

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКСТРУЗИОННАЯ ПЕРЕРАБОТКА С ОБЕЗВОЖИВАНИЕМ ВЫСОКОВЛАЖНЫХ СМЕСЕЙ КРАХМАЛОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ И МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕКОНЦЕНТРАТОВ

Степанов В.И., канд. техн. наук, Поливановская Д.В., Иванов В.В., канд. техн. наук,
Шариков А.Ю., канд. техн. наук, Сербя Е.М., д-р биол. наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального
исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи (Москва)*

Реферат. Исследована возможность экструзионного способа переработки с дополнительной дегидратацией высоковлажных смесей зернового сырья и грибного мицелия влажностью 89 % и получения сухих концентратов (снежков) с влагосодержанием не более 10 %, правильных сферических форм высокопористой структурой.

Дополнительное обезвоживание смесей сырья осуществлялось непрерывно в процессе экструзии с помощью специальной сборки шнеков и пароотводящего устройства, обеспечивающих снижение влажности перерабатываемого материала на 13 %.

Определены режимные параметры экструзионной переработки высоковлажной смеси с влажностью 28 %, а также баротермические показатели дополнительного непрерывного процесса влагоиспарения (обезвоживания смеси).

Ключевые слова: экструзионная технология с дополнительным обезвоживанием, высоковлажные смеси, пищевые концентраты, мицелиальная биомасса, снежки, режимные параметры

Abstract. Extrusion process of high-moisture mixtures of grain and *Aspergillus oryzae* mycelium with integrated dehydration for production of ready-to-eat products was studied. The product with moisture content less than 10%, with correct spherical shape and highly porous texture was obtained.

Moisture content of mycelium was 89%. Dehydration process of mixture was carried out continuously during the extrusion cooking with steam removal device. It provided decrease of the processed mixtures moisture content by 13%.

The regime parameters of extrusion cooking process of high-moisture mixture and barothermal parameters of additional continuous dehydration process were determined as result of investigation.

Key words: extrusion technology with additional dehydration, high-moisture mixtures, food concentrates, mycelial biomass, snacks, regime parameters

Введение. Для получения различных по рецептурному составу продуктов питания и ингредиентов из растительного сырья широко и успешно используется экструзионная техника.

Универсальность, гибкость, широкий комплекс функций экструдеров находят всё большее применение для технологии глубокой переработки сельхозсырья и получения продуктов с заданными свойствами. Такие особенности выгодно отличают этот процесс от других видов влаготермомеханической обработки в существующих производствах крахмалопродуктов и пищевых концентратов.

В настоящее время актуальной задачей перерабатывающей промышленности является получение готовой продукции из высоковлажных смесей пищевого сырья, где могут использоваться вторичные сырьевые ресурсы с повышенным содержанием (до 90 %) воды в различных пищевых и биотехнологических производствах.

Поэтому большой интерес может представлять специализированная технология получения готовых пищевых концентратных продуктов на многофункциональном экструзионном оборудовании при переработке высоковлажного сырья с исключением процесса его предварительного подсушивания.

В то же время, приоритетным направлением развития биотехнологии является разработка новых продуктов питания и кормов с использованием нетрадиционных сырьевых компонентов. Таким сырьем может служить микробная биомасса, в которой содержится значительное количество белковых веществ, полисахаридов, минеральных веществ и специфических микро- и макронутриентов.

Мицелиальные грибы широко применяют в биотехнологических производствах ферментных препаратов, витаминов, антибиотиков и других. При этом в основном используют метаболиты, секретируемые микромицетами в культуральную жидкость, а микробная биомасса является отходом производства. Среди микроорганизмов – продуцентов гидролитических ферментов несомненный научный и практический интерес представляют микроскопические грибы рода *Aspergillus*. Важно отметить, что в настоящее время проблема утилизации биомассы грибного мицелия – отхода многих биотехнологических производств, остается практически нерешенной.

Данная работа посвящена исследованию возможной экструзионной переработки с дополнительным обезвоживанием высоковлажных смесей на основе крахмалосодержащего сырья и грибной биомассы *Aspergillus oryzae* с влагосодержанием 89 %, а также одностадийного получения пищевых концентратов с нормированной влажностью 6-8 %.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являлась отфильтрованная мицелиальная биомасса *Aspergillus oryzae* с влажностью 89 %, полученная методом глубинного культивирования. Биомасса гриба входила в состав смеси с зерном пшеницы.

Экспериментальная работа проводилась на модернизированном двухшнековом экструдере Werner&Pleiderer Continia-37M с дополнительным устройством обезвоживания. Была использована матрица с двумя формирующими фильерами диаметром 3 мм для получения сферических гранул с резкой выходящих жгутов экструдата. Было использовано различное лабораторное оборудование: мультифункциональная дробилка типа VLM-6, установка Stephan для получения смесей с мицелием гриба.

Исследования и определение физико-химических свойств образцов экструдатов проводились с помощью автоматического анализатора влажности ML-50 (A&D, Япония), центрифуги ОПН-8, рефрактометра Pal-8 (Atago, Япония), перемешивающего устройства с рамной мешалкой, термостата с водяной баней и весов.

Обсуждение результатов. С целью получения пищевых концентратов снежков из высоковлажных смесей крахмалосодержащего сырья и грибного мицелия было использовано специальное устройство для дополнительного обезвоживания с отбором пара непосредственно в процессе варочной экструзии в средней части камеры экструдера.

Конструкция устройства (рис. 1) включает камеру-патрубок (1) с трубопроводом (2), установленную на технологическом отверстии (3) экструзионной камеры экструдера в зоне после максимального баротермического воздействия, которое обеспечивается реверсивными разнонаправленными элементами (4) шнеков. Для контроля и регулирования влагоиспарения перерабатываемого сырья на отводном трубопроводе также установлен манометр (5) с вентилем (6). На рис. 2 и 3 представлены фото устройства отбора пара и модернизированный двухшнековый экструдер Werner&Pleiderer Continia-37M.

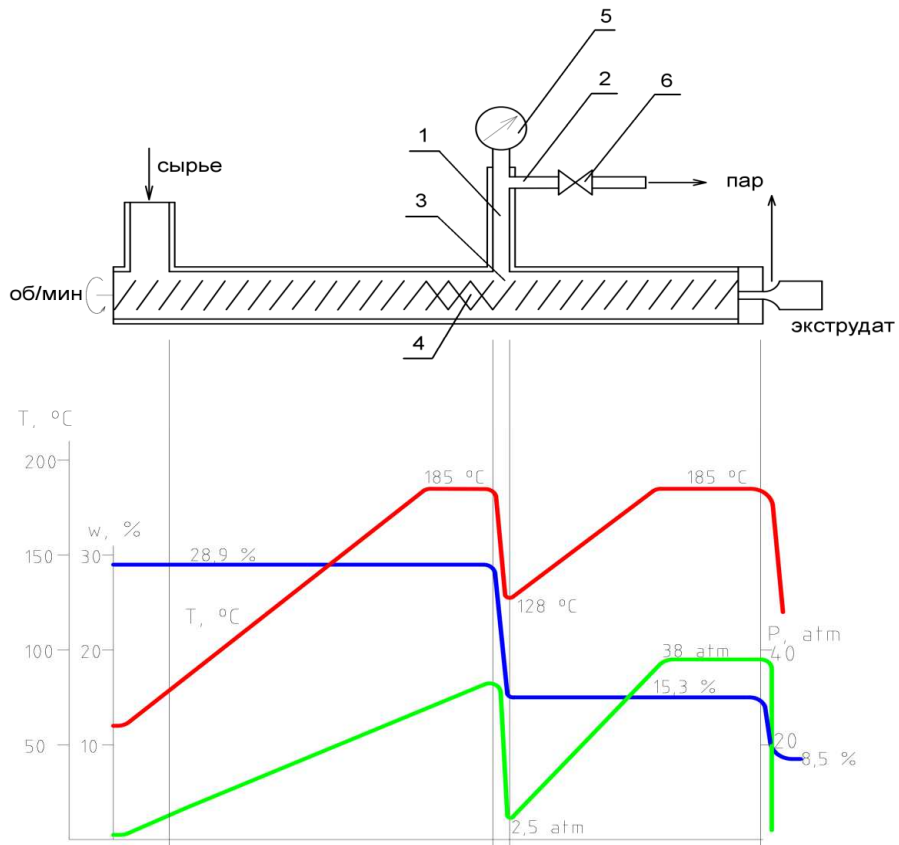


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема модернизированного экструдера с устройством принудительного отбора пара



Рис. 2. Устройство отбора пара

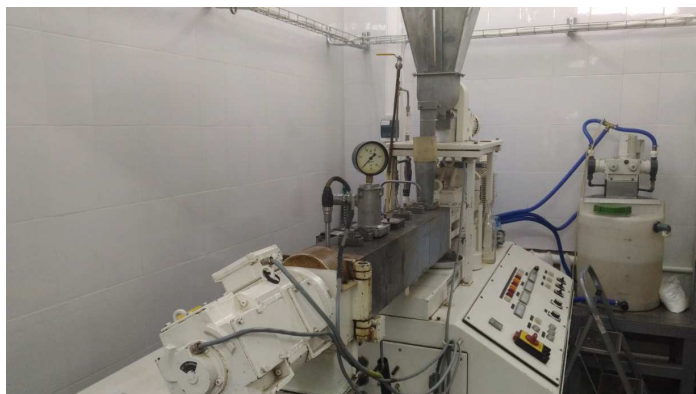


Рис. 3. Модернизированный двухшнековый экструдер Werner&Pleiderer Continia-37M с устройством отбора пара

Работа модернизированного экструдера по переработке высоковлажного сырья осуществлялась следующим образом, на примере смеси с влажным грибным мицелием в количестве 25 %. Смесь с влажностью 28 % дозируется в экструзионную камеру, вращающимися самоочищающимися транспортирующими шнеками перемещается в зону реверсивных элементов, при этом разогревается сырьевая масса под действием внешнего обогрева и саморазогрева шнеков. В зоне реверсивных элементов температура и давление достигает максимальных значений (195 °С, 37 атм.). Далее сырье транспортирующими элементами шнеков перемещается на участок, где расположено технологическое отверстие с устройством для регулируемого и контролируемого отвода водяных паров. При переходе из области высоких баро-термических воздействий в зону декомпрессии, где объемная полость транспортирующих элементов, а также дегазационного отверстия и камеры-патрубка значительно превышает размеры полости в зоне реверсивных элементов, происходит падение давления до 2,5 атм. и температуры до 128 °С, что приводит к разрыву сплошного потока материала с резким увеличением его эффективной поверхности испарения.

Для поддержания устойчивой работы экструдера контролировались и поддерживались стабильность режимных параметров (крутящий момент на валу привода, температура, давление процесса) и качество выходящего жгута продукта – его способность к резке; эффект «взрыва» (индекс расширения). После влагоиспарения расплав сырьевой массы с установившейся влажностью 15 % прессуется шнеками и направляется в предматричную зону камеры экструдера и затем выпресовывается под давлением 38 атм. и при температуре 185 °С через формирующие отверстия матрицы с последующей резкой на гранулы. При этом на выходе из экструдера происходит штатное интенсивное влагоиспарение до влажности 6÷8 % получаемого продукта.

Регулирование давления отходящего пара через устройство и, соответственно, влагосохранения материала в предматричной зоне осуществлялось расходным вентилем. После выхода продукта в атмосферных условиях при соответствующем падении давления происходит резкое снижение температуры и интенсивное испарение перегретой воды сырья. В результате содержание влажности падает до уровня 6÷8 % и крахмалосодержащий материал приобретает высокопористую структуру со свойствами характерными для пищевых концентратов.

Таким образом, для обеспечения и поддержания необходимого стабильного влагосохранения расплава крахмалосодержащей массы в предматричной зоне камеры на уровне 16 % при переработке высоковлажного сырья давление отходящего пара при исходной влажности сырья 28 % должно составлять 2,5 атм. При таком давлении отходящего пара обеспечивается снижение влагосохранения перерабатываемого материала на 13,5 %, что является достаточным для последующей устойчивой экструзионной выработки пищевых концентратного продукта с нормированными свойствами.

В табл. 1 и 2 представлены режимные параметры экструзионного процесса получения снежков с принудительным отбором пара из смеси зерна пшеницы и влажного грибного мицелия и их физико-химические свойства.

Таблица 1 – Режимные параметры экструдирования крахмалосодержащей смеси с влажным грибным мицелием с принудительным отбором пара

Сырье	Давление пара в устройстве отбора, атм.	Нагрузка М, %	Скорость вращения шнеков, об/мин	Температура, °С	Давление, атм.	Вода, л/час	Скорость резки, об/мин	Произв., кг/час
Смесь зерна пшеницы с 25% грибного мицелия	2,5	45	250	185	38	0	710	12

Таблица 2 – Физико-химические свойства экструдатов, полученных из крахмалосодержащей смеси с влажным грибным мицелием с принудительным отбором пара

Сырье	Влажность, %		Гранулометрический состав изм. экструдата (проход через сито Ø 1 мм, %)	Насыпная масса, кг/м ³	Коэфф. взрыва	Растворимость, %
	Исх. сырья	Экструдата				
Смесь зерна пшеницы с 25% грибного мицелия	28	8,5	100	675	7,8	68

Выводы. В результате проведенных опытов и анализа качества полученных снежков установлена возможность получения качественных снежков из высоковлажного сырья с содержанием нативного грибного мицелия до 25 % при стабильном значении давления отходящего пара 2,5 атм.

Таким образом, по проведенным исследованиям установлена возможность экструзионной переработки с дополнительной дегидратацией высоковлажных смесей крахмалосодержащего сырья и микробной биомассы влажность 89% и получения пищекокцентратов в виде гранул без предварительного подсушивания с влагосодержанием не более 10%, правильных сферических форм, высокопористой структуры и свойствам характерным пищекокцентратной продукции.

Литература

1. Экструзия в пищевых технологиях: учебное пособие / В.А. Зубцов [и др.]. – Тверь: Тверской государственной университет, 2014. – 129 с.
2. Пат. 2564837 Российская Федерация, МПК А23L 1/29. Способ производства экструдированного лактовегетарианского продукта / Степанов В.И., Шариков А.Ю., Иванов В.В., Семькин Д.В., Мартинчик А.Н.; заявитель и патентообладатель ООО «Фьючер Фуд». - № 2014124216/13; заявл. 16.06.2014; опубл. 10.10.2015; Бюл. 28 – 9 с.
3. Улучшение пищевых и биологических свойств молочных продуктов для геродиетического питания за счет использования в них биологически активного компонента / И.В. Хованова [и др.]// Пищевая промышленность. – 2015. – №3. – С.17-19.
4. Римарева Л.В. Ресурсосберегающие биотехнологии в перерабатывающих отраслях // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 1. – С. 35-37.