью 52-56 % и зерна пшеницы влажностью 14% можно получить экструдат приемлемого качества влажностью 8-10 %. Такая пищевая добавка, расфасованная в специальную пищевую тару, достаточно долго сохраняет свои качества и может использоваться в процессе изготовления продуктов питания в соответствии с регламентом.

Литература

- [1] Босак, В.Н. Биологическая ценность и аминокислотный состав различных сортов фасоли овощной / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко //Овощеводство. 2017. т. 25. С. 5-10.
- [2] Волох, Е.Ю. Разработка технологии производства пшеничного хлеба с использованием добавок из бобовых культур: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 05.18.01 / Волох Елена Юрьевна. Махачкала, 2017. 24 с.

References

- [1] Bosak, V.N. Biological value and amino acid composition of various varieties of vegetable beans / V.N. Bosak, T.V. Sachivko //Vegetable growing. 2017. vol. 25. p. 5-10.
- [2] Volokh, E.Yu. Development of technology for the production of wheat bread using additives from legumes: abstract. dis. ... candidate of Agricultural Sciences: 05.18.01 / Volokh Elena Yurievna. Makhachkala, 2017. 24 p.

- [3] Костикова, Н.О. Оценка различных сортов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) по химическому составу и энергетической ценности зерна / Н.О. Костикова, О.А. Миуц // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2021. №3 (39). С. 97-101. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-97-101.
- [4] Коцюбинская О.А. Продуктивность, экологическая пластичность сортов фасоли овощной при различных сроках посева и нормах высевы в Южной Лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ...к. с.-х. н. / О.А. Коцюбинская. – М., 2020. – 26 с.
- [5] Куркина, Ю.Н. К вопросу устойчивости овощной фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) к засухе и болезням / Ю.Н. Куркина, Нго Тхи Зиём Киеу // *Агропромышленные технологии Центральной России*. Выпуск 1 (№19). 2021. С. 31-38. DOI 10.24888/2541-7835-2021-19-31-38.
- [6] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова // *Монография*. – Пенза, 2015. – 182 с.
- [7] Марадудин М.С., Нутрициологический потенциал фасоли в создании пищевых продуктов / М.С. Марадудин, И.В. Симакова, Н.В. Болотова, А.С. Федонников // *Вопросы детской диетологии*, 2022. том 20. №3. С. 67-74. DOI: 10.20953/1727-5784-2022-3-67-74.
- [8] Пат. 2 803 770 Российская Федерация, МПК7 А21D 2/36. Способ производства хлеба / А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, М.О. Волошина, С.А. Буренкова. – №2023114709; заявл. 05.06.2023; опубл. 19.09.2023, Бюл. №26.
- [9] Русина, И.М. Возможности применения муки из фасоли и гороха в хлебопечении / И.М. Русина, А.Ф. Макариков, Т.П. Троицкая, Ю.В. Мистюк, С.С. Ковалевская // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2012. №. 4(18). С. 22-27.
- [10] Царева, Н.И. Бобовые в технологии продуктов питания со взбивной структурой: монография / Н.И. Царева, Е.Н. Артемова. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2014. 133 с.
- [11] Черемных, Д.А. Применение зеленой стручковой фасоли для обогащения пшеничной муки / Д.А. Черемных, Л.В. Наймушина, И.Д. Зыкова // *Вестник КрасГАУ*. 2018. № 3. С. 152-156.
- [12] Чижикова, О.Г. Разработка ассортимента хлеба пшеничного с добавлением семян фасоли / О.Г. Чижикова, О.Л. Коршенко, М.А. Суховарова, А.В. Исаков // *Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ»* Том 7, №3 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/184TVN315.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/184TVN315.
- [13] Pedrosa M.M., Guillamón E., Arribas C. Autoclaved and Extruded Legumes as a Source of Bioactive Phytochemicals: A Review. *Foods*. 2021 Feb 9;10(2):379. doi: 10.3390/foods10020379. PMID: 33572460; PMCID: PMC7919342.
- [14] Cotacallapa-Sucapuca M., Vega E.N., Maievas H.A., Berrios J.J., Morales P., Fernández-Ruiz V., Cámara M. Extrusion Process as an Alternative to Improve Pulses Products Consumption. A Review. *Foods*. 2021 May
- [3] Kostikova, N.O. Evaluation of various varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by chemical composition and energy value of grain / N.O. Kostikova, O.A. Miyuts // *Legumes and cereals*. 2021. No.3 (39). pp. 97-101. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-97-101.
- [4] Kotsyubinskaya O.A. Productivity, ecological plasticity of vegetable bean varieties at different sowing dates and seeding rates in the Southern Forest-steppe of Western Siberia: abstract of the dissertation ...K. S.-kh. n. / O.A. Kotsyubinskaya. – M., 2020. – 26 p.
- [5] Kurkina, Yu.N. On the issue of resistance of vegetable beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to drought and diseases / Yu.N. Kurkina, Ngo Thi Ziem Kieu // *Agro-industrial technologies of Central Russia*. Issue 1 (No.19). 2021. pp. 31-38. DOI 10.24888/2541-7835-2021-19-31-38.
- [6] Kurochkin, A.A. Theoretical justification of the use of extruded raw materials in food technologies / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova // *Monograph*. Penza, 2015. 182 p .
- [7] Maradudin M.S., Nutritiological potential of beans in the creation of food products / M.S. Maradudin, I.V. Simakova, N.V. Bolotova, A.S. Fedonnikov // *Questions of children's Dietetics*, 2022. volume 20. No.3. pp. 67-74. DOI: 10.20953/1727-5784-2022-3-67-74.
- [8] Pat. 2 803 770 Russian Federation, MPK7 A21D 2/36. Method of bread production / A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, M.O. Voloshina, S.A. Burenkova. – No. 2023114709; application 05.06.2023; publ. 19.09.2023, Bul. No. 26.
- [9] Rusina, I.M. The possibilities of using flour from beans and peas in baking / I.M. Rusina, A.F. Makarchikov, T.P. Trotskaya, Yu.V. Mistyuk, S.S. Kovalevskaya // *Food industry: Science and technology*. 2012. No. 4(18). pp. 22-27.
- [10] Tsareva, N.I. Legumes in the technology of food with a whipped structure: monograph / N.I. Tsareva, E.N. Artemova. – Orel: FGBOU VPO «Gosuniversitet-UNPK», 2014. 133 p.
- [11] Cheremnykh, D.A. The use of green string beans for enriching wheat flour / D.A. Cheremnykh, L.V. Naimushina, I.D. Zykova // *Bulletin of KrasGAU*. 2018. No. 3. pp. 152-156.
- [12] Chizhikova, O.G. Development of an assortment of wheat bread with the addition of bean seeds / O.G. Chizhikova, O.L. Korshenko, M.A. Sukhovorova, A.V. Isakov // *Online journal «Science Studies»* Volume 7, No. 3 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/184TVN315.pdf> (access is free). Cover from the screen. Yaz. rus., eng. DOI: 10.15862/184TVN315.
- [13] Pedrosa M.M., Guillamón E., Arribas C. Autoclaved and Extruded Legumes as a Source of Bioactive Phytochemicals: A Review. *Foods*. 2021 Feb 9;10(2):379. doi: 10.3390/foods10020379. PMID: 33572460; PMCID: PMC7919342.
- [14] Cotacallapa-Sucapuca M., Vega E.N., Maievas H.A., Berrios J.J., Morales P., Fernández-Ruiz V., Cámara M. Extrusion Process as an Alternative to Improve Pulses Products Consumption. A Review. *Foods*. 2021 May

Extrusion Process as an Alternative to Improve Pulses Products Consumption. A Review. Foods. 2021 May 15;10(5):1096. doi: 10.3390/foods10051096. PMID: 34063375; PMCID: PMC8156340.

- [15] Orozco-Angelino X, Espinosa-Ramírez J, Serna-Saldívar SO. Extrusion as a tool to enhance the nutritional and bioactive potential of cereal and legume by-products. Food Res Int. 2023 Jul;169:112889. doi: 10.1016/j.foodres.2023.112889. Epub 2023 Apr 27. PMID: 37254337.

15;10(5):1096. doi: 10.3390/foods10051096. PMID: 34063375; PMCID: PMC8156340.

- [15] Orozco-Angelino X, Espinosa-Ramírez J, Serna-Saldívar SO. Extrusion as a tool to enhance the nutritional and bioactive potential of cereal and legume by-products. Food Res Int. 2023 Jul;169:112889. doi: 10.1016/j.foodres.2023.112889. Epub 2023 Apr 27. PMID: 37254337.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p>Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p>Новикова Ольга Анатольевна аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru</p>	<p>Novikova Olga Anatolievna upostgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru</p>