

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ГРИБОВ

Установлено, что повысить пищевую ценность грибов можно путем сушки в режиме взрывного автогидролиза в варианте вакуумно-импульсного метода при температуре 55°C. Приведены результаты исследований по определению изменений в составе грибов при использовании вакуумно-импульсной сушки. Обнаружено положительное влияние вакуумно-импульсной сушки на адсорбционные и микробиологические показатели грибов.

Грибы, пищевая ценность, вакуумно-импульсная сушка, взрывной автогидролиз, влагопоглощение, микробиологическая обсемененность, тяжелые металлы.

Обеспечение качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов является одним из основных факторов, определяющих здоровье населения [1].

Съедобные грибы – безусловно, ценный продукт, обладающий высокими вкусовыми достоинствами. В то же время они характеризуются пониженной пищевой ценностью, обусловленной относительно высоким содержанием неусвояемых углеводов (60-80% от общей суммы углеводов), а также низкой степенью извлекаемости белка, находящейся в зависимости от вида грибов на уровне 35-60% [2].

В литературе имеются сведения об активации древесины в условиях вакуумно-импульсной обработки, сущность которой заключается в кратковременном воздействии на древесную щепу или опилки насыщенным водяным паром при температуре 180-250°C и давлении 3-4 МПа с последующим резким сбросом давления [3, 4]. В результате этого происходит гидролиз и деполимеризация лигноуглеводного комплекса древесной биомассы. Таким образом, вакуумно-импульсная обработка позволяет подготовить древесину к дальнейшей переработке в корма и другие целевые продукты.

Цель данного исследования состоит в проверке пригодности вакуумно-импульсного метода с более широкими параметрами процесса за счет использования реакции автогидролиза для повышения пищевой ценности съедобных грибов.

Объектом исследования служили сушеные плодовые тела культивированных грибов вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*).

Разрезанные на кубики размером сторон 5-10 мм плодовые тела помещались в рабочую камеру сушилки и подвергались вакуумно-импульсной обработке с температурой сушки 55°C. Обработку осуществляли понижением давления от атмосферного до 100 Па в течение 30 с, затем сбрасывали вакуум до атмосферного давления и выдерживали грибы в контакте с атмосферой в течение 100 с. Процесс последовательного вакуумирования и выдерживания грибов в контакте с атмосферой осуществлялся периодически 2-5 раз в зависимости от консистенции грибов, определяемой их возрастом, до постоянной массы. Подготовку образца № 2 осуществляли таким же способом с предварительной выдержкой грибов в воде при 55°C в течение 20 минут.

В качестве контрольного образца использовали плодовые тела вешенки обыкновенной, высушенные при атмосферном давлении при температуре 55°C до постоянной массы.

Оценку эффективности предлагаемого способа повышения пищевой ценности грибов проводили по содержанию свободных аминокислот и растворимых и легкогидролизуемых углеводов. Экспериментальные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели
сушеных грибов вешенки обыкновенной

Образец	Свободные аминокислоты		Растворимые и легкогидролизуемые углеводы	
	массовая доля, %	отношение к контролю, %	массовая доля, %	отношение к контролю, %
№ 1	38,5	122	24,2	135
№ 2	45,3	144	39,0	218
№ 3 (контроль)	31,5	100	17,9	100

Как видно из табл. 1, применение вакуумно-импульсной сушки позволяет значительно увеличить содержание свободных аминокислот, а также растворимых и легкогидролизуемых углеводов.

Полученные данные можно объяснить тем, что в результате повышения активности воды за счет вакуумно-импульсной обработки происходит гидролиз биополимеров грибов: клетчатки, дисахарида трегалозы, хитин-глюкановых комплексов и трудноусвояемых белков грибов. При этом образуются растворимые и легкогидролизуемые углеводы и свободные аминокислоты.

Наряду с увеличением усвояемости грибов в результате вакуумно-импульсной обработки происходит изменение структуры их плодовых тел.

Для исследования морфологии плодовых тел грибов использовались лисички настоящие (*Cantharellus cibarius Fr.*), собранные в сосновом бору урочища «Сошниково» Приобского лесного массива Алтайского края в июле 2008 г., обработанные описанным выше способом.

Как показало электронно-микроскопическое исследование образцов лисичек настоящих, в процессе




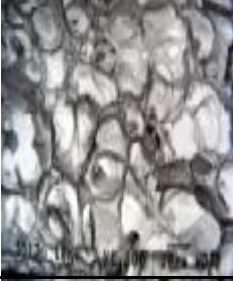


автогидролиза споры грибов «взрываются», и структура грибов становится более рыхлой (табл. 2).

Это явление можно объяснить тем, что пар, проникший в межклеточные пространства, при сбросе давления и выходе сырья в приемник, конденсируясь, «вспенивает» продукт. Этот процесс осуществляется за счет перехода кинетической энергии движущихся с большой скоростью частиц сырья в механическую энергию размола [4].

Также текстурные характеристики грибов исследовались по измерениям изотерм адсорбции-десорбции азота, которые проводились на объемной автоматической вакуумной установке «ASAP – 2000» при 77 К. Воздушно-сухие грибы предварительно тренировали в вакууме при 493 К. Суммарную удельную поверхность определяли методом БЭТ. Распределение объемов пор по размерам рассчитывали по адсорбционной и десорбционной ветвям изотерм по диалоговой системе программ «Интерпретатор адсорбции E1».

Таблица 2

Микрофотографии грибов лисичек настоящих, высушенных конвекционным и вакуумно-импульсным методом

Кратность увеличения, раз	Способ сушки образца	
	конвекционный	вакуумно-импульсный
200		
1000		
2000		

Результаты представлены на рис. 1 и в табл. 3.

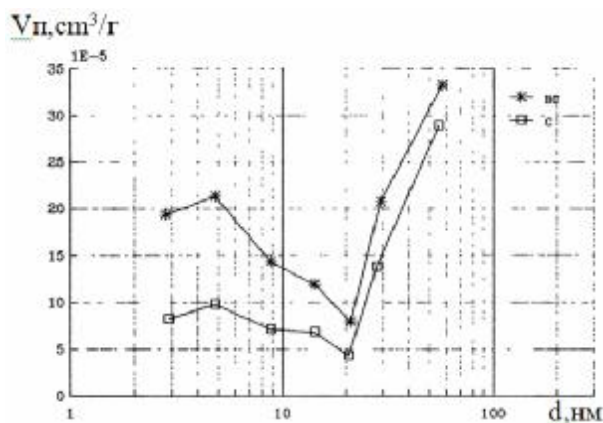


Рис. 1. Распределение объемов полостей образцов по размерам

Из представленных данных следует, что вакуумно-импульсная сушка увеличивает примерно вдвое площадь удельной поверхности грибов и объем пор, следовательно, повышается скорость влагопоглощения.

Таблица 3

Текстурные характеристики лисичек настоящих

Способ сушки	АБЭТ, м ² /г	V _n , см ³ /г
Вакуумно-импульсный	0,79	0,002
Конвекционный	0,41	0,001

В ходе эксперимента по влагопоглощению грибов установлено, что в первые 5 минут набухания при температуре 95°C скорость влагопоглощения грибов, подвергнутых вакуумно-импульсной сушке, в 1,6 раза выше, чем скорость влагопоглощения грибов традиционной сушки (табл. 4).

Такая высокая гидратационная способность грибов, высушенных вакуумно-импульсным методом, объясняется более развитой поверхностью плодовых тел грибов. Это должно привести к значительному сокращению продолжительности кулинарной обработки грибов.

Таблица 4

Влагопоглощение лисичек настоящих при 95°C

Время экспозиции, мин	Прирост массы, %	
	конвекционный способ сушки	вакуумно-импульсный способ сушки
3	88±4	136±7
5	116±6	188±9
10	128±6	208±10
30	135±7	224±11
60	151±8	247±12

Наряду с пищевой ценностью важное значение имеет безопасность продукции, показателями которой являются микробиологическая обсемененность и содержание тяжелых металлов.

Результаты микробиологических исследований плодовых тел грибов лисичек представлены в табл. 5.

Из представленных данных следует, что вакуумно-импульсная сушка грибов лисичек настоящих приводит к снижению мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, а также а так-

же плесеней в плодовых телах лисичек. Причем показатели общей обсемененности всех образцов не превышают допустимых значений по СанПиН 2.3.2.1078-01.

К элементам, значительно снижающим безопасность грибной продукции, относятся тяжелые металлы. Известно, что большинство тяжелых металлов оказывает выраженное мутагенное, канцерогенное, эмбриотоксическое, иммунетропное действия. Плодовые тела грибов интенсивно накапливают ртуть, кадмий, свинец, мышьяк и ряд других элементов.

Таблица 5

Микробиологические показатели плодовых тел лисичек настоящих

Показатель	Норма	Значение	
		конвекционная сушка	вакуумно-импульсная сушка
КМАФАнМ, КОЕ/г по ГОСТ 10444.15-94	не более $5,0 \cdot 10^5$		$1,0 \cdot 10^3$
БГКП, в 0,001 г по ГОСТ 30518-97	отсут.	не обн.	не обн.
Патогенные, в том числе сальмонеллы в 25 г по ГОСТ 30519-97	отсут.	не обн.	не обн.
Плесени, КОЕ/г по ГОСТ 10444.12-88	не более $5,0 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$	$0,8 \cdot 10^2$

Список литературы

1. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания и экспертиза продовольственных продуктов. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1996. – 432 с.
2. Бакайтис В.И. Управление качеством и ассортиментом грибной продукции / В.И. Бакайтис, Центросоюз РФ, Сиб. унив. потребительской кооперации. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 320 с.
3. Комплексная переработка древесных отходов с использованием метода взрывного автогидролиза. Ефремов А.А., Кротова И.В. // Химия растительного сырья. – 1999. – № 2. – С. 19-39.
4. Автогидролиз - взрыв растительного сырья: механизмы и перспективы применения. Огарков В.И. и др. // Биотехнология. – 1990. – Т. 3. – С. 66-71.

Бийский технологический институт,
659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27.
Тел./факс: (3854) 25-24-86

SUMMARY

I.V. Shcheglova, A.L. Vereshchagin

Using of vacuum-pulse processing for an improvement in the consumer properties of mushrooms

Biysk Technological Institute, 659305, Russia, Altayskiy kray, Biysk, Trophimova, 27
Fax : (3854) 25-24-86, E-mail : irinav21@mail.ru, val@bti.secna.ru

It is established that to increase the food value of mushrooms is possible by drying in the regime of explosive auto-hydrolysis, in the version of vacuum-pulse method at a temperature of 55°C. The results of studies regarding the changes in the mushrooms composition with the use of vacuum-pulse drying are given. The positive influence of vacuum-pulse drying on the adsorptive and microbiological properties of mushrooms is discovered.

Key words: mushrooms, food value, vacuum-pulse drying, explosive auto-hydrolysis, moisture absorption, microbiological seeding, heavy metals.



Содержание минеральных веществ определяли методом атомно-абсорбционного анализа (табл. 6).

Таблица 6

Содержание тяжелых металлов в плодовых телах лисичек настоящих

Элемент	Содержание в плодовых телах, мг/кг		
	ПДК в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01	Конвекционная сушка	Вакуумно-импульсная сушка
Свинец	0,50	0,9282	1,1488
Кадмий	0,10	0,0808	0,0204
Ртуть	0,05	0,0365	0,0464
Мышьяк	0,50	0,1905	0,0981

Полученные результаты (табл. 6) подтверждают безопасность грибов, высушенных и конвекционным и вакуумно-импульсным методом.

Таким образом, активация в условиях вакуумно-импульсной обработки грибов обеспечивает высокую эффективность в повышении их пищевой ценности, увеличении удельной площади поверхности и снижении их обсемененности.