



ИЗМЕНЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ВЕЩЕСТВ ГРИБОВ ВЕШЕНКИ И ШАМПИНЬОНОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ СУШКИ

Инна Зинченко, Вита Терлецкая

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

PROTEIN SUBSTANCES CHANGES OF PLEUROTUS OSTREATUS AND AGARICUS BISPORUS MUSHROOMS IN DRYING PROCESS

Inna Zinchenko, Vita Terletska

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Abstract

This article is dedicated to the research of drying influence on the protein substances changes of Pleurotus ostreatus and Agaricus bisporus which are used in the developed innovative technologies of food concentrates on the basis of edible mushrooms. Such biochemical changes of products as protein content and nitrogen form, albumin/globulin/prolamine/glutelin concentration, essential and nonessential amino acids contents have been studied and these changes in the process of drying have scientifically been motivated.

Keywords: *Pleurotus Ostreatus; Agaricus bisporus; mushrooms; drying; protein; amino acid.*

Введение

Искусственно культивируемые грибы имеют высокую пищевую ценность и пользуются высоким спросом у населения. Но одной из причин, которая замедляет их широкое использование, является низкий уровень организации производства, отсутствие энергосберегающих технологий и оборудования для их переработки, что в значительной степени отражается на их высокой цене [1].

Учитывая, что сушка — это один из перспективных способов обработки грибов на сегодняшний день, нами разработана технология производства грибных закусок с применением этого процесса как одной из основных технологических операций.

Оптимальный режим сушки должен обеспечивать получение продукта с наилучшими показателями качества, который после набухания, при его приготовлении, будет приобретать свойства близкие к исходным. Размеры потерь питательных веществ во время сушки зависят от температуры, продолжительности и способов предварительной обработки сырья. При выборе оптимального режима сушки необходимо также учитывать технологические свойства материала, которые изменяются в процессе сушки.

Таким образом, учитывая вышеизложенное и руководствуясь результатами предыдущих исследований, процесс сушки грибов и их полуфабрикатов проводили при температуре $(55\pm 3)^\circ\text{C}$. Данный температурный режим позволит максимально сохранить полезные питательные вещества, в том числе белковые вещества и углеводы. При выбранном режиме частицы продукта сохраняют объем и микропористую структуру, отсутствует растрескивание поверхности и легко восстанавливается объем при приготовлении.

Материалы и методы

Процесс сушки грибов проводили на лабораторной конвективной сушильной установке при температуре сушильного агента (воздуха) $(55\pm 3)^\circ\text{C}$, скорость движения теплоносителя 4,5 м/с. Процесс сушки заканчивали при достижении продуктом равновесной влажности, которая составляет 8%. Объектами сушки были искусственно культивируемые съедобные грибы — вешенка обыкновенная и шампиньон двуспоровый.

Результаты и обсуждение

При термической обработке в структуре грибов проходят глубокие химические и



биохимические процессы за счет значительных потерь влаги и участия ферментативного комплекса, который сохраняет свою активность даже после разрушения клеток. Безусловно, это влияет на пищевую и биологическую ценность готового продукта, поэтому нами исследованы изменения белковых веществ грибов и их аминокислотного состава в процессе сушки.

В процессе сушки существенным изменениям подвергаются белковые вещества грибов, которые чувствительны к теплу, механическим воздействиям и могут вступать в реакции с различными химическими составляющими съедобных грибов.

Известно, что под действием различных факторов, в том числе высокой температуры, проходит процесс денатурации. Характерным свойством данного процесса является изменение вторичной, третичной, четвертичной структуры белковых молекул, в результате теряется уникальное пространственное размещение и форма полипептидных цепей, меняется нативная конформация белковой молекулы. Данный вид преобразований является полезным, так как ускоряет перевариваемость белков желудочно-кишечного тракта человека, облегчая доступ к ним протеолитических ферментов.

Поэтому нами было изучены изменения азотистых веществ шампиньона и вешенки в процессе сушки, а именно содержания общего, белкового и аминного азота. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Изменения азотистых веществ в грибах
в процессе сушки**

Название показателя	Вешенка		Шампиньон	
	до сушки	после сушки	до сушки	после сушки
Общий азот, % СВ	3,90	3,73	3,62	3,44
Белковый азот, % СВ	2,69	2,55	2,64	2,53
Аминный азот, мг % СВ	660	600	610	550

Сушка приводит к незначительному снижению количества общего азота. Для образца шампиньона потери общего азота составляют 4,9 %, а для образца вешенки несколько меньше — 4,5 %. Наряду со снижением массовой доли общего азота, характерные изменения происходят с содержанием белкового и аминного азота. Наибольшие потери наблюдаются аминного азота. Его содержание уменьшается в образце вешенки на 10,2 %, а в образце

шампиньона — на 10,7 %. Во-первых, это объясняется затратами низкомолекулярного азота на образование меланоидинов, а во-вторых — наличием активной полифенолоксидазы, которая способствует окислению полифенольных веществ, что также приводит к потемнению грибов. При окислении фенольных соединений полифенолоксидазой грибной клетки, происходит быстрое образование хинонов и семихинонов, которые способны легко денатурировать белки [2].

Грибы содержат достаточно высокое количество свободных аминокислот и редуцирующих веществ. Именно поэтому, реакция меланоидинообразования в процессе сушки грибов проходит интенсивнее по сравнению с другими продуктами растительного происхождения. В шампиньоне и вешенке процесс меланоидинообразования при одинаковых условиях сушки проходит по-разному. В первую очередь это обусловлено разным количеством свободных аминокислот и редуцирующих веществ.

Под воздействием температуры и протеиназы происходит разложение белков на составляющие — аминокислоты, полипептиды и пептоны. Последние разлагаются на составляющие, или образуют комплексы с сахарами — образуются меланоидины. Эти процессы приводят к потемнению грибов и влияют на формирование вкусовых и ароматических свойств готовой продукции.

Известно, что в результате денатурации изменяется растворимость белков в воде и других растворителях, их реакционная способность, степень водопоглощения. Для определения возможных изменений белковой составляющей грибов при сушке нами исследовались растворимость белков свежих и сушеных грибов. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Анализ данных показал, что сушка вызывает незначительное снижение содержания общего белка в вешенке на 4,5 % и шампиньоне — на 4,9 %. Данные изменения обусловлены гидролитическим расщеплением белков под действием температуры и высокоактивной ферментной системы в съедобных грибах [3]. Сушка грибов при температуре (55±3) °С обеспечивает благоприятные условия для ферментативного гидролиза белковых веществ, но в связи с быстрым снижением массовой доли влаги грибов, этот процесс значительно замедляется.

Наряду с этим растворимость белковых веществ образцов увеличивается, что



обусловлено ростом фракций альбуминов и глобулинов соответственно на 5,3 % и 2,7 % — для продуктов из вешенки, а также на 5,3 % и 3,3 % — для продуктов с шампиньона.

Таблица 2

Изменения фракционного состава белка грибов в процессе сушки

Название показателя	Вешенка		Шампиньон	
	до сушки	после сушки	до сушки	после сушки
Общее содержание белка, % СВ	24,4	23,3	22,6	21,5
Содержание фракций, % от общего белка:				
альбумины	15,39	20,72	13,98	19,29
глобулины	19,61	22,32	20,86	24,18
проламины	13,28	9,94	11,59	8,32
глутелины	14,62	11,72	12,97	10,11
нерастворимый остаток	37,10	35,30	40,60	38,10

При этом несколько снижается содержание фракций проламинов и глутелинов. Во время сушки грибов наблюдается незначительное уменьшение нерастворимого осадка. При нагревании разрушаются белковые соединения, за счет чего и уменьшается количество нерастворимого осадка и увеличивается количество фракций альбуминов и глобулинов, что способствует улучшению усвояемости этих продуктов.

Учитывая довольно значительное количество белка и аминного азота в свежих грибах, и их изменения во время сушки, возникает необходимость исследования влияния сушки на количественные изменения в составе аминокислот. Результаты исследования аминокислотного состава грибов приведены в табл. 3 и табл. 4.

Таблица 3

Влияние процесса сушки на изменение аминокислотного состава вешенки

Названия аминокислот	Вешенка		
	содержание аминокислот, % СВ		содержание, % от контроля
	до сушки	после сушки	
Лизин	1,17	1,05	89,7
Гистидин	1,03	0,43	41,7
Аргинин	1,20	1,05	87,5
ГАМК	1,26	1,11	87,9

Аспарагиновая кислота	2,68	1,96	73,1
Треонин	1,21	1,09	90,1
Серин	1,38	1,26	91,3
Глутаминовая кислота	6,01	6,12	101,8
Пролин	1,12	1,00	89,3
Глицин	1,10	1,04	94,5
Аланин	1,86	1,70	91,4
Цистин	0,20	0,18	90,0
Валин	0,94	0,82	87,2
Метионин	0,36	0,40	111,1
Изолейцин	0,82	0,73	89,0
Лейцин	1,53	1,39	90,8
Тирозин	0,77	0,66	85,7
Фенилаланин	0,95	0,81	85,3
Триптофан	0,26	0,24	92,3

Таблица 4

Влияние процесса сушки на изменение аминокислотного состава шампиньона

Названия аминокислот	Шампиньон		
	содержание аминокислот, % СВ		содержание, % от контроля
	до сушки	после сушки	
Лизин	1,51	1,31	86,8
Гистидин	1,16	0,46	39,7
Аргинин	0,98	0,83	84,7
ГАМК	0,96	0,83	86,5
Аспарагиновая кислота	2,64	1,98	75,0
Треонин	1,53	1,35	88,2
Серин	1,56	1,45	92,9
Глутаминовая кислота	2,80	2,88	102,9
Пролин	1,06	0,92	86,8
Глицин	1,14	1,05	92,1
Аланин	2,74	2,57	93,8
Цистин	0,20	0,18	90,0
Валин	1,11	0,95	85,6
Метионин	0,43	0,46	107,0
Изолейцин	0,96	0,82	85,4
Лейцин	1,89	1,67	88,4
Тирозин	0,68	0,58	85,3
Фенилаланин	1,19	1,02	85,7
Триптофан	0,25	0,23	92,0

Определение аминокислотного состава грибов до и после сушки показали, что после обработки содержание подавляющего большинства аминокислот снижается незначительно.



Количественные потери каждой аминокислоты разные. Наибольшие потери в обоих образцах гистидина (вешенка — 58,3 %, шампиньон — 60,3 %) и аспарагиновой кислоты (вешенка — 26,9 %, шампиньон — 25,0 %). Содержание незаменимых аминокислот подвергается сравнительно меньших потерь, что непосредственно влияет на биологическую ценность белка продукта. Среди незаменимых аминокислот наибольшие потери валина. Его содержание в сушеной вешенке и шампиньоне уменьшается на 12,8 % и 14,4 % соответственно.

Уменьшение количества аминокислот при сушке является результатом окислительно-восстановительных реакций между редуцирующими сахарами и белковыми веществами, за счет наличия свободных аминогрупп ($-NH_2$) в аминокислотах и карбоксильной в сахарах. Потери аминокислот могут также происходить при прохождении реакции Стреккера, за счет взаимодействия дикарбонильных промежуточных продуктов реакции меланоидинообразования и аминокислот. При этом образуются летучие продукты (пирозин, альдегиды и др.), которые принимают участие в формировании характерного для продукта аромата [3]. А количественная разница между потерями объясняется различной химической активностью аминокислот. Значительная способность к реакции Майяра характерна для лизина, аргинина, гистидина.

Количественные изменения в аминокислотном составе шампиньона и вешенки является следствием способа сушки, для которого характерна сравнительно низкая температура материала, подвергаемого сушке, и долгая продолжительность процесса. Поэтому в данных условиях наряду с распадом одних веществ возможен синтез других. Увеличение количества отдельных аминокислот возможно как за счет

ферментативного гидролиза белков, так и за счет превращения одних аминокислот в другие. Это еще раз доказывает, что температура сушки является основным фактором, который влияет на ход биохимических процессов, которые происходят во время сушки материалов растительного происхождения. Увеличение содержания метионина возможно за счет его высвобождения во время гидролитического расщепления белковых веществ. Наряду с метионином увеличивается количество глутаминовой кислоты, что можно объяснить возможным преобразованием глутамин в глутаминовую кислоту под действием температуры.

Заключение

При изучении влияния сушки на смену азотистых веществ обнаружено незначительное снижение массовой доли белка (в вешенке — на 4,5 %, в шампиньоне — на 4,9 %) и подавляющего большинства аминокислот. Растворимость белковых веществ повышается вследствие увеличения количества фракций альбуминов и глобулинов соответственно на 5,3 % и 2,7 % — для продуктов из вешенки, а также на 5,3 % и 3,3 % — для продуктов с шампиньона.

Литература

- [1] Акунин, П. И. Соление и консервирование грибов / П. И. Акунин. – Донецк: ПКФ "БАО", 2002. – 32 с.
- [2] Круглякова, Г. В. Заготовки, хранение и переработка дикорастущих ягод и грибов / Г. В. Круглякова. – М.: Экономика, 1990. – 159 с.
- [3] Пищевая химия / [Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др.]; под ред. А. П. Нечаева. Издание 4-е, испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.