

ЭКСТРУДИРОВАННЫЕ ТЕКСТУРАТЫ – НОВЫЙ ВИД БЕЛКОВЫХ ДОБАВОК

Остриков А.Н., д-р техн. наук, профессор, Василенко В.Н., канд. техн. наук, доцент,
Татаренков Е.А., аспирант, Копылов М.В., студент
Воронежская государственная технологическая академия, г. Воронеж

В статье обоснован выбор рецептурного состава смеси зернобобовых культур для получения на их основе экструдированных белковых текстуратов с повышенной биологической ценностью и сбалансированным аминокислотным составом. Разработка конструкции экструдера с калибрующей матрицей для их получения.

In article the choice compounding structures of a mix of leguminous cultures for reception on their basis extruded albuminous textures with the increased biological value and balanced aminoacid structure is proved. Development of a design extruder with calibrating matrix for their reception.

Ключевые слова: экструдированные текстураты, химический состав.

В настоящее время одним из основных направлений в пищевой промышленности является изготовление продуктов повышенной пищевой и биологической ценности, обогащенных определенным функциональным компонентом (белком, жирами, витаминами и т. д.). В полной мере это перспективное направление реализуется при производстве готовых к употреблению снековых продуктов, изготавливаемых при помощи термопластической экструзии. Возможность регулирования состава продуктов в сторону увеличения содержания белков, витаминов или минеральных веществ играет важную роль в профилактике многих заболеваний человека. Обработка растительного сырья термопластической экструзией обеспечивает большой объем и разнообразие производимой продукции и высокий экономический эффект, обусловленный, прежде всего тем, что один экструдер может заменить целый комплекс машин и механизмов, необходимых для производства продуктов. Его использование позволяет сделать процесс непрерывным, легко контролируемым, универсальным по видам перерабатываемого сырья и готовых продуктов.

Целью данной работы является выбор и обоснование рецептурного состава смеси зернобобовых культур; получение на их основе экструдированных белковых текстуратов с повышенной биологической ценностью и сбалансированным аминокислотным составом и разработка конструкции экструдера для их получения.

Для научного обоснования выбора новых поликомпонентных смесей зернобобовых культур с повышенным содержанием белка учитывали следующие факторы: во-первых, необходимость максимального обогащения экструдированного текстурата, содержащего, в основном, углеводы, белковыми компонентами для достижения их лечебно-профилактической или физиологической дозы, во-вторых, необходимость получать продукт с высокой пищевой и биологической ценностью; в-третьих, достижение приятного вкуса и привлекательной структуры, характерной для продуктов данного класса. Стоит отметить, что именно внешний вид является одним из основных факторов при выборе потребителем продуктов питания. Кроме того наряду с развитой структурой экструдированного текстурата необходимо стремиться к получению продуктов, сбалансированных по пищевой и биологической ценности.

В качестве исходного сырья использовали: люпин [ГОСТ 11321-89 Люпин кормовой. Требования при заготовках и поставках]; фасоль [ГОСТ 7758 – 75 Фасоль продовольственная. Технические условия]; чечевица [ГОСТ 10417-74 Чечевица мелкосеменная. Требования при заготовках и поставках].

Для разработки оптимального состава смеси зернобобовых культур использовалась следующая методика расчета:

1. На первом этапе выбирают компоненты смеси, определяется их химический состав.
2. С шагом в 5 % производим расчет содержания аминокислот в разрабатываемой смеси по формуле

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n A_{ij} \cdot X_j}{100}, \quad (1)$$

где A_i – содержание i -ой аминокислоты смеси, мг/г белка; A_{ij} – содержание i -ой аминокислоты в j -ом компоненте, мг/г белка; X_j – содержание j -ого компонента в смеси, $X_i \in [0...100]$, %; $\sum X_i = 100$;

n – число аминокислот.

3. Определяем значение аминокислотного сора и находим минимальное значение из полученных результатов C_{\min}

$$C_i = \frac{A_i}{A_{i.\text{стал}}}, \quad (2)$$

где C_i – аминокислотный скор по i -ой аминокислоты смеси; $A_{i.\text{стал}}$ – содержание i -ой аминокислоты в соответствии со стандартом ФАО/ВОЗ, мг/г белка.

4. Производим расчет биологической ценности (BC) полученной смеси

$$BC = 100 - \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_{\min})}{n} \cdot 100 \rightarrow \max, \quad (3)$$

где C_{\min} – минимальное значение аминокислотного сора смеси.

5. Производим расчет содержания белков (B) и углеводов (U) в смеси, а также находим отношение углеводы/белки, которое согласно формуле сбалансированного питания должно быть 4:1.

$$B_i = \frac{\sum_{j=1}^n B_j \cdot X_j}{100}, \quad U_i = \frac{\sum_{j=1}^n U_j \cdot X_j}{100}, \quad \frac{B_i}{U_i} \rightarrow 4, \quad (4)$$

где B_j , U_j – соответственно содержание белков и углеводов в j -ом компоненте, %.

Обработка данных производилась с помощью прикладной программы Microsoft Excel и программно-математического комплекса Statistica 6.0 и на их основании определено рациональное содержание люпина, фасоли и чечевицы в исходной смеси в следующей пропорции: 15,3:41,5:43,2 (по массе).

Исходные виды зернобобовых культур измельчали в дробилке и отсеивали через сито № 2 с целью выравнивания гранулометрического состава от 0,3 мм до 0,6 мм, затем загружали в смеситель и смешивали в соотношении компонентов 15,3:41,5:43,2 по массе, а затем увлажняли до (14-18) %. Далее подготовленную смесь зернобобовых культур обрабатывали на одношнековом экструдере при температуре продукта перед матрицей (403-408) °К и давлении в предматричной зоне экструдера (5,5-6,2) МПа. Под действием давления и температуры белки подвергаются денатурации, которая представляет собой внутримолекулярное явление, характеризующееся физической перегруппировкой внутренних связей. При этом происходит нарушение упорядоченности внутреннего строения молекулы, количественно определяемое изменением физико-химических свойств белков (растворимости, способности к гидратации, вязкости растворов, устойчивости к действию ферментов, биологической активности и др.) [1]. В процессе термомеханической деструкции белоксодержащих веществ в экструдере глобулярная структура белковой молекулы преобразуется в фибриллярную. В результате термомеханического воздействия длинные белковые молекулы разрывает на более мелкие полипептидные и пептидные.

Химический состав люпина, фасоли, чечевицы и экструдированного текстурата из этих продуктов (соотношение люпина, фасоли и чечевицы 15,3:41,5:43,2 по массе) (содержание веществ в 100 г продукта) представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав люпина, фасоли, чечевицы и экструдированного текстурата

| Вещества | Продукт | | | Смесь люпина, фасоли и чечевицы | Экструдированный текстурат |
|----------------|---------|--------|----------|---------------------------------|----------------------------|
| | люпин | фасоль | чечевица | | |
| Белок, % | 26,3 | 21 | 24 | 21,95 | 28,79 |
| Вода, % | 14 | 14 | 14 | 14 | 5 |
| Валин, г | 0,92 | 1,12 | 1,27 | 0,5 | 0,91 |
| Изолейцин, г | 1,22 | 1,03 | 1,02 | 0,45 | 0,79 |
| Лейцин, г | 2,25 | 1,74 | 1,89 | 0,81 | 1,42 |
| Лизин, г | 1,05 | 1,59 | 1,72 | 0,68 | 1,28 |
| Метионин, г | 0,51 | 0,43 | 0,51 | 0,2 | 0,27 |
| Треонин, г | 1,18 | 0,87 | 0,96 | 0,41 | 0,91 |
| Триптофан, г | 0,21 | 0,26 | 0,22 | 0,1 | – |
| Фенилаланин, г | 1,17 | 1,76 | 2,03 | 0,78 | 1,02 |

Для оценки качественных характеристик экструдированного текстурата были исследованы их физи-

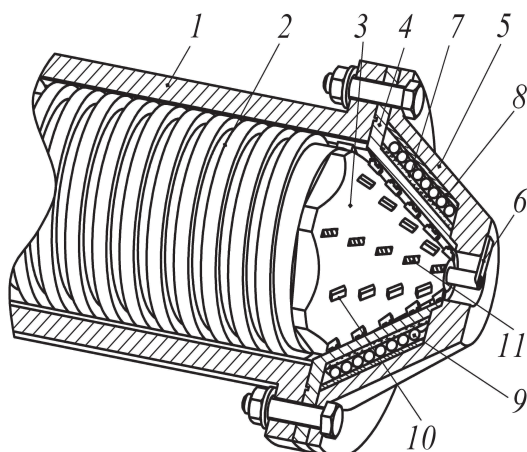
ко-химические свойства: набухаемость (водопоглотительная способность), растворимость и водоудерживающая способность (табл. 2). Эти важные показатели, демонстрирующие возможность экструдата связывать воду и растворяться в ней, характеризуют его углеводный состав, а также потребительские свойства и частично усвояемость продукта.

Другие физико-химические характеристики также соответствовали нормам для этой категории изделий (табл. 2). Энергетическая ценность полученного продукта составляет 795,65 кДж/100 г.

Таблица 2 – Физико-химические характеристики

| Наименование показателей | Экструдированный текстурат |
|---------------------------------------------------|----------------------------|
| Набухаемость, г/г | 21,6 |
| Водоудерживающая способность, г/г | 55,45 |
| Влажность, % | 6,6 |
| Массовая доля общего сахара, в пересчете на СВ, % | 15,3 |
| Массовая доля жира, в пересчете на СВ, % | 1,98 |

Для реализации технологии экструдированных белковых текстуратов с повышенной биологической ценностью и сбалансированным аминокислотным составом из смеси зернобобовых культур была разработана конструкция экструдера с калибрующей матрицей.



1 – корпус; 2 – шнек; 3 – конусообразная часть; 4 – нижняя конусообразная часть; 5 – верхняя конусообразная часть; 6 – нож; 7 – пластина из слюды; 8 – конусообразный кожух; 9 – спираль; 10 – плоские лопатки; 11 – лопатки с пазообразным вырезом

Рис. 1 – Экструдер с калибрующей матрицей

Экструдер работает следующим образом. Исходный продукт из загрузочного патрубка поступает в зону загрузки винтового канала шнека 2, при этом постепенно уплотняясь. В зоне смешивания продукт перемещается и перемешивается винтовой нарезкой шнека 2 с целью получения однородной смеси. Далее в зоне гомогенизации происходит уплотнение и измельчение продукта, что вызывает образование расплава экструдата.

Попадая в зону расположения конусообразной части 3, продукт дополнительно подогревается спиралью 9. Регулируемый теплоподвод за счет нагревательной спирали 9 обеспечивает поддержание наиболее рационального температурного режима, необходимого для обеспечения протекания физико-химических изменений с компонентами обрабатываемого продукта. Обрабатываемый продукт, находящийся в матричной зоне экструдера (в зоне расположения конусообразной

части 3), подвергается интенсивному механическому перемешиванию с помощью лопаток 10 и 11. При воздействии плоских лопаток 10 расплав экструдата срезается тонкими слоями (за счет постепенно увеличивающейся их высоты в каждом ряду), а за счет лопаток 11, имеющих пазообразные, изогнутые в сторону вращения вырезы, он подвергается интенсивной термомеханической деструкции.

При этом происходит разрыв цепи белковых молекул на более мелкие составляющие (полипептиды и пептиды). При этом лопатки 10 и 11, имеющие в поперечном сечении форму параллелограмма, создают дополнительные завихрения, способствующие ускорению выхода продукта из калибрующей матрицы. При выходе из матрицы жгут продукта отрезается с помощью радиально установленного ножа 6.

Выводы

Таким образом, использование предлагаемой технологии экструдированных текстуратов позволяет повысить качество получаемых белковых текстуратов за счет регулирования термомеханического воздействия на обрабатываемый продукт; обеспечить необходимую глубину физико-химических превращений компонентов обрабатываемого продукта за счет регулирования теплоподвода с помощью нагревательной спирали 9 и степени термомеханической деструкции с помощью лопаток 10 и 11; получать экструдированные текстураты с хорошими потребительскими свойствами и достаточно высокой биологиче-

ской и пищевой ценностью; использовать в качестве исходных компонентов смеси широко распространенные и недорогие виды сырья и расширить ассортимент выпускаемой продукции.

Литература

1. Остриков, А. Н. Экструзия в пищевой технологии [Текст] / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. С. Рудометкин. – С.-Пб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.

УДК 664.647.19:664.681.1:664.667

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЯЧМЕНЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧЕНЬЯ И ПРЯНИКОВ

Новожилова Е.С., канд. техн. наук, доцент; Рукшан Л.В., канд. техн. наук, доцент
Могилевский государственный университет продовольствия, г. Могилев, Республика Беларусь

Исследована возможность использования ячменной муки для расширения ассортимента сдобного печенья и сырцовых пряников. Определен химический состав зерна ячменя. Оценено качество ячменной муки. Оценено качество печенья и пряников. Определена пищевая ценность мучных кондитерских изделий. Определены оптимальные дозировки ячменной муки. Изучены технологические режимы при производстве печенья и пряников с ячменной мукой. Установлено положительное влияние ячменной муки на качество, сроки хранения и пищевую ценность мучных кондитерских изделий. Использование ячменной муки в технологическом процессе производства сдобного песочно-выемного печенья и сырцовых пряников требует снижения продолжительности замеса теста и удлинения времени выпечки готовых изделий. Установлено, что использование ячменной муки взамен пшеничной снижает себестоимость мучных кондитерских изделий.

Possibility use of a barley flour for expansion of assortment of rich cookies and spice-cakes is investigated. The chemical compound of grain of barley is defined. Quality of a barley flour is estimated. Quality of cookies and spice-cakes is estimated. Food value of flour confectionery products is defined. Optimum dosages of a barley flour are defined. Technological modes are studied by manufacture of cookies and spice-cakes with a barley flour. It is established positive influence of a barley flour on quality, periods of storage and food value of flour confectionery products. Use of a barley flour in technological process of manufacture rich pesochno-vyemno cookies and сырцовых spice-cakes demands duration decrease замеса the test and lengthening of time of a batch of finished articles. It is established, that use of a barley flour instead of the wheaten reduces the cost price of flour confectionery products.

Ключевые слова: ячмень, мука ячменная, мучные кондитерские изделия, печенье сдобное, пряники сырцовые.

В рационе питания большей части населения ведущее место занимают мучные продукты, в том числе мучные кондитерские изделия. Расширение ассортимента мучных кондитерских изделий с функциональными свойствами, оказывающих благотворное влияние на деятельность жизнеобеспечивающих систем организма человека, снижающих риск возникновения различных заболеваний, является одной из задач кондитерской промышленности на современном этапе.

Все большую популярность в производстве мучных кондитерских изделий приобретает использование нетрадиционных видов муки из кукурузы, сои, риса, овса и других злаковых и бобовых культур.

Неоправданно мало в кондитерском производстве используется мука и продукты переработки из зерна ячменя, хотя ячмень – одна из широко распространенных сельскохозяйственных культур. Он имеет достаточно сбалансированный химический состав, богатый витаминами (РР, Е, К, группы В) и минеральными веществами (по содержанию калия, кальция, фосфора, кобальта, кремния превышает зерно пшеницы). По содержанию белка и сахаров ячмень занимает промежуточное положение между пшеницей и рожью. Ячмень содержит достаточно ценные по аминокислотному составу белки (не сбалансированы только по лизину и треонину), слизи, богат активными ферментами (амилаза, протеаза, пероксидаза). Липиды ячменя содержат значительное количество ненасыщенных жирных кислот. Особенностью химического состава ячменя является высокое содержание пищевых волокон, особенно водорастворимого полисахарида β -глюкана, обладающего холестеринснижающим эффектом [1–4].

Таким образом, применение зерна ячменя при производстве мучных изделий на данный момент является целесообразным, что обусловлено его ценным химическим составом и повышенной пищевой цен-