



Жук Ю.Т. "Консервирование и хранение грибов (биохимические основы)"
Москва "Легкая и пищевая промышленность" 1982
ББК 36.96
Ж85

УДК 635.8:664.848

Жук Ю.Т. "Консервирование и хранение грибов (биохимические основы)".
- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 144 с.

В книге приведены сведения о строении и пищевой ценности грибов, об изменении состава плодов тел в период роста и после отделения от мицелия.

Освещены биохимические процессы, происходящие при сушке, солении и мариновании, рассмотрено влияние этих процессов на потребительские свойства грибов. Уделено внимание вопросам производства сушеных грибов, соленой продукции и натуральных грибных консервов.

Предназначена для работников консервной промышленности, кооперативных, заготовительных организаций и общественного питания.

Табл. 45. Ил. 17. Библиогр. 92 назв.

Рецензент: канд. техн. наук Наместников А.Ф.

© Издательство "Легкая и пищевая промышленность", 1982 г.

Юрий Тимофеевич Жук "Консервирование и хранение грибов (биохимические основы)"

Редактор Рыжова М.С.

Художественный редактор Чуракова В.А.

Технический редактор Трийченко О.Г.

Корректоры Коростелева С.И. и Постникова Е.А.

ИБ 1280

Сдано в набор 30.10.81. Подписано в печать 24.03.81. Т-05469. Формат 84X108 1/32. Бумага типографская № 2. Литературная гарнитура. Высокая печать. Объем 4,5 п. л. Усл. п. л. 7,56. Усл. л. кр.-отт. 7,75. Уч.-изд. л. 8,63. Тираж 40000 экз. Заказ № 919. Цена 45 коп.

Издательство "Легкая и пищевая промышленность", 113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., д. 12

Владимирская типография "Союзполиграфпрома" при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

Предисловие

Шляпочные грибы играют огромную роль в природе. Являясь гетеротрофными организмами, они совместно с бактериями и другими микроорганизмами превращают лесную подстилку в почву. Наряду с этим съедобные шляпочные грибы имеют большое значение как популярный и оригинальный продукт питания. Дикорастущие грибы и продукты их переработки пользуются неограниченным спросом населения, и продукция их высоко ценится. Так, например, в юго-восточной части Литовской ССР среднегодовая стоимость древесной продукции с 1 га составляет 12-15 руб., а грибов - 40-60 руб. Однако, несмотря на это, заготовки грибов в целом по стране не превышают 2-3% урожая.

Изучение литературы и состояния заготовок показывает, что причинами незначительного использования урожая грибов и невысокого качества грибного сырья являются низкий уровень организации заготовок на местах, отсутствие специального

экономически оправданного технологического оборудования для их первичной переработки, слабая изученность вопросов, связанных со сбором, консервированием и хранением грибной продукции.

По вопросам заготовки и переработки дикорастущих грибов написано достаточно много брошюр и руководств. Однако только у Н. В. Сабурова, А. В. Кононова (1931) и О. М. Ефименко (1940) отражены товароведческие и технологические вопросы, базирующиеся на экспериментальном материале. Несколько позже исследованием возможности производства натуральных грибных консервов начали заниматься в Белорусском НИИ пищевой промышленности. В зарубежной литературе основное внимание уделено исследованиям, направленным на улучшение технологии и повышение качества продуктов переработки шампиньонов.

В настоящей книге нами значительное внимание уделено рассмотрению структуры и состава плодовых тел грибов, изменениям состава в период их роста и развития, а также закономерностям изменения качества грибного сырья в период его кратковременного хранения.

В книге также рассматриваются вопросы сушки грибов и влияние режима сушки на изменение состава основных питательных веществ, на связь этих изменений с формированием потребительских свойств сушеных грибов; обобщены разрозненные сведения о физико-химических и биохимических изменениях в грибах при мойке, замачивании, ферментации и последующем хранении, что имеет важное значение для рационализации технологии соления и повышения качества продукции. В натуральных грибных консервах очень важно сохранить природные ароматические и вкусовые свойства грибов. В связи с этим довольно подробно рассматривается влияние очистки, сортировки, мойки, бланширования, режима стерилизации на качество и пищевую ценность грибных консервов. В книге приведены результаты исследований по использованию солено-отварных грибов в качестве полуфабриката.

Автор надеется, что обобщение сведений и исследований в области различных способов консервирования и хранения грибной продукции позволит на практике решить многие вопросы совершенствования заготовки и переработки грибов.

В книге обобщены результаты многолетних исследований грибов Сибири, проведенных автором, сотрудниками и аспирантами Новосибирского института советской кооперативной торговли, а также - результаты совместных работ автора с сотрудниками Одесского технологического института пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова и Всесоюзного НИИ консервной и овощесушильной промышленности. Широко использована также имеющаяся отечественная и зарубежная литература.

Глава I. Строение, химический состав и пищевая ценность съедобных грибов

Строение гриба и структура плодового тела

Грибы отличаются от других растений своеобразным строением. Вегетативное тело гриба состоит из отдельных нитей (гиф), которые, переплетаясь, образуют мицелий. У большинства шляпочных грибов мицелий располагается в верхнем слое почвы, на глубине 10-20 см. Это в значительной мере предохраняет его от неблагоприятных внешних условий.

В определенное время года при благоприятных условиях отдельные участки гиф уплотняются и образуют маленькие бугорки, которые, увеличиваясь, формируют плодовое тело. У шляпочных грибов плодовое тело, построенное из сплетенных гиф (плектенхимы) дифференцировано на шляпку и ножку.

Шляпка покрыта кожицей, состоящей из кроющих гиф. Она предохраняет внутренние ткани от неблагоприятных внешних воздействий. По окраске шляпка бывает белая, желтая, буроватая, красная, зеленоватая с различными оттенками. Поверхность может быть сухой, слизистой, гладкой, чешуйчатой, бородавчатой и т. д.

Под кожицей шляпки находится мякоть - бесплодная ткань, состоящая из более или менее плотного сплетения гиф. По цвету она чаще всего белая, желтоватая или буроватая.

Под мякотью шляпки помещается гименофор, представляющий собой специальные выступы на нижней стороне шляпки, покрытые гимениальным (спороносным) слоем. Гименофор различных грибов построен по-разному. У трубчатых грибов - слоем трубочек, у пластинчатых - пластинками. Ножка плодового тела грибов выполняет роль опоры для шляпки плодового тела. Гифы, образующие ее, обладают утолщенной оболочкой, соединены в пучки, располагающиеся один относительно другого снизу вверх. Это усиливает механические свойства ножки. Ножки у различных видов грибов отличаются внутренним строением, формой и окраской кожицы.

Своеобразное строение плодового тела должно сказываться на технологических свойствах грибов и поведении их в процессе переработки. Поэтому нами были замерены гифы, образующие мякоть шляпки основных видов грибов, определена площадь их оболочек, удельная масса основной части плодового тела (шляпки) в зависимости от возраста и содержание воздуха в процентах к общему объему плодового тела (табл. 1).

Грибы	Диаметр шляпки, см	Средняя удельная масса шляпки, г/см ³	Содержание воздуха, об %.
Белые	7,0—9,0	0,63	39,5±5
Подосиновики	10,0—12,0	0,59	37,3±5
Подберезовики	7,0—8,0	0,35	62,6±5
Моховики	7,0—8,0	0,53	46,4±5
Маслята	7,0—8,0	0,52	48,5±5
Лисички	4,0—5,0	0,70	29,0±3

Замеры показали, что диаметр гиф колеблется от 8 до 16 мкм о такими же просветами между ними. Следовательно, площадь оболочек гиф в 1 см³ мякоти шляпки колеблется от 400 до 960 см² с погрешностью до 20%. Это свидетельствует о том, что грибы обладают очень большой площадью испарения, в несколько сотен раз большей, чем другие продукты растительного происхождения.

Наиболее рыхлую структуру плодового тела имеют подберезовики, моховики и маслята, в них содержится большое количество воздуха. Этим и объясняется очень низкая механическая прочность их плодовых тел.

Состав грибов

Азотистые вещества. Азотсодержащие вещества являются одним из основных компонентов химического состава грибов. Для некоторых видов они составляют более 50% сухого вещества. О характере и количестве азотистых соединений в грибах можно судить по содержанию в них различных форм азота (табл. 2).

Грибы	Влаж-ность, %	Азот, % на абс. сух. вещество		
		общий	белковый	аминный
Трубчатые				
белые	90,13	7,94	5,37	1,16
подберезовики	91,54	7,14	4,38	0,74
подосиновики	90,88	5,50	4,18	0,80
моховики	92,64	4,97	3,20	0,65
маслята	93,30	4,56	3,41	0,53
Сумчатые				
строчки	90,19	5,78	4,76	0,73
сморчки	95,48	7,65	6,27	0,88
Пластинчатые				
опята	90,41	4,39	2,74	0,56
лисички	89,87	3,37	2,49	0,37
подгруздок белый	87,15	3,66	2,73	0,31
груздь настоящий	92,00	3,00	1,88	0,62
груздь черный	89,15	3,38	2,83	0,33
волнушки белые	91,10	4,84	2,36	0,50
рыжики	90,97	3,55	3,00	0,40
свинушки	90,79	3,15	2,46	0,30

Из трех различных по строению групп грибов - трубчатых, пластинчатых и сумчатых - больше всего общего азота обнаружено в белых грибах, подберезовиках, строчках и сморчках. Пластинчатые грибы (опята, лисички и др.) содержат мало общего азота. По содержанию белкового азота грибы располагаются в такой же

последовательности, что и по содержанию общего азота. Наибольшее количество аминного азота обнаружено в белых грибах, сморчках и подосиновиках, несколько меньшее - в подберезовиках и строчках, минимальное - в свинушках.

Содержание форм азота подвержено колебаниям в зависимости от сезона сбора, причем для отдельных видов грибов коэффициенты вариаций различны. Так, у подберезовиков и моховиков коэффициенты вариаций по общему и белковому азоту колеблются в пределах 13-16%, у маслят 10-12%. Пластинчатые и особенно сумчатые грибы, имеют более стабильный состав азотистых веществ. В свою очередь из трех форм азота для всех видов грибов более лабильной является аминный азот. По аминному азоту коэффициент вариации, как правило, превышает 20%, а у маслят и моховиков достигает 38-42%. Такие колебания, вероятно, связаны с различной активностью биохимических процессов, происходящих в отдельные годы под влиянием неодинаковых экологических условий.

Сравнивая результаты наших исследований с данными других авторов, следует отметить, что по количеству общего азота белые грибы, подосиновики и подберезовики Сибири несколько уступают соответствующим грибам Ленинградской области (Ефименко 1940, а также др.) и мало чем отличаются от грибов Подмоскovie (Сабуров, Васильев, 1931). Исключение составляют только лисички, в которых содержание общего азота равно 5,54% от сухой массы, что значительно больше, чем в грибах Сибири. В то же время белые грибы, подберезовики и подосиновики более богаты белковыми веществами, чем грибы Ленинградской области, где содержание белкового азота находится соответственно на уровне 4,07; 2,45; 2,71%.

Сведения об аминном азоте грибов имеются только в работе Н. В. Сабурова и А. В. Васильева (1931). По данным этих авторов, количество его для белых грибов составляет 1,77, подберезовиков 2,64, подосиновиков 2,14, маслят 1,05, опят 0,89 и лисичек 1,02% от сухой массы. Это в 2-3 раза больше чем в грибах Сибири.

Однако так судить об отличительных особенностях грибов разных мест произрастания весьма трудно, так как авторами не приведены ни размер, ни возраст грибов. По нашим исследованиям, эти факторы играют определенную роль в изменении химического состава свежих грибов.

Грибы можно считать важным дополнительным источником белковых веществ в питании человека. Основная часть белков представлена в грибах альбуминами и глобулинами (табл. 3).

Грибы	Количество белка по фракциям, % на абс. сухое вещество, при $n = 4$						
	всего белка ($N \times 6,25$)	альбумины и глобулины		проламины		глютелины	
		$M \pm m$	% от общего количе- ства белка	$M \pm m$	% от общего количе- ства белка	$M \pm m$	% от общего количе- ства белка
Белые	34,25	19,60±0,23	57,2	0,45±0,12	1,3	0,31±0,01	0,9
Подберезовики	26,50	12,27±0,14	46,3	0,34±0,01	1,2	0,82±0,01	3,1
Подосиновики	25,50	16,02±0,21	62,8	0,31±0,01	1,2	0,54±0,01	2,1
Моховики	21,44	11,78±0,24	54,9	0,14±0,01	0,7	0,66±0,05	3,1
Маслята	24,25	10,46±0,10	43,1	1,63±0,16	6,7	0,84±0,05	3,5
Лисички	15,63	6,07±0,28	38,8	—	—	0,91±0,01	5,8

(Примечание: Результаты анализов подвергнуты обработке методом математической статистики: n - число повторностей опыта; M - средняя арифметическая; m - квадратичное отклонение от средней арифметической.)

По абсолютному содержанию этими белками более богаты белые грибы и подосиновики, в которых их содержится более 50% от общего количества белковых веществ, рассчитанных по белковому азоту. Маслята, моховики и подберезовики содержат примерно равные количества альбуминов и глобулинов, лисички - в 3 раза меньше, чем белые грибы, и почти в 2 раза меньше остальных видов.

Проламины выделены из большинства исследованных грибов в количестве примерно 0,5% и только в маслятах они составляют 1,63%. В лисичках спирторастворимые белки обнаружить не удалось из-за наличия веществ, сильно влияющих на реакцию с реактивом Фолина. Глютелинов в грибах обнаружено несколько больше, чем проламинов, но от общей суммы белка они составляют всего 0,9-5,89%.

Известно (Иванов, 1928), что грибной белок слабо растворяется в воде и в растворах нейтральных солей. Нашими исследованиями это не подтверждается. Об этом свидетельствует значительное количество выделенных альбуминов и глобулинов. Данные Н. Н. Иванова совпадают с результатами наших исследований лишь в том, что белок слабо растворим в спирте и щелочи.

Следует также отметить, что общее извлечение белковых веществ из грибов всеми растворителями остается низким и колеблется от 44,7 до 66,2% от их общего количества. Это позволяет сделать вывод, что значительная часть белков в грибах представлена сложными, труднорастворимыми структурными соединениями, что подтверждает работы Н. Н. Иванова, который, изучая белки культурного шампиньона, отнес их в основном к сложным белкам - фосфоглюкопротеидам.

При исследовании гидролизатов белковых веществ грибов обнаружено, что отдельные грибы несколько отличаются один от другого набором аминокислот и их количеством. Так, γ -аминомасляная кислота обнаружена только в белых грибах и маслятах, у подосиновиков отсутствуют метионин и триптофан, следы орнитина найдены в опятах и лисичках, в то же время другие грибы содержат его в достаточном количестве. Белые грибы, подберезовики и подосиновики в отличие от других содержат и большее количество аминокислот. Так, лизина в белых грибах 2,55%, фенилаланина 2,28, метионина 1,38, а сумма лейцина с изолейцином составляет 4,10%. Из заменимых аминокислот в них много глютаминовой (4,57), аспарагиновой (3,36), аргинина (2,28) и аланина (2,44% на абс. сухое вещество).

В подберезовиках содержится повышенное количество аргинина (3,11%) и аланина (2,56%), в подосиновиках - значительна сумма цистина с цистеином (1,04%). Незаменимые аминокислоты (лизин, валин, лейцин с изолейцином) присутствуют во всех грибах в достаточном количестве, особенно много их в белых грибах.

Моховики и маслята по количеству большинства аминокислот занимают среднее положение. В то же время по количеству орнитина (0,88%) моховики превосходят другие грибы в 2 раза и более. Опята по количеству аминокислот близки к моховикам, в лисичках их содержится в 2, а некоторых аминокислот в 3 раза меньше, чем в других грибах.

Во всех видах грибов незаменимые аминокислоты составляют 33-44% от их общей суммы. Количество незаменимых аминокислот увеличивается пропорционально росту общего количества белковых веществ. Этой зависимости лучше подчиняются трубчатые грибы.

Если белки грибов характеризовать непосредственно по аминокислотному составу, то как видно из данных табл. 4, соотношение между отдельными аминокислотами у разных грибов разное.

Аминокислоты	Аминокислотный состав белка (г на 100 г белка) в грибах						
	белых	под- бере- зови- ках	подоси- нови- ках	мохо- виках	масля- тах	опя- тах	лисич- ках
Цистин+цистеин	1,34	1,51	4,08	2,33	1,35	2,18	2,21
Орнитин	1,20	1,21	1,06	4,10	1,44	Следы	Следы
Лизин	7,47	7,40	6,04	5,08	4,96	8,93	6,00
Гистидин	4,06	5,58	3,41	3,40	3,46	3,72	3,52
Аргинин	8,70	11,74	8,90	8,07	6,67	8,10	9,24
Аспарагиновая	9,81	10,94	12,59	8,07	10,55	10,55	9,17
Серин	3,80	4,91	5,22	4,99	4,28	5,57	4,41
Глицин	4,85	5,81	4,27	4,52	4,08	4,84	4,34
Глутаминовая	13,34	10,91	13,53	11,29	11,17	12,61	13,10
Треонин	4,58	4,34	4,04	3,73	4,64	5,88	4,76
Аланин	7,12	9,66	7,33	5,88	6,65	8,44	6,76
Тирозин	3,77	2,23	2,67	2,38	3,80	2,56	2,94
γ-аминомасляная	1,08	Следы	Следы	Следы	1,24	Следы	Следы
Метионин	4,03	1,55	»	1,91	2,14	3,80	2,94
Валин	4,82	5,47	6,94	4,90	5,89	9,36	6,00
Фенилаланин	6,66	2,68	4,82	3,68	3,95	5,12	4,76
Лейцин+изолей- цин	11,97	11,70	9,73	8,45	9,95	13,82	11,72
Триптофан	0,59	1,66	Следы	1,31	0,95	1,43	Нет

Грибы, бедные белковыми веществами (опята, лисички), по аминокислотному составу приближаются к белым грибам и подберезовикам. Если по количеству связанных аминокислот лисички в несколько раз уступают белым грибам, то по содержанию аминокислот в белке они мало чем отличаются от них. Белки лисичек даже превосходят белки белых грибов по содержанию аргинина, серина, валина и суммы цистина с цистеином. Белки опят богаче других грибов лизином и валином.

Для того чтобы составить более полное представление о питательной ценности грибов, в частности белка, надо установить не только количество отдельных аминокислот, но и их сочетание в белке. Такие соотношения аминокислот, которые наилучшим образом отвечают потребностям организма человека, рассматриваются как оптимальные. До некоторого времени лучшим стандартом для сравнения считался белок куриного яйца, сочетание аминокислот в котором наиболее близко к идеальному. С 1955 г. образцом для сравнения стал и стандарт, предложенный ФАО.

Соотношение отдельных аминокислот в белке некоторых видов грибов, рассчитанных по формуле ФАО, приведено в табл. 5.

Незаменимые аминокислоты	Оптимальные соотношения аминокислот в белке					
	образца ФАО	белых грибов	подберезовиков	моховиков	маслят	опят
Лизин	3,0	12,7	4,5	3,9	5,2	6,2
Треонин	2,0	7,8	2,6	2,8	2,8	4,1
Метионин	3,0	6,8	0,9	1,5	2,3	2,7
Валин	3,0	8,2	3,3	3,7	6,2	6,5
Фенилаланин	2,0	11,3	1,6	2,8	4,2	3,6
Триптофан	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Лейцин+изолейцин	6,4	20,3	7,0	6,5	10,5	9,7

Из всех грибов наиболее сбалансированными по количеству аминокислот оказались белки моховиков, хотя в них чувствуется некоторый недостаток метионина. В белках других грибов наблюдается или слишком большой дефицит триптофана или очень малые количества некоторых других незаменимых аминокислот. В данном случае идеального соотношения аминокислот в грибных белках нет. Однако учитывая, что грибы не относятся к числу важнейших пищевых продуктов, а служат скорее оригинальным дополнением к ним, можно считать, что грибы могут служить важным дополнительным источником лизина, треонина, валина, лейцина и изолейцина, а при потреблении белых грибов и метионина.

В отечественной литературе сведений по составу связанных аминокислот исследованных нами грибов не обнаружено. Количество их в грибах, произрастающих на территории государств Западной Европы (Seelkopf, Schuster., 1957; Litchfield, 1966; Mlodecki I in., 1973, 1968) несколько ниже, чем в грибах Сибири, что вполне согласуется с меньшим количеством в них белковых веществ. Кроме того, исследователи подвергали гидролизу выделенный суммарный белок отдельных фракций (Мониковский, 1970), который, как указывалось выше, можно извлечь лишь на 45-66%. Поэтому и может сложиться впечатление, что незаменимых аминокислот в грибах очень немного и они не могут служить источником белкового питания человека. Однако исследования, проведенные нами, доказывают обратное. Подобного же мнения придерживаются и другие ученые (Litchfield, 1967; Spicer, 1972 и др.).

Наряду с изучением состава связанных аминокислот, позволяющих судить об аминокислотном составе белков в грибах, нами исследован состав свободных аминокислот. При этом наряду с аминокислотами, часто встречающимися в растениях, в грибах найдены орнитин, α -аланин, α - и γ -аминомасляная кислоты. Общая сумма свободных аминокислот у отдельных грибов колеблется от 1,5 до 9% от сухой массы грибов. Это значительно больше, чем во многих продуктах растительного происхождения. Особенно выделяются содержанием

свободных аминокислот белые грибы. В них содержится лизина в 4 раза больше, чем в маслятах, в 8-10 раз больше, чем в лисичках, и почти в 2-3 раза больше, чем в других грибах. Других аминокислот в белых грибах также примерно в 2 раза больше, по содержанию глютаминовой кислоты белые грибы уступают только сумчатым, а подберезовикам - по глютамину и аспарагиновой кислоте. Однако наряду с таким большим числом аминокислот белые грибы не содержат триптофана и имеют мало метионина. Надо отметить, что грибы вообще бедны свободным метионином. В отдельные годы нельзя установить даже его следов.

Подберезовики отличаются от других грибов меньшим содержанием орнитина, тирозина, фенилаланина и лейцинов. Белые грибы по общему количеству свободных аминокислот превосходят другие трубчатые грибы за счет повышенного содержания амидов, аспарагиновой кислоты и аргинина. Подосиновики по аминокислотному составу близки к подберезовикам и отличаются от них в основном тем, что содержат в 2 раза меньше глютамина. Моховики выделяются среди трубчатых несколько большим содержанием фенилаланина, а по количеству лизина приближаются к белым грибам. Маслята уступают подберезовикам, подосиновикам и моховикам по содержанию всех аминокислот, за исключением валина, фенилаланина и лейцинов. Отсюда содержание незаменимых аминокислот в маслятах составляет 25% от суммы, что даже несколько выше, чем у белых грибов.

Из пластинчатых грибов опять по количеству свободных аминокислот приближаются к трубчатым, причем незаменимых кислот в них содержится более 30%, что в 3 раза больше, чем у подберезовиков и подосиновиков. Лисички бедны свободными аминокислотами. Сумчатые грибы выделяются среди всех видов очень высоким содержанием глютаминовой кислоты, которая составляет у сморчков 27,5% от суммы аминокислот, а у строчков 65,3%. Отсюда, несмотря на то что общая сумма аминокислот достигает 3,6-4,2%, по содержанию большинства аминокислот эти грибы можно приравнять лишь к лисичкам. Доля незаменимых аминокислот у строчков составляет всего 9,2%.

При сопоставлении результатов наших исследований с данными Т. Я. Соловьевой и др. и Н. Т. Дударевой (1973), изучавших состав свободных аминокислот некоторых грибов Ленинградской области, находим ряд существенных различий. В грибах Ленинградской области не обнаружен триптофан и лизин, которые присутствуют в грибах Сибири, но найдено большое количество цистина с цистеином, значительно превышающее даже сумму глютаминовой кислоты и треонина. В белых грибах Ленинградской области меньше сумма свободных аминокислот, а следовательно, меньше и количество отдельных аминокислот, исключение составляет только триптофан, который в белых грибах Сибири в свободном состоянии нами не обнаружен.

Помимо азотсодержащих веществ в свежих грибах определяли также содержание мочевины. Работами Н. Н. Иванова (1928) было доказано, что по мере созревания дождевиков и шампиньонов она может накапливаться в них в значительном количестве (до 13%), причем почти 50% растворимого в воде азота приходится в этом случае на азот мочевины.

Мочевина участвует в обмене веществ у растений. Ее роль, с одной стороны, аналогична роли аспарагина и глутамина зеленых растений, которые связывают выделяющийся при гидролизе белковых веществ аммиак и при необходимости могут снова участвовать в синтезе белка, т. е. фактически они являются запасными питательными веществами. С другой стороны, при достаточном количестве в питательной среде углеводов мочевины может служить источником азота для построения белковых веществ. В грибах содержание мочевины может увеличиваться не только за счет образующегося при разложении белков и аминокислот аммиака, но и при расщеплении аргинина на мочевину и орнитин, а также путем окислительного расщепления пуринов (Reinbothe, Tschiersch, 1962).

Различными авторами в разное время мочевины была обнаружена также в мухоморах, навозниках, грибах-зонтиках, подгруздке белом, сыроежках и в некоторых других (Ячевский, 1933, Bonnet 1959, Benedikt et al, 1964, Tyler, 1965).

Мочевину в грибах мы определяли ксантогидроловым методом фосса и методом бумажной хроматографии. Результаты опытов показали, что в белых грибах, подосиновиках, подберезовиках, моховиках, маслятах, опятах, лисичках мочевины отсутствует.

Таким образом, изучение азотсодержащих соединений показывает, что наряду со сложными труднорастворимыми структурными белками в исследованных нами грибах содержится значительное количество азотистых веществ, которые могут быть использованы как растительный белок в рационе человека.

Углеводы и близкие к ним вещества. Углеводов в грибах несколько меньше, чем азотистых веществ, причем большая доля их приходится на сахара и сахароспирты.

Если сравнить содержание общего количества Сахаров в изученных нами грибах, то на первое место следует поставить лисички (15,7%). Несколько меньше Сахаров в белых грибах, подберезовиках и подосиновиках, в моховиках и маслятах содержится соответственно 5,40 и 4,88, в сморчках - всего 1,62%. Преобладающим сахаром во всех грибах, кроме масляток, является трегалоза, количество которой колеблется от 1,33% в сморчках до 14,25% в лисичках. В маслятах, наоборот, 66,4% от общего количества сахара составляют редуцирующие сахара. Более 2% редуцирующих Сахаров содержится в моховиках и подберезовиках, в остальных грибах - меньше.

Количественное содержание сахароспиртов также различно. Причем здесь выявляется интересная закономерность. Моховики, маслята и опята, не отличающиеся высоким содержанием Сахаров, содержат от 9,52 до 12,06% сахароспиртов, а лисички, белые, подберезовики, богатые сахарами, содержат сахароспиртов в пределах 2-4%. Но подобной закономерности не подчиняются сумчатые грибы, содержащие мало Сахаров и сахароспиртов.

Анализируя результаты математической обработки данных о содержании углеводов в грибах за несколько сезонов, следует отметить, что количество Сахаров и сахароспиртов подвержено значительным изменениям. Коэффициент вариации для пластинчатых и трубчатых грибов, как правило, превышает 10% на абс. сухое вещество и достигает в отдельных случаях 30-40%. У трубчатых и сумчатых грибов содержание трегалозы более стабильно, чем у пластинчатых. А если принять во внимание, что состав Сахаров и сахароспиртов строчков и сморчков более стабильный, чем у других, то большие вариации характерны только для грибов со значительным содержанием Сахаров, в данном случае - для трубчатых.

В комплексе углеводов наряду с глюкозой, трегалозой и маннитом установлено присутствие фруктозы, лактозы, арабита. В опятах вместо арабита обнаружен сахароспирт с R_f 0,85, который согласно данным А. Н. Шивриной и др. (1969) можно идентифицировать как эритрит. Наибольшее количество лактозы (1,3-1,5%) обнаружено в моховиках и маслятах, ее содержание примерно такое же, как трегалозы и глюкозы. В белых грибах найдено 0,62% лактозы, что в 2 раза больше, чем глюкозы. Подосиновики и подберезовики по количеству лактозы уступают белым грибам, мало ее в опятах (0,11%) и совсем не обнаружено в лисичках. Фруктозы в грибах мало - от 0,1 до 0,4%. Арабит обнаружен в подберезовиках, моховиках и маслятах, причем в моховиках его больше, чем маннита. Количество эритрита в опятах составляет 41% от общего количества сахароспиртов. В лисичках найдены следы арабита, а в белых грибах и подосиновиках он не обнаружен.

Гликогена в пластинчатых и трубчатых грибах сравнительно мало: в опятах его 0,64%, в подберезовиках 1,15%. Выделяются в этом отношении сумчатые грибы, в которых гликогена 10-15% от абсолютно сухого вещества, что значительно больше суммы Сахаров. Другой отличительной особенностью сумчатых грибов является минимальное содержание слизи и довольно значительное количество клетчатки (10,22-12,34%). В трубчатых грибах количество клетчатки не превышает 7,0%. а в пластинчатых (лисичках) доходит до 9,21%.

Считается, что у высших растений клетчатка образует структурную основу оболочек растительных клеток, причем пространство между отдельными пучками молекул целлюлозы обычно заполняется гемицеллюлозой, пектином, лигнином. По А. А. Ячевскому (1933) основой клеточной оболочки грибов также служит целлюлоза, но в

отличие от высших растений она пропитана главным образом хитином и хитиноподобными веществами.

А. В. Васильев (1958) предполагает, что целлюлоза грибов выполняет только подсобную роль в формировании клеточных стенок, а главной составной частью клеточной оболочки служит хитин. Хитин является единственным известным в природе полисахаридом, содержащим азот. В высших растениях он не встречается, но входит в состав покровных тканей ракообразных и насекомых. В грибах содержание хитина, по данным Н. Н. Проскурякова, составляет 3-5% от абс. сухой массы.

Учитывая, что на хитин, как и на клетчатку, не действуют растворы слабых кислот и щелочей, можно считать, что при выделении клетчатки вместе с нею выделяется и хитин.

Для подтверждения этого нами во всех образцах выделенной грибной клетчатки определено количество азота. В сумчатых грибах и маслятах в клетчатке обнаружено 3,34-3,76% азота, в пластинчатых и трубчатых (подберезовики, подосиновики и моховики) его количество колеблется от 2,8 до 4,76%. В белых грибах содержание азота в клетчатке максимальное и составляет 5,57%. Если учесть, что содержание азота в чистом хитине доходит до 6,9%, то можно считать, что у строчков, сморчков и маслят хитин составляет 50% клетчатки, в остальных грибах, особенно белых, - ее большую часть.

Значительную часть сухого вещества грибов занимают слизи, особенно у трубчатых грибов (20% и более). В пластинчатых грибах слизей примерно в 3 раза меньше, чем в трубчатых, а в сумчатых обнаружены их следы.

Проведенные нами исследования показывают, что в состав слизистых веществ грибов входят компоненты как углеводного, так и белкового состава. Общее количество Сахаров в слизях отдельных видов грибов составляет 5,79-12,25%.

Сахара слизей при гидролизе в основном дают глюкозу, в незначительном количестве - сахар, имеющий альдегидную группу и по расположению на хроматограмме совпадающий с лактозой. Кроме того, при гидролизе слизей обнаружены следы арабинозы; галактоза, рибоза, рамноза отсутствуют.

Гидролиз азотистых веществ слизей показал, что в них присутствуют все аминокислоты, обнаруженные в белковых веществах грибов.

Сопоставляя полученные нами данные с литературными, находим некоторые различия в количестве отдельных углеводов грибов. К. В. Маргевич (1883) обнаружил в грибах большие количества маннита (10,7-16,9%). По данным Н. В. Сабурова и А. В. Васильева (1931), в

четырёх исследованных ими видах грибов количество маннита составило 2,5-6,2%. По сведениям А. Н. Шивриной с сотрудниками, в грибах, произрастающих в Японии, Инагаки с соавтором у большинства видов обнаружил всего лишь до 2% маннита на сухое вещество, у 15% - от 2 до 4,5% и только у 11% - от 5,0 до 8,5%. Полученные нами данные колеблются примерно в таких же пределах (2,4-6,9).

По данным Н. В. Сабурова и А. В. Васильева, количество трегалозы значительно ниже полученного нами методом бумажной хроматографии и составляет для подберезовиков 0,46, подосиновиков 1,67 и лисичек 1,41% от сухой массы. Возможно, это связано с тем, что этим исследователям не удалось полностью гидролизовать трегалозу, так как она, установлено нами, не поддается обычным методам гидролиза.

Данных о количественном содержании гликогена в грибах мало. А. А. Ячевский (1933) на основании иностранных источников конца прошлого столетия указывает, что в белых грибах содержится гликогена до 20% от сухой массы. О. М. Ефименко (1940) нашла в шляпке молодых белых грибов 7,9% гликогена, в подберезовиках 4,4, в подосиновиках 6,0, а в ножке белого гриба до 30% от сухой массы. Нами такие количества гликогена обнаружены только в сумчатых грибах.

О количестве клетчатки в грибах в литературе имеются также самые разноречивые мнения. К. В. Маргевич (1883) указывает на очень большое количество клетчатки в грибах (20,5-35,9% от сухой массы). Однако он принимал за массу клетчатки навеску после экстракции из нее различных веществ только водой, спиртом и эфиром, поэтому вероятно у него получились столь значительные количества.

Наши данные в какой-то мере согласуются с данными О. М. Ефименко (1940), которая обнаружила в шляпках белых грибов 7,5%, в подберезовиках - 4,9, в подосиновиках - 8,9% от сухой массы грибов. Если перевести полученные данные на сырую массу грибов, то количество клетчатки в свежих грибах не будет превышать 1%, т. е. оно немного выше, чем среднее содержание ее в плодах и овощах. Поэтому существующее в народе мнение, что грибы являются трудноусвояемым продуктом из-за наличия большого количества клетчатки, по-видимому, следует отнести не столько к количеству клетчатки, сколько к ее своеобразию ввиду значительного содержания в ней хитина.

Витамины. Из всего набора витаминов, присутствующих в грибах, мы определяли аскорбиновую кислоту, тиамин, рабофлавин и никотиновую кислоту. Количество этих витаминов в миллиграммах на 100 г абс. сухого вещества приведено в табл. 6.

Грибы	Аскорбиновая кислота	Тиамин		Рибофлавин		Никотиновая кислота	
		общий	свободный	общий	свободный	общая	свободная
Белые	200,38	0,03	0,02	5,23	3,43	180,7	161,9
Подберезовики	61,54	0,71	0,25	2,27	2,10	179,2	158,1
Подосиновики	56,47	0,19	0,04	4,57	1,25	119,5	88,7
Моховики	82,48	0,25	0,07	2,43	1,26	322,1	299,1
Маслята	128,00	0,31	0,21	2,74	2,48	207,2	132,2
Опята	112,50	0,14	0,04	3,80	2,80	307,6	201,1
Лисички	337,35	0,12	0,05	3,53	3,20	245,2	122,9

Больше всего аскорбиновой кислоты обнаружено в белых грибах и лисичках, в остальных - в 2-3 раза меньше.

Рибофлавина по сравнению с тиаминем в десятки раз больше. В отличие от тиаминем во всех грибах, кроме подосиновиков и моховиков, он находится в основном в свободном состоянии. В моховиках количество рибофлавина свободного и связанного примерно одинаково, а в подосиновиках связанного в 2,6 раза больше, чем свободного.

Сопоставляя полученные данные с результатами исследований других авторов, отмечаем, что грибы Сибири несколько беднее тиаминем и богаче рибофлавином, чем грибы европейской части СССР. Так, в подберезовиках, произрастающих в Литве (Каросене, 1970), содержится от 0,21 до 1,43 мг/100 г рибофлавина, на Украине в этих же грибах обнаружено 0,31 мг/100 г абс. сухого вещества. Подобное соотношение сохраняется и по другим видам грибов.

Грибы содержат значительное количество никотиновой кислоты. Особенно высокой РР-витаминной активностью отличаются опята и моховики. Следует отметить, что никотиновая кислота в грибах в зависимости от их вида на 40-80% находится в связанном состоянии.

Наличие витаминов в грибах свидетельствует в их пользу как продуктов питания. По содержанию аскорбиновой кислоты грибы можно поставить в один ряд со многими плодами и овощами, по количеству тиаминем они не уступают зерновым продуктам, а по рибофлавином и никотиновой кислоте в десятки раз превосходят их. Вероятно, это является одной из причин, привлекающей в последнее время многих исследователей к изучению витаминной активности грибов (Каросене, 1971, Федорова, 1973, 1974 и др.).

Органические кислоты. В состав грибов входит значительное количество органических кислот, содержание их определяли в процентах (в пересчете на винную кислоту). Больше всего органических кислот содержится в маслятах, в белых их примерно в

2,5 раза меньше. Качественный состав органических кислот также различен, хотя общими для всех являются винная и фумаровая. В белых грибах нами обнаружены винная (0,32%), яблочная (0,27%), фумаровая (0,18%) и одна неидентифицированная органическая кислота с Rf 0,05, которая просматривается на хроматограмме в виде довольно выраженного пятна; в лисичках обнаружена винная (0,38%), яблочная (0,32%), янтарная (0,23%), фумаровая (0,19%) и две неидентифицированные кислоты с Rf 0,05 и 0,57. Маслята отличаются наибольшим разнообразием содержащихся в них органических кислот. В них обнаружены винная (0,15%), яблочная (0,14%), янтарная (0,15%), фумаровая (0,48%) и три неидентифицированные кислоты с Rf 0,05; 0,57 и 0,62. Интересно отметить, что плодовое тело грибов содержит значительное количество винной кислоты, в то время как во многих плодах и овощах, за исключением винограда, количество ее сравнительно невелико. Неидентифицированные органические кислоты занимают значительный удельный вес в общем количестве кислот. Судя по величинам Rf, они могут быть отнесены к кислотам жирного ряда или уроновым кислотам.

Таким образом, грибы различаются между собой качественным и количественным составом органических кислот. Общими для трубчатых и пластинчатых грибов являются винная, фумаровая и неидентифицированная кислоты с Rf 0,05.

Липиды. Из всех составных компонентов липиды грибов, пожалуй, наименее изучены. В отечественной литературе по этому поводу нет никаких сообщений, а в зарубежной - всего несколько публикаций по содержанию жира в некоторых базидиомицетах (Shaw, 1967; Weis Stiller, 1972), в том числе в съедобных грибах (Mlodecki i inni., 1973).

Липиды грибов изучали с целью установления их формы связанности и определения некоторых физико-химических показателей.

Общее количество липидов, которое удалось извлечь, применяя комплекс растворителей, для большинства исследованных грибов составляет более 10% в расчете на абс. сухое вещество. В трубчатых грибах содержание липидов колеблется от 15 до 21%, в пластинчатых - от 11 до 13%, в сумчатых - всего 8,39%. Наиболее богаты липидами подберезовики и подосиновики, причем 52-55% от их суммы составляет свободный жир. Во всех остальных грибах липидов в 2-3 раза больше, чем свободного жира. Основная масса связанных липидов извлекается смесью хлороформа и этанола, ацетоновая фракция, как правило, незначительна. Жирных кислот, выделенных после их гидролиза 2 н. HCl, также немного - 0,35-0,90%.

Разделение липидов, экстрагированных по Сокслету, проводили методом тонкослойной хроматографии в силикагеле с последующей обработкой хроматограмм на денсиметре "Хромоскан".

Липиды грибов по своему составу сильно отличаются от липидов других продуктов растительного происхождения.

Рассматривая их состав по фракциям (в % к общему количеству липидов; табл. 7), прежде всего нужно отметить, что в них содержится значительное количество фосфолипидов и восков. Особенно богаты восками подберезовики и лисички. Остальные виды содержат их в пределах 20-30%. Повышенным содержанием стеролов, которые, как известно, используются организмом человека для образования ряда высокоактивных веществ, отличаются белые грибы и строчки. Этим, по-видимому, можно объяснить лечебное значение многих съедобных грибов, а сушеные грибы являются достаточно эффективным источником высокоактивных веществ.

Грибы	Фосфолипиды	Моноглицериды	Стеролы	Свободные жирные кислоты	Триглицериды	Воски и другие эфиры
Белые	8,72	Следы	22,08	3,70	42,02	23,48
Моховики	20,86	»	20,59	4,65	33,40	20,50
Опята	14,83	2,19	20,52	2,64	36,80	32,02
Подберезовики	12,57	4,10	14,12	6,19	11,29	51,73
Подосиновики	14,63	5,94	18,03	3,61	27,78	30,01
Маслята	25,44	9,26	12,78	3,83	23,67	25,01
Лисички	23,26	2,26	11,25	7,14	14,76	41,33
Строчки	10,40	3,48	26,06	2,16	30,86	27,04

Используя смесь полярного и неполярного растворителей (табл. 8), было извлечено из подосиновиков и маслят более чем по 15% липидов в расчете на абс. сухое вещество, из белых грибов - 12,7%, из лисичек - 9,06%. Это количество липидов согласуется с суммой жиров, полученных при извлечении отдельными фракциями.

Грибы	Количество жира (по Блау), % на абс. сухое вещество	Коэффициент преломления	Кислотное число, мг/г	Йодное число, г/100 г	Число омыления, мг/г
Белые	12,70	1,478	3,77	43,76	95,73
Подосиновики	15,80	1,437	2,71	98,08	151,47
Маслята	15,24	1,473	4,70	89,32	87,82
Лисички	9,08	1,465	7,49	77,53	362,67

Следует отметить, что свойства жиров отдельных грибов различны. Это обнаруживается по показателю преломления. В белых грибах и маслятах он выше, чем в лисичках и подосиновиках. Отсюда можно предполагать, что липиды белых грибов и маслят имеют больше непредельных жирных кислот. Кислотное число составляет 2,71-7,49

мг/г в зависимости от вида грибов. Обычно это число считается показателем свежести продукта, так как указывает на степень расщепления жира. Кроме того, кислотное число дает возможность судить и о процентном содержании свободных жирных кислот.

Учитывая щадящие условия выделения жиров непосредственно из свежих грибов с последующей отгонкой и высушиванием их в токе азота, можно считать, что липиды маслят содержат свободных жирных кислот в 2 раза, а лисичек в 3 раза больше, чем подосиновиков.

Йодное число жира не достигает 100, особенно низко оно у липидов белых грибов и маслят, что свидетельствует о хорошей насыщенности кислот, входящих в состав жира. По этому показателю, как и по коэффициенту преломления, липиды грибов более близки к невысыхающим растительным маслам типа оливкового. Однако по числу омыления они значительно отличаются от последних.

Особое место следует отвести липидам, выделенным из лисичек, которые оказались наиболее богатыми низкомолекулярными летучими жирными кислотами, число омыления которых 362,67. Кроме того, в процессе работы с жирами грибов было отмечено, что липиды, извлеченные смесью хлороформа, этанола и ацетона, не растворяются полностью в этих растворителях. Попытка растворить осадок в воде и органических растворителях не дала положительных результатов. Однако осадок хорошо растворялся в разбавленных щелочах, что позволяет сделать вывод о том, что полученный осадок представляет собой воск.

Осадок, полученный из хлороформ-этанольной вытяжки, в опятах составляет 46,8%, в белых грибах более 50%. Конечно, дальнейшие исследования дадут возможность более четко определить характер и свойства жиров грибов.

Минеральные вещества. Содержание золы в различных грибах колеблется в значительных пределах. У лисичек оно достигает 12,7% на абс. сухое вещество, несколько ниже зольность опят и подберезовиков, затем следуют белые грибы, моховики и маслята. Самая низкая зольность у подосиновиков. Общее содержание золы в грибах различных мест произрастания (Сабуров, Васильев, 1931; Калер и др., 1960) более стабильно и колеблется, например, в белых грибах от 7,80 до 9,36, в опятах от 9,91 до 10,92%, что соответствует данным, полученным нами для грибов Сибири.

Изучение элементарного состава золы показало, что грибы обладают широким набором химических элементов. Они довольно богаты железом, магнием, калием, натрием, кальцием, сравнительно много содержат цинка, титана, марганца, меди. Кроме того, можно отметить, что в некоторых грибах отсутствуют отдельные элементы. Так, в маслятах и лисичках не обнаружены стронций и скандий, в то время как в других грибах эти элементы присутствуют в ощутимом

количестве. В опятах и белых грибах нет бария, в строчках и сморчках - олова.

Исследование элементарного состава золы грибов, собранных в разные сезоны, показало, что экологические условия произрастания, по-видимому, мало влияют на изменение содержания тех или других химических элементов.

Работ по элементарному составу золы съедобных грибов очень мало. А. В. Моцкус изучал в некоторых грибах семейства Boletaceae содержание фосфора, калия, кальция, натрия и лития; Д. А. Мачарашвили (1973) исследовал содержание железа в некоторых грибах Грузии; М. Карванек - меди, железа, марганца и цинка в некоторых съедобных грибах Чехословакии. Сопоставление результатов наших работ с данными этих авторов показало, что особых отклонений в составе грибов не наблюдается.

Изменение состава плодовых тел грибов в период роста и влияние его на качество сырья

Грибы, как и некоторые виды плодов и овощей, желателно употреблять в пищу и использовать для переработки в стадии неполной зрелости. Грибы, не достигшие полной зрелости, более привлекательны по внешнему виду и, как правило, не содержат развитых личинок насекомых. Однако сведения об особенностях химического состава молодых и старых грибов в литературе весьма малочисленны и противоречивы и не отражают возрастных изменений, происходящих в отдельных частях плодового тела грибов.

Для выяснения некоторых вопросов, связанных с изменением химического состава плодовых тел и их частей в зависимости от стадии развития, грибы каждого вида сортировали на 2-3 однородные (по возрасту) группы.

К молодым были отнесены грибы в возрасте 2-3 дней с диаметром шляпки 2-4 см, к грибам среднего возраста - в возрасте 4-5 дней с диаметром шляпки 5-7 см, к старым - в возрасте 7-8 дней с диаметром шляпки 10-12 см. Исследованию подвергали шляпки грибов (ножку отрезали на расстоянии 1 см от шляпки, как принято в заготовительных организациях). Отдельно изучали у белых грибов химический состав верхней части шляпки (трамы с кожицей), гименофора и ножки.

Как показали наши исследования, общее содержание азота по мере старения в шляпке моховиков уменьшается на 25,2%, белых - на 12,0% и подберезовиков - на 7,9%, причем наибольшее снижение наблюдается в период созревания спор, когда грибы достигают максимальных размеров (табл. 9).

Грибы	Диаметр шляпки, см	Влажность, %	Азот			Сахара			Сахароспирты	Гликоген	Слизь	Клетчатка	
			общий	белковый	аминный	всего	редуцирующие	трегалоза				общее количество	количество азота в клетке, %
% на абс. сухое вещество													
Моховики													
молодые	2,0—3,0	87,7	4,81	3,54	0,50	5,05	0,52	4,53	8,92	1,44	24,90	5,01	4,54
среднего возраста	5,0—6,0	90,6	4,27	3,78	0,47	5,92	2,07	3,85	9,27	1,58	17,03	7,52	5,13
старые	8,0—10,0	89,5	3,60	2,75	0,37	6,79	3,12	3,67	13,27	0,75	14,02	8,24	5,78
Подберезовики													
среднего возраста	5,0—6,0	90,9	6,11	4,10	0,61	3,63	1,97	6,66	3,82	1,08	20,48	8,41	3,01
старые	8,0—10,0	91,8	5,63	3,91	0,48	10,45	4,57	5,88	14,47	0,76	13,99	10,22	3,83
Белые грибы													
молодые	2,5—4,0	88,6	7,39	5,47	0,90	7,61	2,17	5,44	2,78	0,84	8,69	6,73	5,23
среднего возраста	6,0—7,0	89,9	6,93	5,47	0,78	13,38	0,64	12,74	2,71	0,69	6,75	7,50	5,91
старые	10,0—12,0	89,2	6,50	4,88	0,67	11,87	0,61	11,26	2,35	0,80	5,82	9,28	6,08

Содержание белкового азота, как правило, меняется незначительно, количество аминного заметно снижается, что можно объяснить превращениями аминокислот, которые составляют основную часть аминного азота. В частности, аминокислоты могут использоваться как строительный материал или превращаться в органические кислоты и таким образом участвовать в цикле Кребса (Беккер, 1969). А. Моцкус при исследовании плодовых тел колпака кольчатого обнаружил, что в шляпках грибов при старении количество общего азота снижается на 13,9%, белкового - на 12,0% при незначительном уменьшении аминного азота.

Несколько по-иному происходят изменения в углеводном комплексе грибов. В шляпках моховиков и подберезовиков по мере развития общее количество Сахаров возрастает соответственно на 34,5 и 21,1%, причем это происходит в основном за счет увеличения количества редуцирующих Сахаров при существенном уменьшении содержания трегалозы. При этом одновременно происходит увеличение сахароспиртов: в шляпках моховиков по мере роста - на 48,8%, в подберезовиках - на 17,0%. В шляпках белых грибов в середине вегетации сохраняется тенденция к увеличению общего количества Сахаров, но к моменту старения содержание их несколько уменьшается. Характерно, что в белых грибах наблюдается резкое снижение редуцирующих Сахаров при одновременном увеличении трегалозы и незначительной убыли сахароспиртов. По-видимому, различия в возрастных изменениях углеводов в белых грибах, моховиках и подберезовиках можно объяснить различным составом Сахаров и сахароспиртов. На окислительные процессы, вероятно, прежде всего расходуются глюкоза, фруктоза и маннит, а лактоза сохраняется и даже накапливается, особенно в моховиках, где она составляет более 40% редуцирующих Сахаров. С другой стороны, в

белых грибах отсутствует арабит. Это влечет за собой максимальный расход маннита. На увеличение содержания редуцирующих Сахаров в грибах при старении указывают О. М. Ефименко (1940); А. В. Васильев (1958), причем А. В. Васильев подчеркивает, что к моменту созревания спор трегалоза частично заменяется маннитом и глюкозой. Исключением являются белые грибы, где трегалоза сохраняется лучше.

По мере созревания наблюдается некоторое снижение содержания гликогена и слизи, особенно у моховиков. В этих грибах их количество в шляпке уменьшается почти в 2 раза. Количество клетчатки по мере старения увеличивается на 21,5% у подберезовиков и на 24,5% у моховиков. Одновременно усиливается инкрустация клетчатки хитином и хитиноподобными веществами, что подтверждается возрастанием в ней количества азота.

При более детальном изучении изменений химического состава отдельных частей плодового тела белых грибов в зависимости от возраста установлено, что максимальное количество азотистых веществ сосредоточено в гименофоре и по мере созревания спор поддерживается на одном уровне за счет уменьшения количества азотистых веществ в других частях плодового тела, а также за счет поступления азотистых веществ из мицелия.

К моменту созревания спор интенсивность дыхания в плодовых телах, по-видимому, возрастает. Это влечет за собой более интенсивный расход редуцирующих Сахаров, находящихся в ножке и траме. Гименофор молодых грибов по сравнению с другими частями плодового тела содержит мало углеводов. Однако к моменту созревания спор их количество резко возрастает в основном за счет увеличения количества трегалозы и сахароспиртов. Так, если в целой шляпке содержание общего количества сахара увеличивается в старых грибах в 1,6 раза по сравнению с молодыми, то в гименофоре - в 2,7 раза, в том числе трегалозы почти в 4 раза. На 50% увеличивается содержание сахароспиртов за счет снижения их в траме и ножке и возможного превращения трегалозы в маннит (Rast, 1965). Основная часть гликогена сосредоточена в ножке и траме белых грибов, откуда он расходуется на физиологические процессы.

Следовательно, изменения химического состава, происходящие в плодовом теле при развитии грибов, в первую очередь направлены на обеспечение питательными веществами гименофора. В свою очередь это влечет за собой концентрацию внутри спор значительного количества питательных веществ, которые из-за плотной и устойчивой оболочки спор становятся недоступными для усвоения человеческим организмом.

Наряду с выяснением изменений в химическом составе грибов в зависимости от возраста мы попытались также выяснить, как влияют метеорологические условия на состав плодового тела грибов. Однако

выявить конкретные закономерности нам не удалось. Установлено только, что при увеличении количества осадков возрастает содержание общего азота, а при повышении температуры почвы увеличивается количество Сахаров.

Таким образом, с увеличением возраста в плодовом теле грибов происходит снижение количества азотистых веществ, слизей и увеличение содержания углеводов и клетчатки. Эти изменения происходят очень быстро, в течение всего нескольких дней. Следует отметить, что они протекают непропорционально увеличению размеров плодового тела, поэтому для характеристики технологических свойств партий грибов, направляемых на определенный вид переработки, наряду с размерами плодового тела следует учитывать состояние гименофора.

Изменения в составе плодовых тел грибов после отделения от мицелия

Изучение биохимических и других изменений, происходящих в грибах после сбора, имеет важное значение для рациональной организации переработки заготовленного сырья, а также для решения практических вопросов, связанных с транспортировкой и реализацией продукции в свежем виде. В литературе имеются указания, что грибы необходимо подвергать немедленной переработке или в крайнем случае хранить всего 2-3 ч (Андрест, 1968, и др.). Некоторые этот срок определяют в пределах 4-5 ч. Однако, специальных исследований по этому вопросу не проводилось. Поэтому нами на протяжении ряда лет совместно с Е. Д. Суловой и В. А. Папилиной проводились исследования по изучению изменения качества грибов при кратковременном хранении.

Изменение органолептических показателей. В результате проведенных исследований установлена зависимость продолжительности хранения грибов от температуры окружающей среды (рис. 1). При температуре 0°С трубчатые грибы с отклонением $\pm 15\%$ хорошо хранятся в течение 3 сут, пластинчатые - 4-5 (опята - почти 4, а лисички - 5 сут). Во всех видах грибов за указанный период хранения не произошло внешне заметных изменений по сравнению с первоначальным состоянием. Они имели характерный внешний вид, цвет, запах и структуру. При температуре +10° С в течение первых суток хранения также не было отмечено существенных изменений в органолептических показателях. Только к концу вторых суток хранения в трубчатых грибах отмечено незначительное подсыхание краев шляпки и легкое увядание, являющееся следствием падения тур-горного давления в клетках плодового тела. Пластинчатые грибы и лисички оставались свежими.

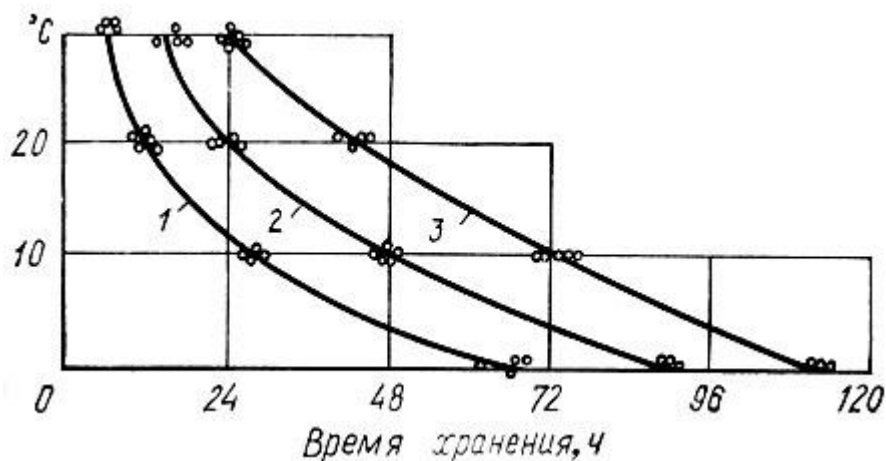


Рис. 1. Зависимость качественного состояния свежих грибов от температуры и продолжительности хранения (область влево от кривых характеризует высокое качество грибов): 1 - трубчатые грибы; 2 и 3 - пластинчатые соответственно опята и лисички

При температуре 20° С к 24 ч хранения у трубчатых грибов на поверхности шляпки и гименофора появляются коричневые пятна, а в запахе наряду с грибным чувствуется неприятный гниlostный оттенок.

Наиболее интенсивные изменения органолептических показателей происходят при температуре 30° С. Для всех видов грибов характерно появление признаков порчи в течение одних суток, причем для трубчатых грибов эти изменения наступают уже через 10-12 ч с момента отделения плодового тела от мицелия. Следует отметить, что с повышением температуры хранения время наступления признаков порчи уменьшается.

Активность ферментов и интенсивность дыхания. В плодах и овощах после уборки вследствие нарушения физиологической связи с материнским растением резко повышается активность окислительно-восстановительных ферментов. Поэтому логично предположить, что в плодном теле грибов после отделения от мицелия должны происходить аналогичные явления, которые в свою очередь должны оказывать существенное влияние на течение биохимических процессов при кратковременном хранении и переработке.

Основным биохимическим процессом, происходящим в грибах после отделения от мицелия, является процесс дыхания, который в известной мере определяет весь ход обмена веществ в тканях. Так как на дыхание расходуются ценные питательные вещества, то общий уровень дыхания в период кратковременного хранения должен быть возможно более низким. Поэтому важно знать, как протекает процесс дыхания у отдельных грибов и как влияют на него различные факторы внешней среды.

Результаты исследования показали, что грибы после отделения от мицелия характеризуются высокой активностью дыхания, особенно опята, у которых поглощение кислорода плодным телом составляет

325 мкл O_2 на 1 г сырого вещества за 1 ч (рис. 2). Значительно меньше активность дыхания у черных груздей, белых грибов и маслят (168,9; 162,5 и 148,2), наиболее низкая - у рыжиков и лисичек.

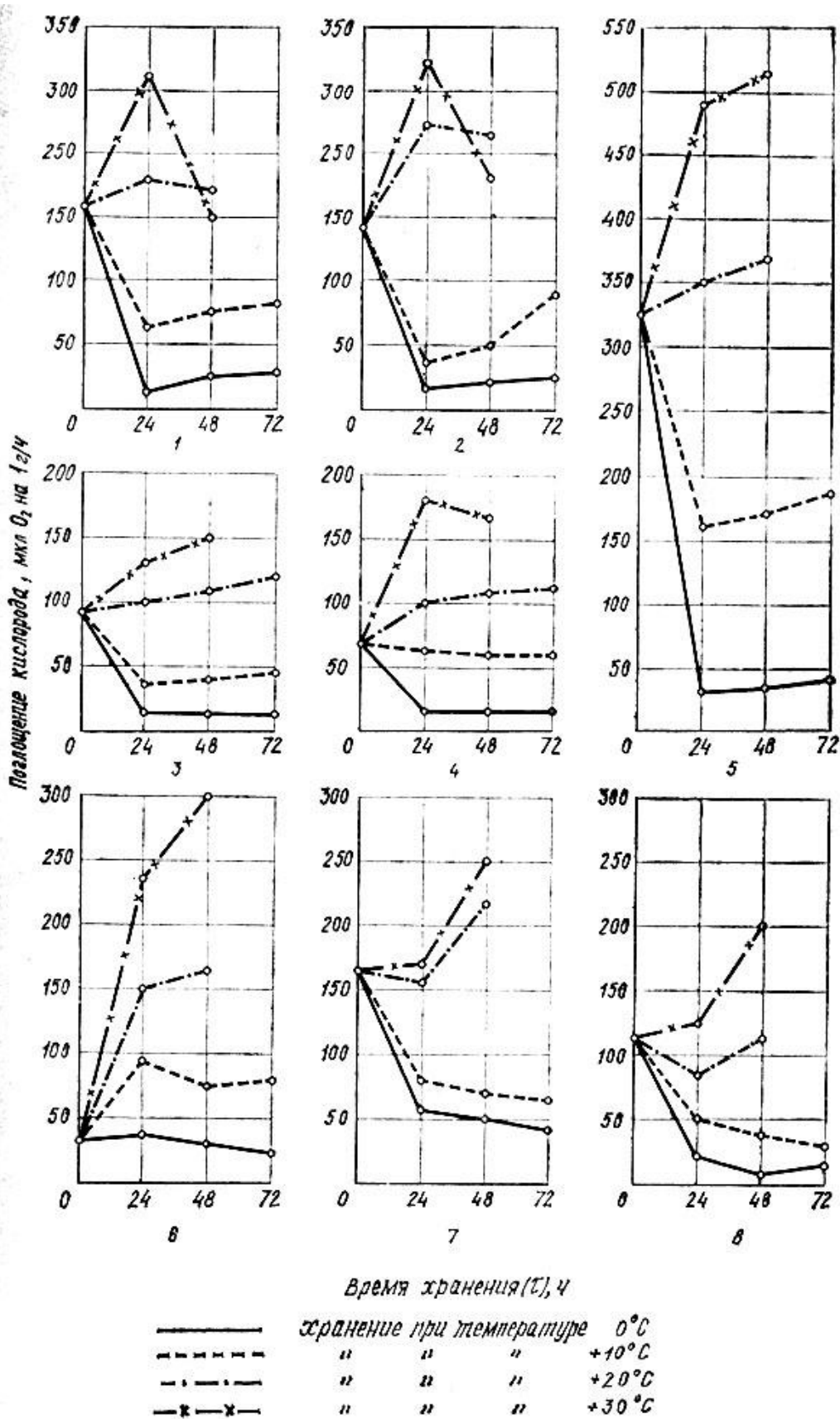


Рис. 2. Изменение интенсивности дыхания плодовых тел грибов в зависимости от

температуры хранения: 1 - белых грибов; 2 - маслят; 3 - подгруздка белого; 4 - лисичек; 5 - опят; 6 - рыжиков; 7 - черных груздей; 8 - свинушек

Высокую активность дыхания опят, очевидно, можно объяснить специфическими особенностями обмена веществ данного вида грибов. В отличие от других грибов опята являются дереворазрушающими, поэтому им приходится преодолевать сопротивление защитного механизма растений, чтобы использовать содержимое клеток растения-хозяина.

Следует отметить, что в грибах интенсивность дыхания во много раз выше, чем в других растительных организмах. В частности, интенсивность дыхания овощей и плодов колеблется в среднем от 3,3 до 16,1 мкл O₂ на 1 кг за 1 ч, что в десятки раз меньше, чем в свежих грибах (31,2-325 мкл O₂ на 1 г за 1 ч).

После сбора интенсивность дыхания у отдельных видов грибов изменяется по-разному и зависит от температуры и длительности хранения. В маслятах и белых грибах поглощение кислорода в процессе дыхания при температуре 0°С через 24 ч составляет 18,9-21,8 мкл O₂ на 1 г сырого вещества за 1 ч и на таком же уровне остается в течение 3 сут с незначительным повышением к концу хранения (для белых грибов - 2,4, для маслят - 5,6 мкл O₂).

При температуре 10° С дыхание маслят и белых грибов увеличивается в 2-3 раза и быстро возрастает в период хранения. Последнее особенно выражено в маслятах, у которых после 48 ч хранения только за последующие сутки интенсивность дыхания увеличивается почти в 2 раза.

При повышенной температуре процессы дыхания в маслятах и белых грибах возрастают только в первые 24 ч хранения, после чего снижаются. Это является, очевидно, следствием развития автолитических процессов.

В подгруздке белом и лисичках, отличающихся от других грибов лучшей сохраняемостью, колебания интенсивности дыхания менее выражены и зависят от температуры и длительности хранения. Так, при 0° С у этих грибов дыхание остается ровным до конца опытного хранения, а при 10° С у лисичек наблюдается даже некоторое его снижение. У черного груздя при пониженной температуре интенсивность дыхания снижается до конца опытного хранения.

Интересно, что у пластинчатых грибов не отмечено резкого снижения интенсивности дыхания при повышенной температуре до конца хранения. Так, у рыжиков, черного груздя, свинушек и опят при температуре 30° С наблюдается повышение интенсивности дыхания в течение 48 ч. Опята, характеризующиеся самой высокой интенсивностью дыхания после сбора, отличаются и наибольшим размахом колебания данного показателя в зависимости от

температуры хранения. При температуре 0° С дыхание опять к концу опытного хранения интенсивнее в 1,5-3 раза дыхания других видов грибов, при 10° С интенсивность дыхания у них находится на таком же уровне, как у подгруздка белого и лисичек при 30° С.

Дыхание является комплексным процессом, в котором участвуют многие ферментные системы. Поэтому, анализируя характер его изменения в зависимости от температуры, особенно обращая внимание на большой разрыв в интенсивности дыхания между 10 и 20° С, можно теоретически предположить, что температурный оптимум развития плодового тела грибов находится именно в этих пределах и дальнейшее уточнение замечаний закономерности и ее связь с метеорологическими условиями могут стать важной предпосылкой для объективного прогнозирования урожая дикорастущих грибов.

В период кратковременного хранения при 0°С в грибах наряду с понижением интенсивности дыхания происходит существенное уменьшение активности окислительно-восстановительных ферментов. Особенно заметно снижается активность аскорбиноксидазы (в 3-4 раза по сравнению с первоначальной). Более устойчивой оказывается монофенолмонооксигеназа (полифенолоксидаза). Увеличение срока хранения при температуре 0° С практически не оказывает влияния на изменение активности окислительных ферментов трубчатых грибов, в то время как у опять активность полифенолоксидазы за 72 ч хранения достигает почти первоначального уровня.

При температуре хранения 10° С наблюдается сначала незначительное снижение, а затем повышение активности окислительных ферментов в белых грибах и маслятах, у опять она увеличивается почти в 3 раза.

Несколько иной характер изменения активности ферментов, по-видимому, из-за видовых особенностей грибов наблюдается при повышенных температурах хранения. Так, у белых грибов при температуре 20° С в первые сутки хранения происходит снижение активности полифенолоксидазы. Затем, по мере увеличения продолжительности хранения, активность аскорбиноксидазы резко возрастает, достигая к концу опытного хранения 136,4 мкл O₂ в 1 г за 1 ч. Объяснить данное явление пока еще довольно трудно. Особенно трудно объяснить изменение активности аскорбиноксидазы вследствие разнообразия ферментных систем, способных окислять аскорбиновую кислоту.

При 30° С до начала автолитических процессов у всех грибов в той или иной степени наблюдается увеличение активности окислительно-восстановительных ферментов. Особенно быстрое увеличение происходит у опять. За первые сутки хранения при 20° С активность аскорбиноксидазы возрастает в 1,6 раза, полифенолоксидазы - в 4,2 раза, при 30° С - соответственно в 3,2 и 4,5 раза. Исключение составляют свинушки, подгруздок белый и лисички. У свинушек

активность полифенолоксидазы в период хранения снижается, а у подгруздка белого и лисичек при температуре 20°C резкого увеличения активности ферментов не наблюдается. Вероятно, этим можно объяснить их большую стойкость в период хранения.

Протеолитическая активность обнаружена только у опят, в виде следов у белых грибов. По мере увеличения температуры и продолжительности хранения происходит довольно значительное повышение активности протеолитических ферментов, особенно при температуре 20° С для трубчатых грибов и 30° С - для опят.

Таким образом, исследование влияния температуры на активность протеолитических, окислительно-восстановительных ферментов и интенсивность дыхания, а, следовательно, на скорость биохимических процессов показывает, что температура является решающим фактором для хранения съедобных грибов в свежем виде.

Изменения в составе основных питательных веществ. Изучение характера изменения азотистых веществ в зависимости от условий хранения имеет практическое значение и представляет теоретический интерес для выявления общих закономерностей биохимических процессов, происходящих в низших растениях.

Прежде всего необходимо отметить, что при кратковременном хранении в грибах происходит увеличение количества общего азота. Особенно большой прирост азота наблюдается при повышенной температуре хранения в трубчатых грибах. Так, при 30° С за 48 ч содержание общего азота в белых грибах увеличивается на 21, а в маслятах на 35% по отношению к содержанию на начало хранения. Интенсивность нарастания общего азота определяется в основном видовыми особенностями грибов. Характер происходящих изменений в комплексе азотистых веществ наиболее отчетливо прослеживается на примере маслят (табл. 10).

Время, ч	Азот, % на абс. сух. вещество			
	общий	белковый	аминный	аммиачный
Хранение при 0° С				
0	4,40	3,28	0,48	0,01
24	4,37	3,27	0,47	0,01
48	4,46	3,30	0,49	0,02
72	4,46	3,29	0,49	0,02
Хранение при 10° С				
0	4,40	3,28	0,48	0,01
24	4,51	3,29	0,51	0,02
48	4,81	3,36	0,55	0,03
72	4,98	3,36	0,68	0,04
Хранение при 20° С				
0	4,40	3,28	0,48	0,01
24	4,89	3,46	0,60	0,04
48	5,29	3,62	0,77	0,14
Хранение при 30° С				
0	4,40	3,28	0,43	0,01
24	5,53	3,81	0,87	0,07
48	5,89	3,67	0,68	0,26

При температуре хранения 0°С практически отсутствуют какие-либо изменения по всем формам азота, что согласуется с органолептическими показателями, отсутствием токсических веществ, очень низкой активностью ферментных систем и интенсивностью дыхания. Хранение при 10° С не вносит существенных изменений в содержание общего и других форм азота. При повышенной температуре скорость накопления азотистых веществ возрастает.

Значительный прирост содержания азотистых веществ в грибах после отделения их от мицелия казался трудно объяснимым. Поэтому для проверки полученных данных нами была проведена дополнительная серия опытов. Полученные данные подтвердили тенденцию увеличения всех форм азота в плодовых телах грибов в процессе кратковременного хранения при повышенной температуре. Данное явление было легче всего объяснить уменьшением количества сухих веществ, в первую очередь Сахаров, в результате усиленного дыхания. Однако, как показали расчеты, потеря Сахаров в количестве 2-3% на сухое вещество должна увеличивать процентное содержание общего азота всего на величину, в 10-15 раз меньшую, чем получалось в результате многочисленных анализов.

Из литературы известно, что некоторые грибы и микроорганизмы способны фиксировать атмосферный азот (Лилли, Барнет, 1953; Беккер, 1969; Львов, 1967; Наплекова, 1970). По мнению Любимова В. Н., процесс фиксации атмосферного азота некоторыми видами

грибов сопровождается синтезом аминокислот. Поэтому есть основание предполагать, что исследованные нами плодовые тела грибов способны фиксировать азот атмосферы. Возможно, и строение плодового тела, имеющего большую поверхность соприкосновения с атмосферой, направлено на осуществление данного процесса. Высказанное предположение косвенно подтверждается отсутствием протеолитической активности на протяжении первых суток хранения.

Следует отметить, что вопрос о возможности фиксации атмосферного азота грибами интересовал ученых (Мишустин, Шильникова, 1968), но до последнего времени оставался не решенным из-за противоречивых данных. Однако последние работы чехословацких ученых (Ginterowa, 1973), работавших с мицелием съедобных грибов, подтверждают нашу точку зрения по данному вопросу. Естественно, полное доказательство фиксации атмосферного азота съедобными грибами значительно обогатит биологическую науку в раскрытии взаимосвязи между отдельными элементами леса.

Известно, что при хранении в результате преобразования аминокислот в продуктах с высоким содержанием азотистых веществ могут образовываться ядовитые вещества, подобные рыбным или трупным ядам (Ячевский, 1933, и др.). Иноуэ Идзо (Inoue, 1961) показал, что при порче съедобного гриба *Armillaria matsutaka* в нем полностью исчезают фенилаланин и гистидин, кроме того, обнаружены и идентифицированы фенилэтиламин и гистамин.

В наших исследованиях была поставлена задача выяснить, в каком направлении протекает процесс изменения свободных аминокислот при кратковременном хранении. В результате установлено, что в первые 24 ч хранения при +20° С общее содержание свободных аминокислот в маслятах увеличивается до 27,6%. С увеличением срока хранения начинается снижение содержания свободных аминокислот, по-видимому, в результате развития автолитических процессов. В изменениях состава и количества отдельных аминокислот трудно выявить определенную закономерность, тем не менее можно констатировать, что во всех грибах в период кратковременного хранения происходит резкое увеличение глютаминовой кислоты.

В настоящее время получила подтверждение гипотеза С. Н. Виноградского о путях фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями, согласно которой первичным продуктом связывания азота является аммиак. Последний, вступая в реакцию с α -кетоглутаровой кислотой, дает глютаминовую кислоту. Глютаминовая кислота подвергаясь декарбоксилированию, переаминированию и другим превращениям, может дать другие аминокислоты. Предполагается, что такая схема связывания азота является общей для многих микроорганизмов (Кретович, 1971). Это можно рассматривать как еще одно доказательство возможности фиксации атмосферного азота шляпочными грибами.

По другим аминокислотам закономерностей изменения, характерных для всех грибов, не наблюдается. Это связано, по-видимому, с видовыми особенностями изучаемых грибов.

Потеря питательных веществ в плодовом теле грибов в период кратковременного хранения происходит в основном за счет углеводов. Это вполне объяснимо, если сопоставить полученные результаты с интенсивностью дыхания грибов после отделения плодового тела от мицелия. При дыхании в начале хранения в процесс вовлекается в основном имеющийся запас Сахаров, особенно моносахаридов. На последующих стадиях хранения, когда чувствуется недостаток моносахаридов, клетки начинают использовать сахароспирты и гликоген.

Заметное снижение активности дыхания при 0°C (на примере свинушек) характеризуется незначительным снижением общего количества Сахаров на всем протяжении трехдневного периода хранения (табл. 11).

Время хранения, ч	Углеводы, % на абс. сухое вещество					Слизи, %
	сахара			Сахаро-спирт (маннит)	Гликоген	
	общие	редуцирующие	трегалоза			
Хранение при 0°С						
0	3,02	0,88	2,03	7,19	0,27	8,34
24	2,46	1,76	0,67	7,02	0,21	5,59
48	2,43	1,81	0,59	6,26	0,12	4,23
72	2,40	1,88	0,49	6,10	0,10	3,95
Хранение при 10°С						
0	3,02	0,88	2,03	7,19	0,27	8,34
24	2,31	1,01	1,24	6,48	0,12	4,84
48	2,24	1,33	0,86	6,08	0,09	4,18
72	2,09	1,99	0,10	5,84	0,06	3,40
Хранение при 20°С						
0	3,02	2,88	2,03	7,19	0,27	8,34
24	1,98	0,94	0,99	5,76	0,13	4,29
48	1,67	0,05	0,59	5,32	0,09	2,84
Хранение при 30°С						
0	3,02	0,88	2,03	7,19	0,27	8,34
24	1,67	0,89	0,88	5,68	0,12	3,98
48	1,18	0,92	0,25	5,12	0,04	2,07

Однако внутри углеводного комплекса наблюдается гидролитический распад трегалозы, гликогена (особенно на 2-е и 3-й сутки хранения) и существенное увеличение количества редуцирующих Сахаров.

С повышением температуры хранения происходит усиление процесса дыхания и резкое уменьшение общего количества сахара в основном за счет преимущественного использования трегалозы. Ее количество за 72 ч хранения при температуре 10° С уменьшается примерно в 20 раз. В период хранения при температуре 20° С по сравнению с первоначальным содержанием в результате некоторого повышения активности дыхания расход углеводов увеличивается. Эта тенденция сохраняется также и в период хранения грибов при 30° С. При указанных температурных режимах в течение 48 ч хранения практически полностью исчезает гликоген.

Интересно отметить, что в зависимости от режима хранения, например в свинушках, происходит уменьшение от 14 до 30% маннита и в 2,5-4 раза слизистых веществ. Резкое уменьшение количества слизистых веществ указывает на то, что углеводы, освобождающиеся при гидролитическом распаде слизей, активно участвуют в акте дыхания.

Таким образом, на характер потерь питательных веществ в плодовом теле грибов оказывает существенное влияние режим кратковременного хранения и видовые особенности грибов.

Влияние условий кратковременного хранения на структуру плодового тела. Особое значение в последнее время приобретает проблема биологических структур при совершенствовании и разработке новых методов переработки сырья растительного и животного происхождения.

Как указывалось выше, плодовое тело грибов состоит из переплетенных особым образом нежных гиф, поверхность которых непосредственно соприкасается с внешней газовой средой. Естественно, что после отделения плодового тела от мицелия в нем под действием внешних факторов должно происходить изменение механических свойств ткани, что неизбежно оказывает существенное влияние на характер испарения влаги при сушке съедобных грибов, а также на качество готового продукта.

Для характеристики изменения механических свойств структурных элементов плодового тела нами принята плотность тканей, выраженная величиной усилия (Р) в граммах, способного погрузить конический пуансон с углом при вершине 60° на глубину 1 см в течение 3 мин.

На рис. 3 показано влияние условий и продолжительности хранения грибов на изменение плотности тканей плодового тела.

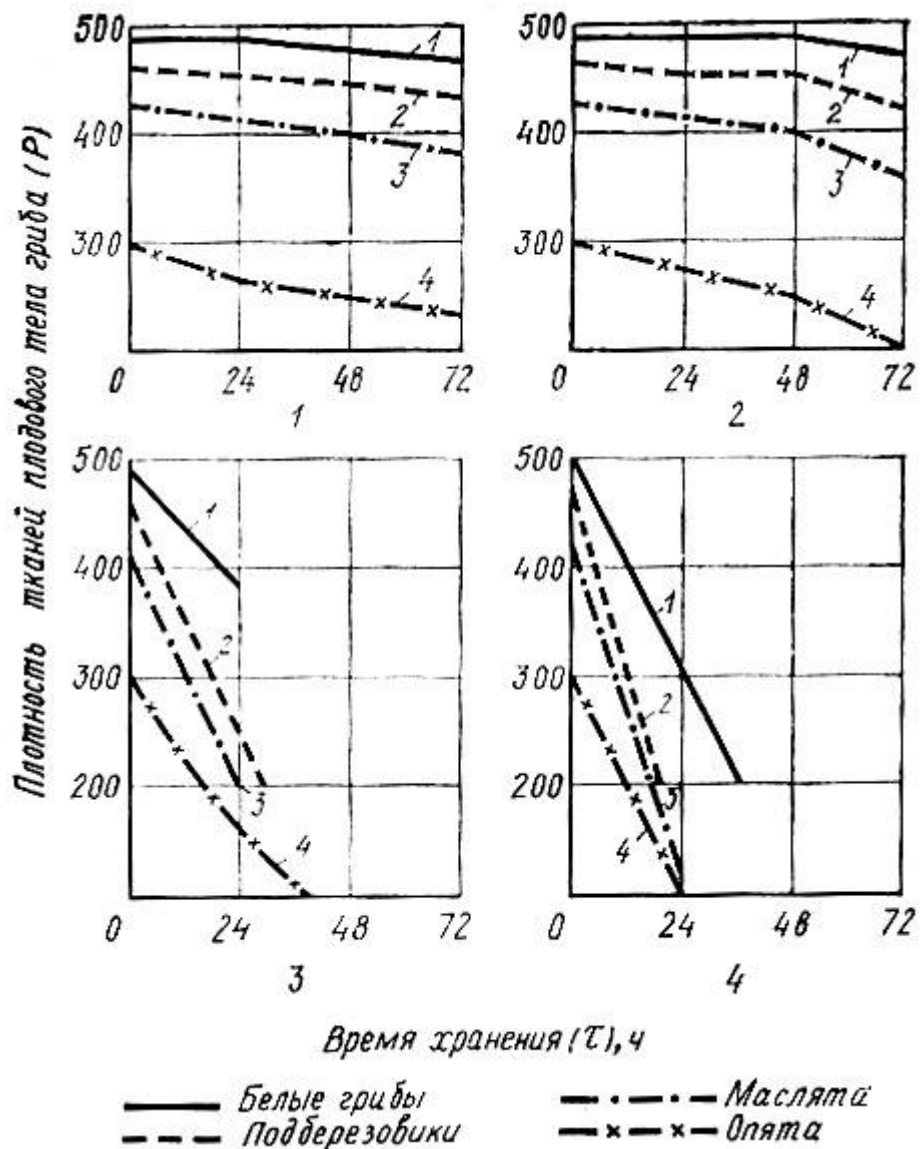


Рис. 3. Влияние условий и продолжительности хранения на изменение плотности тканей плодового тела: 1 - хранение при 0° С; 2 - хранение при 10° С; 3 - хранение при 20° С; 4 - хранение при 30° С

Из представленных графиков следует, что температура хранения оказывает существенное влияние на характер изменения плотности и структуры тканей. Так, при 0°С свежие грибы на протяжении 3 сут хранения сохраняют механические свойства структурных элементов плодового тела примерно на одинаковом уровне, за исключением опят, у которых на 3-4 сутки плотность тканей снижается примерно на 15%. Несколько существеннее изменяется плотность тканей при хранении грибов при 10° С. При повышенной температуре хранения в результате усиленных биохимических процессов наблюдается стремительное снижение плотности тканей, что согласуется с данными по увеличению активности ферментов, интенсивности дыхания, изменениям в комплексе азотистых веществ и углеводов.

Развитие личинок насекомых в зависимости от условий хранения. Плодовое тело грибов в период своего развития поражается многими видами вредителей. По данным Островерховой-

Плотниковой Г. И. (1964), в условиях Западной Сибири белые грибы поражаются 22 видами насекомых, маслята поздние - 19 видами и т. д. В неблагоприятные годы степень поражения может достигать 89,4%. По данным Б. П. Василькова (1968), а также И. И. Журавлева, средняя пораженность составляет до 50%. В. И. Шубин (1976) определяет ее в пределах 30-70% в зависимости от погодных условий.

Наличие личинок насекомых снижает качество грибного сырья и готовой продукции. Однако добиться полного исключения случаев наличия червоточин или самих личинок практически нельзя. А. binder, К. Löweneck (1964) показали, что даже при самой тщательной сортировке грибного сырья перед консервированием пораженность личинками кусочков грибов колеблется от 9 до 23%. Анализируя грибы теневой сушки, они также часто обнаруживали сильное поражение продукта. Нами изучалась интенсивность развития личинок в плодовых телах грибов после отделения их от мицелия в зависимости от степени поражения, продолжительности и температуры хранения.

Исследования показали, что количество личинок в маслятах при одинаковом поражении ножки (2-4 червоточины) колеблется в широких пределах. Так, грибов со слабой пораженностью (до 100 личинок на 100 г грибов) было 32%, со средней (101-1000) - 52% и сильной (1001-2000) - 16%. Отсюда следует, что степень пораженности ножки не может быть критерием для определения степени пораженности всего плодового тела.

При благоприятных для развития личинок насекомых условиях хранения происходит стремительное снижение качества грибов.

Наблюдения за хранением грибов при 20° С показали, что грибы со слабой пораженностью могут подвергаться кратковременному хранению в пределах 20 ч, а грибы с более высокой степенью пораженности необходимо после тщательной сортировки подвергать немедленной переработке.

Решающее влияние на интенсивность развития личинок насекомых оказывают температура и продолжительность хранения (табл. 12).

Темпе- ратура хра- нения, °С	Время отбора проб для анали- за, ч	Масса чер- вей, г на 100 г сырого веще- ства	Число личи- нок в 100 г навески, шт.	Средний раз- мер личинки, мм
0	В начале хра- нения	0,42	455	2,64
	Через 24	0,42	455	2,65
	Через 48	0,43	457	2,66
	Через 72	0,42	455	2,64
	Через 96	0,41	452	2,62
10	В начале хра- нения	0,42	455	2,64
	Через 24	0,58	459	3,12
	Через 48	0,84	463	3,66
	Через 72	1,48	460	3,99
20	В начале хра- нения	0,42	455	2,64
	Через 24	1,13	433	4,00
	Через 48	1,39	146	7,60
30	В начале хра- нения	0,42	455	2,64
	Через 24	0,48	190	5,21
	Через 48	>0,50	>200	>5,20

При 0°С масса и средний размер личинок насекомых в течение 4 сут хранения практически не изменяется. К концу хранения личинки становились малоподвижными, тощими, некоторая часть их погибала.

При 10° С развитие личинок происходит довольно быстро. Через 72 ч масса их увеличивается в 3,5 раза, отмечено увеличение размера и числа их за счет появления новых личинок. Средний размер личинок (2,62-7,6 мм).

Как уже отмечалось выше, исключительно быстро происходит развитие насекомых при температуре 20° С, а еще быстрее при 30° С, что практически приводит к полному уничтожению грибов уже через сутки.

Полученные нами данные показывают, что при повышенной температуре хранения с каждым часом происходит увеличение количества личинок и уничтожение плодовой ткани грибов. Поэтому на перерабатывающих предприятиях грибы до переработки следует хранить при температуре, близкой к 0°С, но не выше 10° С.

Таким образом, после отделения плодовых тел от мицелия основным фактором, влияющим на интенсивность изменения качества грибного сырья, является температура. С повышением температуры происходит увеличение активности ферментных систем и интенсивности дыхания, что вызывает значительные изменения в комплексе азотистых

веществ, уменьшение количества углеводов и снижение органолептических показателей.

Принимая во внимание закономерности изменения биохимического характера органолептических свойств и структуры плодового тела, можно сделать вывод, что зависимость качества от температуры и продолжительности хранения (см. рис. 1) может служить для определения сроков хранения грибного сырья до переработки в конкретно сложившейся обстановке на предприятии.

Глава II. Сушка и ее влияние на потребительские свойства грибов

Процессы, происходящие при сушке

Влияние режима сушки на температуру плодового тела грибов и продолжительность процесса. Сушка пищевого сырья всегда направлена на создание продукта с новыми свойствами. При сушке очень часто преследуются различные цели: уменьшение массы, повышение стойкости при хранении, создание новых физических, вкусовых и ароматических свойств. Новые свойства пищевого продукта, образующиеся при сушке, обусловлены существенными изменениями состава сырья, происходящими в результате биохимических и чисто химических реакций.

Продолжительность процесса сушки и критическое влагосодержание зависят от температуры и скорости движения сушильного агента, относительной влажности воздуха, а также от размера частиц материала и от нагрузки его на единицу сушильной поверхности.

На примере кривых сушки моховиков и лисичек (рис. 4) показано влияние температуры сушильного агента на продолжительность процесса (τ). Повышение температуры теплоносителя ведет к уменьшению продолжительности сушки. При этом чем ближе температура сушильного агента к 100°C , тем меньше ее влияние на уменьшение времени сушки. Некоторое влияние оказывают также начальное влагосодержание (W^c_1) и особенности структуры плодового тела. Так, для моховиков и лисичек повышение температуры с 50 до 75°C сокращает время сушки в 2 раза, а с 75 до 100°C для моховиков - на 35%, для лисичек - на 15-20%. Повышение температуры сушильного агента также существенно влияет на уменьшение критического влагосодержания, что важно для интенсификации процесса, так как расширяются границы постоянного периода сушки, при котором происходит максимальное удаление влаги за единицу времени.

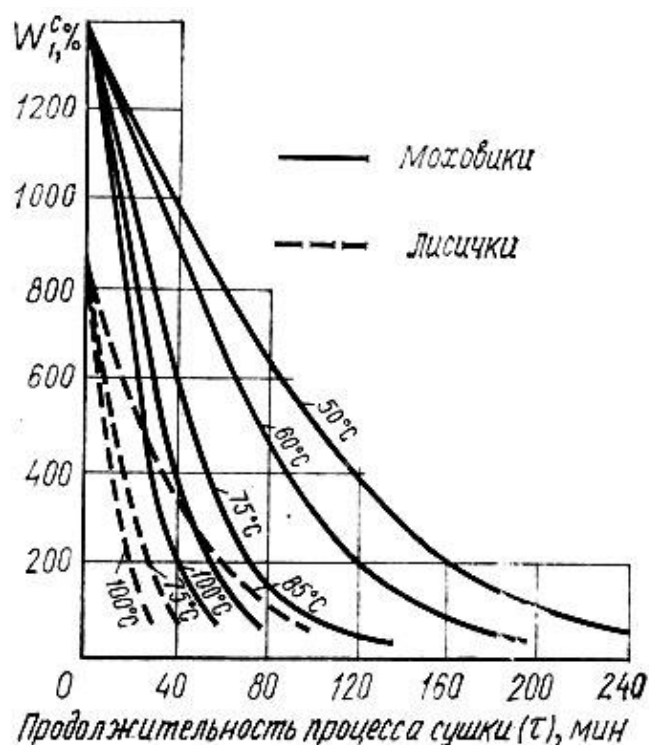


Рис. 4. Влияние температуры теплоносителя на продолжительность сушки моховиков при нагрузке $3,4 \text{ кг/м}^2$ и лисичек при нагрузке $2,3 \text{ кг/м}^2$ и скорости движения $0,5 \text{ м/с}$

При производстве сушеных грибов очень важно сушку вести в условиях, способствующих прохождению биохимических процессов, направленных на создание продукта с высокими пищевыми достоинствами, сильным ароматом и приятным вкусом.

Плодовое тело грибов содержит большое количество воды и поэтому на первом этапе сушки в нем должны протекать гидролитические процессы, а также потеря сухих веществ за счет дыхания, причем не исключена возможность процессов синтеза. По мере потери воды должны также происходить дальнейшие изменения веществ при участии ферментативного комплекса, сохраняющего в основном свою активность и после разрушения клеток.

В связи с тем, что температура оказывает решающее влияние на скорость прохождения биохимических реакций, мы задались целью изучить закономерности изменения температуры плодового тела грибов при различных параметрах сушильного процесса во времени и в зависимости от содержания влаги, что имеет практическое значение для разработки оптимальных режимов сушки и создания предпосылок, дающих возможность предвидеть направление биохимических изменений под действием температуры.

На рис. 5 прослеживается повышение температуры плодового тела маслят при различной температуре ($t^\circ \text{C}$) сушильного агента. Следует отметить, что при сушке грибов при 50°C температура поверхности плодового тела примерно на протяжении 4/5 общего времени сушки не превышает 40°C . Естественно, при таких условиях следует

ожидать повышенной активности ферментов, более интенсивного течения биохимических процессов, особенно дыхания.

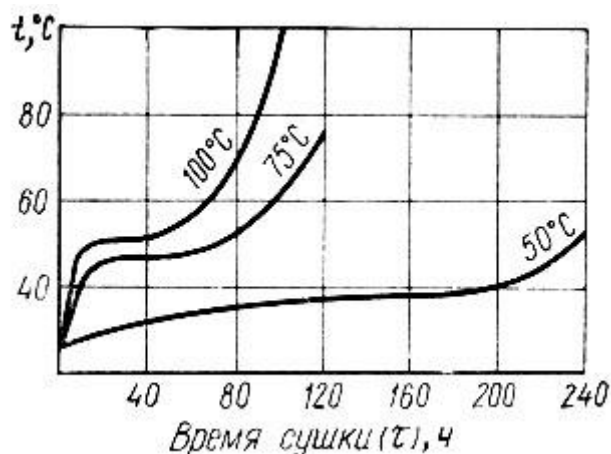


Рис. 5. Изменение температуры плодовых тел маслят в зависимости от продолжительности сушки

При повышении температуры сушки время, при котором температура поверхности плодового тела не превышает 50°C , когда внутри еще сохраняется высокая активность многих ферментов, сокращается. Так, для грибов, высушенных при 75°C оно составляет 50%, а при 100°C - 40% от времени, затрачиваемого на весь период сушки. Это ведет к сокращению периода прохождения биохимических процессов.

На активность ферментов большое влияние оказывает содержание воды в высушиваемом материале.

На рис. 6 приведена зависимость изменения температуры на поверхности и внутри (на глубине 5 мм) плодового тела гриба по мере уменьшения его влагосодержания (W^c). Это дает возможность установить условия прохождения тех или иных ферментативных реакций.

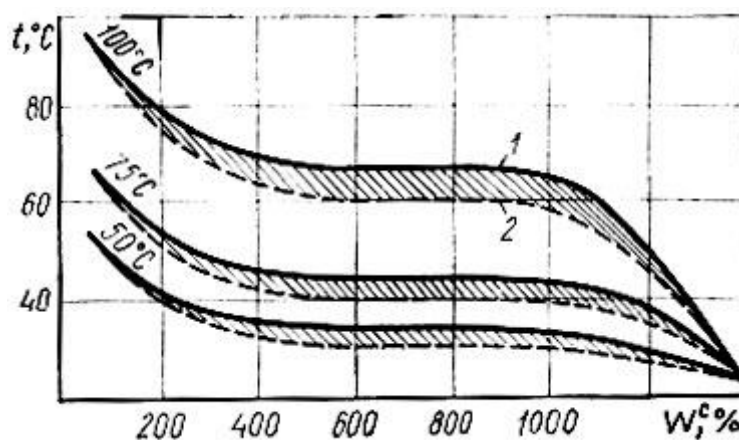


Рис. 6. Зависимость изменения температуры плодовых тел моховиков от влагосодержания в период сушки: 1 - на поверхности грибов; 2 - в центре

Таким образом, из полученных экспериментальных данных следует, что по мере увеличения температуры сушильного агента разница между температурой поверхности плодового тела и его центральной части увеличивается. Так, для грибов, подвергаемых сушке при температуре теплоносителя 50°C она достигает 5°C , а при 100°C $8-9^{\circ}\text{C}$. Перепад температуры обуславливается интенсивностью испарения влаги с поверхности высушиваемого материала. Чем выше температура сушильного агента, тем выше интенсивность испарения и тем медленнее происходит прогревание внутренних слоев плодового тела.

Изменение активности ферментов и других лабильных соединений. Сведения о процессах, протекающих в грибах в период сушки, в литературе отсутствуют, поэтому было решено выяснить, как влияет температура и продолжительность сушки на активность некоторых ферментов и изменение наиболее важных компонентов химического состава.

Нами установлено (рис. 7 и рис. 8), что разные виды трубчатых грибов существенно различаются между собой активностью ферментов и интенсивностью дыхания. Белые грибы характеризуются высокой активностью аскорбиноксидазы и сравнительно низкой активностью полифенолоксидазы, в то время как моховики обладают низкой активностью аскорбиноксидазы и высокой активностью полифенолоксидазы. По-видимому, быстрое потемнение клеточного сока моховиков при соприкосновении с кислородом воздуха этим и объясняется.

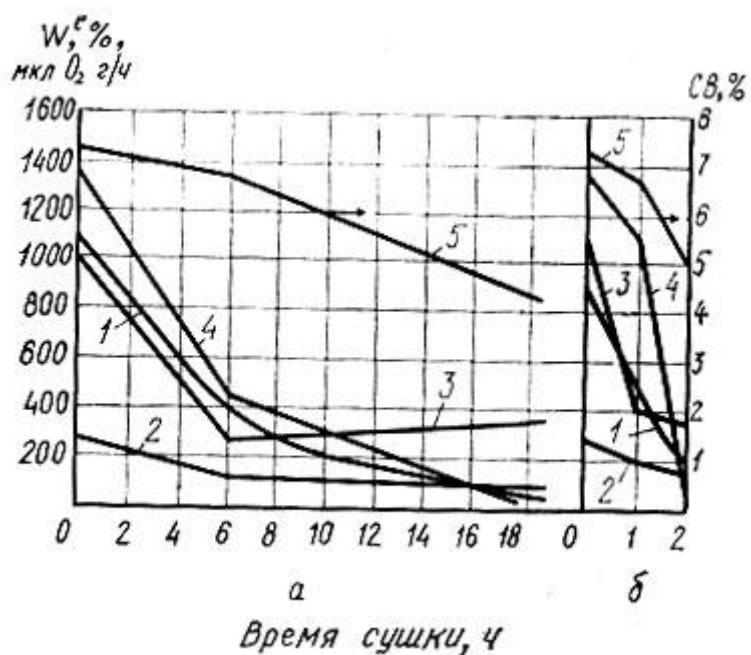


Рис. 7. Зависимость активности ферментов, интенсивности дыхания и содержания Сахаров в белых грибах от температуры и времени сушки: а - при теневой сушке; б - при 50°C ; 1 - кривая сушки; 2 - активность полифенолоксидазы; 3 - активность аскорбиноксидазы; 4 - интенсивность дыхания; 5 - изменение содержания сахаров

В процессе сушки активность ферментов и интенсивность дыхания закономерно снижаются, причем характер снижения зависит в основном от содержания воды в высушиваемом продукте и от температуры сушки. Особенно стремительно снижение активности аскорбиноксидазы и полифенолоксидазы при интенсивном снижении влагосодержания в первом периоде сушки. Во втором периоде активность ферментов при теневой сушке практически остается на одном уровне и снижается при тепловой сушке в результате разрушающего действия повышенной температуры. Интересно отметить, что интенсивность дыхания быстро снижается на протяжении всей сушки и в готовом продукте почти отсутствует. Это можно объяснить падением жизненных функций клеток по мере высыхания продукта. Кроме того, можно предположить, что интенсивность дыхания зависит в первую очередь от активности полифенолоксидазы.

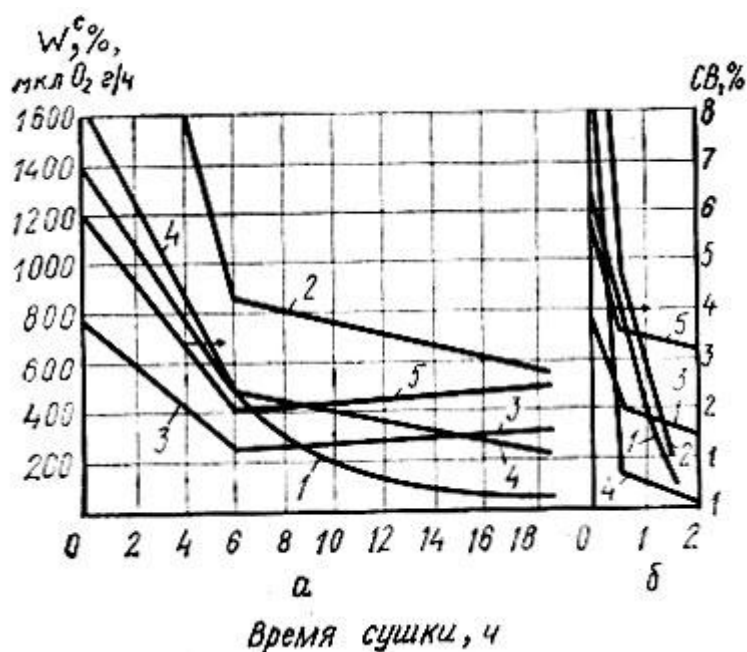


Рис. 8. Зависимость активности ферментов, интенсивности дыхания и содержания Сахаров в моховиках от температуры и времени сушки: а - при теневой сушке; б - при 75° С; 1 - кривая сушки; 2-активность полифенолоксидазы; 3 - активность аскорбиноксидазы; 4 - интенсивность дыхания; 5 - изменение содержания сахаров

Правомомерность данного суждения подтверждается характером кривой падения интенсивности дыхания в первом периоде сушки. У белых грибов со слабой полифенолоксидазной активностью идет более плавное снижение интенсивности дыхания. Одновременно на протяжении всего периода сушки происходит уменьшение содержания Сахаров (на графике показано уменьшение в % на абс. сухое вещество, СВ), причем в первом периоде оно интенсивнее, чем во втором, за счет значительного использования углеводов на дыхание. Сравнительно резкое уменьшение Сахаров у белых грибов во втором периоде тепловой сушки является следствием образования продуктов меланоидиновой реакции. Сумма Сахаров уменьшается в результате разрушения редуцирующих Сахаров и трегалозы. Сахароспирты и

слизи не подвергаются существенным изменениям. Гликоген разрушается подобно сахарам, особенно его свободная форма. По-видимому, в первый период сушки, когда продукт содержит большое количество воды, возможен гидролиз его до глюкозы. Аскорбиновая кислота при сушке разрушается на 80-90%, наблюдается уменьшение количества полифенольных соединений. Так, у белых грибов, обладающих низкой полифенолоксидазной активностью, полифенольные соединения при сушке сохраняются на 50-70%, а у моховиков с высокой полифенолоксидазной активностью - лишь на 20%. В целом изменение содержания углеводов, полифенольных соединений и аскорбиновой кислоты обусловлены в основном активностью ферментов.

Если сравнить изменение содержания общего количества Сахаров при теневой сушке и тепловой, то можно отметить, что при тепловой потери питательных веществ несколько меньше, но не настолько, как можно было ожидать, учитывая кратковременность течения ферментативных процессов. Такое положение является следствием увеличения активности ферментов в результате повышения температуры плодового тела в период тепловой сушки.

Так, повышение температуры плодового тела с 20 до 40° С увеличивает активность аскорбиноксидазы белых грибов примерно в 1,5 раза, полифенолоксидазы - в 4 и интенсивность дыхания почти в 2 раза.

Съедобные грибы сравнительно богаты рибофлавином и тиаминном, которые играют важную роль в обмене веществ. В частности, рибофлавин является витамином, входящим в состав многих ферментов, осуществляющих окислительное фосфорилирование в процессе дыхания.

Результаты изучения влияния температуры сушки на сохраняемость этих витаминов показали, что при сушке происходит снижение содержания витаминов, особенно свободной формы. Кроме того, следует отметить что у опят при повышенной температуре наблюдается большая потеря витаминов, чем у белых грибов. Это, по-видимому, связано с видовыми особенностями и структурой плодового тела.

В заключение отметим, что даже после сушки при температуре теплоносителя 75° С в сушеном продукте сохраняется некоторая активность аскорбиноксидазы, полифенолоксидазы и, вероятно, других ферментов.

Наличие остаточных количеств ферментов в сушеных грибах должно учитываться при разработке способов их упаковки и хранения. Кроме того, закономерности изменения активности ферментов в процессе сушки позволяют наметить пути разработки наиболее целесообразных режимов обезвоживания грибов. В

частности, повышения их питательной ценности и улучшения товарного вида можно достичь сокращением времени разрушающего действия ферментов. Наиболее эффективным в данном случае является сокращение первого периода сушки.

Накопление меланоидиновых соединений. Соединения, образующиеся при сахароаминной реакции, оказывают существенное влияние на формирование вкусовых и ароматических свойств пищевых продуктов и их изменение в период хранения.

Грибы благодаря наличию в них значительного количества разных свободных аминокислот и редуцирующих Сахаров обладают более существенными предпосылками для интенсивного прохождения меланоидиновой реакции в период сушки, чем другие продукты растительного происхождения. Нами проведено изучение влияния температуры сушки на характер меланоидинообразования с целью выявления связи между количеством меланоидиновых соединений и органолептическими свойствами сушеных грибов.

Для исследования избрали методику определения азота меланоидинов, предложенную Г. Г. Агабальянцем, которая, как показали опыты, обеспечивает хорошую сопоставимость результатов и, по-нашему мнению, ближе всего к истине отражает количество меланоидиновых соединений, находящихся в субстрате.

В результате опытов при большом количестве повторностей получены данные по изменению содержания азота меланоидинов в некоторых грибах в зависимости от температуры сушки, которые показывают не только интенсивность протекания сахароаминных реакций при различных режимах сушки, но и вскрывают некоторые стороны зависимости меланоидинообразования от одновременного действия многих факторов (табл. 13).

Грибы	Продолжительность теневой сушки, ч	Количество меланоидинов (мг на 100 г азота меланоидинов в расчете на абс. сухое вещество) при			
		теневой сушке	тепловой сушке		
			50° С	75° С	100° С
Белые	26—28	208,4	134,2	150,4	189,6
Моховики	27—30	229,7	261,7	280,8	155,4
Опята	15—17	94,2	155,0	187,6	172,9
Строчки	26—28	266,2	253,6	207,9	58,2

Процесс меланоидинообразования при одинаковых условиях сушки в разных видах грибов протекает по-разному. Это обусловлено прежде всего различием количественного состава свободных аминокислот и редуцирующих Сахаров.

Для белых грибов, моховиков, строчков характерно наибольшее накопление азота меланоидинов при теневой сушке. В опятах при теневой сушке азота меланоидинов накапливается в 2-2,5 раза меньше. Однако если сравнить продолжительность теневой сушки опят с такой же сушкой других грибов, то становится очевидным, что количество образовавшихся меланоидиновых соединений при прочих равных условиях зависит и от времени, в течение которого в них сохраняются условия для прохождения сахароаминной реакции.

При тепловой сушке, за исключением белых грибов и опят, по мере увеличения температуры сушки количество азота меланоидинов уменьшается. Это можно объяснить значительным сокращением времени сушки по сравнению с теневой, а следовательно, сокращением времени прохождения сахароаминной реакции. Однако с повышением температуры сушки интенсивность накопления азота меланоидинов (И) в сушеных грибах возрастает (табл. 14).

Грибы	Температура сушильного агента, °С							
	20		50		75		100	
	Время сушки, ч	И, мг на 100 г абс. сухого вещества за 1 ч	Время сушки, ч	И, мг на 100 г абс. сухого вещества за 1 ч	Время сушки, ч	И, мг на 100 г абс. сухого вещества за 1 ч	Время сушки, ч	И, мг на 100 г абс. сухого вещества за 1 ч
Белые	27,0	8,0	3,5	38,3	2,3	65,2	1,2	157,2
Моховики	29,0	10,3	4,0	65,2	2,4	108,3	1,3	119,2
Опята	16,0	5,9	3,0	51,7	2,0	89,1	1,1	157,2
Строчки	26,0	10,3	4,0	63,4	2,1	99,0	1,0	58,2

Проведенная статистическая обработка результатов аналитических определений показала, что между температурой сушки (Т) в диапазоне 20-75° С и интенсивностью накопления азота меланоидинов И (мг на 100 г абс. сухого вещества за 1 ч) существует линейная зависимость, которая подчиняется уравнениям: для белых грибов $I = 1,07T - 12,5$; для моховиков $I = 1,66T - 23,4$ для опят $I = 1,48T - 27,0$; для строчков $I = 1,66T - 20,2$. Среднеквадратичное отклонение уравнений не превышает $\pm 5,3\%$.

При температуре сушки строчков выше 75° С интенсивность меланоидинообразования падает. Это, возможно, обусловлено ингибиторным действием на процесс продуктов карамелизации сахаров.

Влияние сушки на потребительские свойства трубчатых грибов

Изменения в составе питательных веществ. Основу питательных веществ сушеных грибов составляют азотистые соединения, углеводы и слизи. Поэтому мы в своих исследованиях при изучении влияния температуры и продолжительности сушки основное внимание уделили изучению компонентов химического состава.

Результаты проведенных исследований показывают, что белые грибы в процессе сушки теряют некоторое количество азотистых веществ. Наибольшая потеря азота наблюдается в процессе тепловой сушки при температуре 100° С. Тепловая сушка при 50 и 75° С не вызывает резких количественных изменений по сравнению с теневой сушкой и даже со свежими грибами. Противоположное явление наблюдается в изменениях белкового азота. Здесь самая значительная убыль происходит при теневой сушке грибов. При этом белые грибы теряют от 11 до 29,1% белкового азота по сравнению с содержанием его в свежих грибах. Из режимов тепловой сушки наибольшие изменения белковых веществ происходят при температуре 50° С, но и эти потери почти в 2 раза ниже, чем при теневой сушке. Уменьшение количества белковых веществ при теневой сушке и тепловой при температуре 50° С происходят за счет ферментативного гидролиза белков, условия для которого более оптимальны при теневой сушке. Сушка грибов при температуре 50° С создает также благоприятные условия для ферментативного распада белков, особенно в первый период сушки, когда при высоком содержании влаги температура внутри продукта достигает 35-38° С. Однако благодаря усиленному воздухообмену грибы быстро теряют влагу и гидролиз белков не заходит так далеко, как при теневой сушке. Повышение температуры сушки до 75-100° С вызывает незначительные потери белкового азота. Для белых грибов при температуре сушки 100° С они составляют всего лишь 2,4-7,4%, т.е. примерно в 3 раза меньше по сравнению с теневой сушкой. Такое положение связано с тем, что при указанных режимах сушки гидролиз белков возможен только в первые 30-60 мин, а затем прекращается из-за сильного уменьшения количества влаги и инактивации ферментных систем.

Наряду с изменением содержания белковых веществ характерные изменения происходят и с аминным азотом. При теневой сушке белых грибов наблюдается значительное увеличение его. При тепловой сушке количество аминного азота убывает (по мере повышения температуры) и достигает максимума при 100° С.

Существует мнение, что при подсушивании грибов трегалоза очень быстро превращается в маннит (Ячевский, 1933) и, как правило, при сушке исчезает полностью и сохраняется только в сушеных белых грибах (Васильев, 1958). Однако экспериментальные работы в этом направлении не проводились, и возможные превращения углеводов при сушке грибов не изучены.

Исследования, проведенные нами, показали, что изменения в комплексе углеводов зависят от вида грибов и температуры сушки.

Так, в белых грибах значительно снижается общее количество Сахаров, причем самые существенные потери наблюдаются при теневой сушке. Из режимов тепловой сушки наибольшее влияние на изменение количества Сахаров оказывают температуры 50 и 75° С, наименьшие потери происходят при 100° С.

Анализ динамики изменения содержания отдельных Сахаров в процессе сушки показывает, что количество лактозы и фруктозы при теневой сушке уменьшается в 4 раза по сравнению со свежими грибами. При тепловой сушке их количество сохраняется несколько лучше. На содержание глюкозы не оказывает существенного влияния практически ни один из режимов сушки. В противоположность редуцирующим сахарам сушка не вызывает резкого уменьшения в грибах трегалозы, особенно это относится к сушке при температуре 100° С; при 50° С и теневой сушке потеря трегалозы достигает 31% по сравнению со свежими грибами.

Наряду с сахарами при сушке происходит также изменение количества маннита. В белых грибах при тепловой сушке наблюдается распад маннита, при теневой его количество несколько увеличивается. Минимальные различия во всех случаях статистически достоверны.

В отношении гликогена можно отметить, что его количество при всех режимах сушки практически остается без изменений и только при теневой сушке оно несколько уменьшается.

Слизи в период сушки подвергаются довольно значительным изменениям. Так, при теневой сушке их количество уменьшается более чем в 2 раза по сравнению со свежими грибами. Лучше всего слизи сохраняются в грибах, высушенных при температуре 75° С.

Следовательно, можно сделать вывод, что значительное уменьшение количества углеводов при сушке является следствием гидролитического распада высших полисахаридов и в первую очередь полисахаридов, входящих в состав слизей.

Значительное количество аминного азота в грибах и изменение его содержания при сушке вызывают необходимость изучения влияния сушки на количественные изменения в составе отдельных аминокислот.

Результаты исследования показали, что в аминокислотном составе белых грибов при сушке происходит целый ряд существенных изменений. Прежде всего следует подчеркнуть, что характер изменений общей суммы свободных аминокислот очень тесно коррелирует с изменениями аминного азота, т. е. общая сумма аминокислот при теневой сушке несколько больше, чем в свежих грибах, а при тепловой по мере увеличения температуры сушки - равномерно убывает. Интересно отметить также, что в количественном

отношении изменения в составе и содержании аминного азота несколько меньше, чем в свободных аминокислотах. Данное расхождение в результатах, по-видимому, вызвано тем, что при определении количества аминного азота включается азот других азотистых соединений (аммиака и других продуктов неполного гидролиза белков), в то время как при хроматографическом определении включаются только аминокислоты. Что же касается отдельных аминокислот, то самые большие изменения наблюдаются при теневой сушке. При этом наряду с потерями одних аминокислот происходит заметное увеличение других. Количество метионина возрастает на 32,2% по сравнению со свежими грибами.

Подобное явление наблюдали В. Luh и L. Eidels (1969) при хранении сушеных шампиньонов. В 2,4 раза повышается содержание глутамина. На 35,6% возрастает количество аргинина и на 17,9% орнитина, почти в 2 раза увеличивается количество лизина. Вместе с тем следует отметить значительное уменьшение таких аминокислот, как лейцин, изолейцин, валин и др. При теневой сушке количество лейцина с изолейцином по сравнению со свежими грибами уменьшается на 65,9%, валина - на 71,9%, γ -аминомасляной кислоты - на 60%.

Количественные изменения в аминокислотном составе белых грибов теневой сушки являются следствием способа сушки, для которого характерны низкая температура высушиваемого материала и большая продолжительность процесса. Естественно, при таких условиях в клетках продолжительное время сохраняются жизненные процессы. Поэтому при данных условиях наряду с распадом одних веществ вполне возможен синтез других. Следовательно, увеличение количества отдельных аминокислот при теневой сушке вполне возможно как за счет ферментативного гидролиза белков, так и за счет превращения одних аминокислот в другие. Известно, что образование глутамина возможно в результате связывания свободного аммиака. За счет свободного аммиака может осуществляться при определенных условиях синтез аланина (Кретович, 1971). Имеются также указания на возможность превращения пролина в орнитин, а с участием аспарагиновой кислоты, количество которой заметно убывает при сушке, может синтезироваться и аргинин. Значительное увеличение содержания метионина при теневой сушке возможно в результате его высвобождения при гидролитическом распаде белковых веществ, а также за счет окисления холина, количество которого в белых грибах составляет от 0,29 до 0,44% сухой массы (H. Mlodecki, W. Lasota, 1968).

Тепловая сушка при температуре 50 С в целом не вызывает резких изменений в содержании свободных аминокислот, хотя количество метионина возрастает в 3 раза, а глутаминовой кислоты - в четыре раза по сравнению с их увеличением при теневой сушке. Интересно отметить, что при данном температурном режиме сушки происходит

заметное, хотя и статистически мало достоверное уменьшение глутамина, в то время как при теневой сушке наблюдалось его увеличение почти в 2,5 раза. Это еще раз указывает, что температура сушки является основным фактором, влияющим на характер течения биохимических процессов, происходящих при сушке материалов растительного происхождения.

Кроме того, можно предположить, что в начале процесса по аналогии с теневой сушкой количество глутамина возрастает, однако по мере повышения температуры он превращается в глутаминовую кислоту. Именно за счет этого можно объяснить столь резкое увеличение содержания глутаминовой кислоты.

Сравнивая результаты исследования по другим аминокислотам, следует отметить, что такие кислоты, как γ -аминомасляная, лейцин и изолейцин, фенилаланин, лучше сохраняются при указанном режиме тепловой сушки, чем при теневой, а такие, как аспарагиновая, треонин, аланин, сохраняются несколько хуже. Для некоторых аминокислот характерно постоянство изменений по сравнению со свежими грибами (гистидин, серин, тирозин, валин).

Тепловая сушка при более жестких режимах приводит в основном к увеличению потерь всех аминокислот. Исключение составляют только кислоты аспарагиновая, глутаминовая и метионин, содержание которых при температуре 75 и 100° С соответственно увеличивается на 46,8-24,1; 39,7-35,8 и 109,0-90,8%. Уменьшение количества многих аминокислот при жестких режимах сушки является следствием разрушения в результате их дезаминирования и вступления в реакции меланоидинообразования.

Существенным изменениям в процессе сушки подвергаются также белковые вещества грибов. Известно, что под влиянием различных факторов, в том числе и высокой температуры, происходит денатурация белков. Характерной особенностью данного процесса является изменение молекулы белка, в результате чего она теряет целый ряд физико-химических и биохимических свойств. Следствием денатурации является изменение растворимости белков в воде и других растворителях, изменение их реакционной и связывающей способности, степени водопоглощения, потери биологической активности и т. п. Как правило, денатурированные белки в растворах легко агрегируют, однако для некоторых может быть характерной и диссоциация молекулы белка.

Для выяснения возможного изменения белкового состава грибов при сушке нами исследована растворимость белков свежих и сушеных грибов (табл. 15).

Грибы	Количество белка, % на абс. сухое вещество, при $n=4$						
	всего	I фракция (альбумины и глобулины)		II фракция (проламины)		III фракция (глутамины)	
		$N \times 6,25$	M	$\pm m$	M	$\pm m$	M
Свежие	34,25	19,60	0,23	0,45	0,12	0,31	0,01
Сушеные теневого сушки	30,58	15,88	0,46	1,38	0,17	0,37	0,02
тепловой сушки при 50° С	32,88	17,31	0,19	2,30	0,18	1,08	0,04
при 75° С	33,94	15,06	0,26	1,88	0,02	4,50	0,08
при 100° С	33,44	13,03	0,34	2,14	0,03	6,48	0,02

(Примечание. Результаты анализов подвергнуты обработке методом математической статистики: n - число повторностей опыта; M - средняя арифметическая; m - квадратичное отклонение от средней арифметической.)

Повышение температуры сушки способствует увеличению растворимости белковых веществ белого гриба в выбранных растворителях, а при температурах сушки 75 и 100° С растворимость белков даже выше, чем в свежих грибах, причем увеличение растворимости общего количества белковых веществ происходит в основном за счет увеличения количества белков II и III фракций т.е. белков, растворимых в 80%-ном этиловом спирте и 2%-ном растворе щелочи, при снижении количества белков I фракции, извлекаемых смесью боратного буфера с pH 8,6 и 1 М раствора поваренной соли.

Таким образом, данные по изменению извлекаемости белковых веществ различными растворителями показывают, что в процессе сушки белки грибов также подвергаются определенным изменениям. Скорее всего при нагревании высушиваемого материала происходит разрушение высокоструктурированных белков, благодаря чему и происходит увеличение количества II и III фракций. Отсюда можно предположить, что сушка должна положительно влиять на усвояемость грибов.

При сушке моховиков, обладающих высокой активностью полифенолоксидазы, происходит незначительное по сравнению со свежими грибами снижение содержания общего азота, причем характерно, что температурный режим и продолжительность сушки мало влияют на интенсивность снижения. Содержание белкового и аминного азота при всех режимах тепловой сушки остается примерно на таком же уровне, что и в свежих грибах, только при теневой сушке происходит уменьшение количества белкового азота на 16,3% и увеличение содержания аминного азота на 33,4%. Это вызвано гидролитическим распадом белковых веществ до аминокислот. В целом изменения в комплексе азотистых веществ моховиков аналогичны изменениям в белых грибах, однако носят менее выраженный характер. Поэтому можно предположить, что белковые вещества моховиков более устойчивы к повышенным температурам.

Существенные изменения при сушке моховиков происходят в комплексе углеводов, особенно при теневой сушке. При этом общее количество Сахаров уменьшается по сравнению с их содержанием в свежих грибах более чем в 3 раза. Снижение общего количества Сахаров при теневой сушке происходит в основном за счет практически полного исчезновения лактозы и глюкозы и на треть трегалозы.

Такая большая потеря Сахаров происходит из-за усиленного дыхания клеток плодового тела при сравнительно низкой температуре сушки и наличия мощных окислительно-восстановительных ферментных систем. Интересно отметить, что моховики с такой же легкостью используют дисахарид лактозу в процессе дыхания, как и глюкозу. Трегалоза ими используется, по-видимому, только при максимально допустимом снижении глюкозы и лактозы. Из данных по изменению фруктозы в период сушки в моховиках и белых грибах можно прийти к заключению, что данный моносахарид в грибах играет какую-то физиологическую роль и участия как энергетический материал в процессе дыхания практически не принимает.

Тепловая сушка оказывает меньшее влияние на изменения в комплексе углеводов моховиков. Общее количество Сахаров уменьшается на 32,7-42% в зависимости от режима, причем наибольшие потери наблюдаются при повышенной температуре. Следует отметить, что при тепловой сушке, так же как и при теневой, происходит почти полное исчезновение лактозы и глюкозы. Кроме того, наблюдается значительное возрастание количества трегалозы. Наблюдаемая закономерность характерна для моховиков. Она может быть объяснена тем, что при повышенной температуре происходят меньшие потери Сахаров на дыхание, и наряду с этим проходят и синтетические реакции, в частности превращение глюкозы в трегалозу. Возможно, что в образовании трегалозы также участвуют сахароспирты (маннит и арабит), содержание которых несколько уменьшается при всех температурах сушки.

Сравнивая результаты изменения общего количества аминокислот в белых грибах и моховиках, можно отметить, что в обоих видах по мере увеличения температуры сушки происходит уменьшение содержания аминокислот, однако у моховиков потеря более значительная. При температуре сушки 100° С она почти в 2 раза больше, чем в белых грибах. Так же, как и в белых грибах, в моховиках наблюдается уменьшение содержания одних аминокислот и одновременное увеличение других. В частности, по мере увеличения температуры сушки происходит уменьшение количества гистидина, аспарагиновой кислоты, серина, глицина, глютаминовой кислоты, тирозина, 7-аминомасляной кислоты, лейцина и изолейцина. Содержание цистина с цистеином остается стабильным при теневой и тепловой сушке при 50 и 75° С, а при температуре сушки 100° С уменьшается почти в 2,5 раза. Количество глутамина при теневой сушке увеличивается примерно в 2 раза по сравнению с содержанием в свежих грибах.

Содержание его увеличивается и при температуре 50 и 75° С соответственно на 55,7 и 11,2%. Примерно такая же тенденция, но только менее выраженная, характерна для изменений аланина. Интересно отметить, что при тепловой сушке в качестве свободной аминокислоты появляется метионин, причем в наибольшем количестве при 50° С. Появление метионина в грибах теневой сушки можно объяснить гидролитическим распадом белковых веществ и лучшим его сохранением при более интенсивных способах сушки, особенно при умеренной температуре.

Если провести анализ изменений в составе свободных незаменимых аминокислот в зависимости от режима сушки, то для них потери несколько больше, чем для других. Особенно они велики в грибах теневой сушки.

В связи с тем, что сушка оказывает существенное влияние на питательную ценность грибов, мы также решили выяснить, как отражается размер высушиваемого плодового тела на изменении комплекса азотистых веществ, углеводов и близких к ним соединений.

Полученные данные (табл. 16) показывают, что при температуре сушильного агента 75° С в изменении азотистых веществ между грибами, высушенными шляпками и нарезанными ломтиками толщиной 1 см существенной разницы не наблюдается. Несколько иначе обстоит дело с изменениями в составе углеводов. Здесь потери Сахаров в грибах, высушенных шляпками, больше, чем в нарезанных. Однако если рассматривать потери в целом комплексе углеводов, то они примерно одинаковы. Такой характер изменений заведомо предполагался потому, что при температуре 75° С и скорости движения сушильного агента 0,5 м/с разница в продолжительности сушки грибов шляпками и в нарезанном виде не превышает 10-12%. Следовательно, биологические и биохимические процессы в высушиваемом материале должны иметь примерно одинаковую скорость и направленность.

Показатель	Моховики			Маслята		
	све- жие	сушеные		све- жие	сушеные	
		шляпками диаметром 7 см	ломтиками толщиной 1 см		шляпками диаметром 7 см	ломтиками толщиной 1 см
Влажность	90,58	10,21	9,52	92,20	9,74	9,66
Азот						
общий	4,27	4,28	3,92	4,64	4,43	4,51
белковый	3,78	3,28	3,14	3,34	2,79	2,79
аминный	0,57	0,69	0,65	0,87	0,82	0,82
Сахара						
трегалоза	7,70	3,57	4,03	3,06	3,21	4,21
редуцирующие	4,14	1,58	1,57	3,53	1,87	1,45
Сахароспирты	16,71	14,15	13,44	5,57	8,70	10,64
Гликоген	1,58	1,12	0,66	1,60	1,71	0,54
Слизи	26,82	25,55	26,41	26,24	22,79	28,27

Таким образом, проведенные исследования подтверждают возможность увеличения производительности сушильных аппаратов за счет сушки грибов шляпками диаметром до 7 см.

Изменение органолептических свойств и физических показателей качества. Изучение степени влияния режимов сушки на вкус и аромат трубчатых грибов показало, что порог чувствительности вкуса для белых грибов теневой сушки и тепловой при температуре 75 и 100° С одинаковый, а для грибов тепловой сушки при 50° С он значительно слабее. Следует отметить, что наибольшим ароматом обладают белые грибы теневой сушки, затем грибы тепловой сушки при 50 и 75° С с одинаковым порогом чувствительности, а затем тепловой сушки при 100° С. Хотя при этом режиме аромат слабее незначительно, но в качественном отношении такие грибы уступают грибам всех других режимов сушки.

Если рассматривать в целом ароматические и вкусовые свойства белых грибов разных режимов сушки, то следует признать, что наиболее приятный вкус и чистый грибной аромат формируется при тепловой сушке при 50° С. В грибах теневой сушки вкус несколько пустоватый, малоэкстрактивный, и в аромате чувствуется своеобразный "пыльный" оттенок. Грибы тепловой сушки при 75° С имеют примерно такие же вкус и аромат, как и грибы, высушенные при 50° С, однако менее выраженные. С худшими свойствами получают белые грибы, высушенные при 100° С. В них наряду с грибным ароматом и вкусом явно ощущаются тона карамелизации.

Аромат и вкус сушеных моховиков значительно слабее, чем у белых грибов, а характер их изменения в зависимости от режима сушки почти одинаковый.

Способность высушенного продукта восстанавливать в воде свой первоначальный объем и массу является важным показателем, характеризующим потребительские свойства продукта.

Изучение водопоглотительной способности сушеных белых грибов (рис. 9) показывает, что температура сушки незначительно влияет на изменение коэффициента водопоглощения K (K - отношение массы набухших в воде грибов к массе сухого вещества). В интервале температур 20-100° С K снижается всего примерно на 12,5%. Грибы очень быстро поглощают влагу: за 20 мин - более 60% от максимального водопоглощения, которое наступает в зависимости от вида грибов за 3,5-5 ч. У моховиков наблюдается большая зависимость водопоглощения от температуры сушки. Особенно эта зависимость проявляется в интервале между 20 и 50° С.

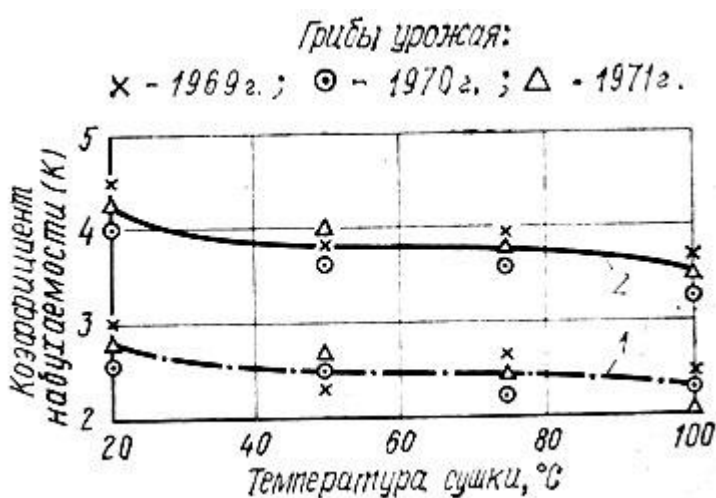


Рис. 9. Водопоглотительная способность белых грибов: 1- через 20 мин настаивания в воде; 2 - максимальная

Коэффициент водопоглощения грибов колеблется незначительно в зависимости от сезона сбора, поэтому можно установить минимальный уровень водопоглощения для сушеных грибов в качестве стандартного показателя, характеризующего технологию сушки.

Цветность сушеных грибов - один из важных показателей качества готового продукта. Для характеристики товарных свойств сушеных грибов и выявления наиболее оптимального режима сушки нами изучалась цветность водно-спиртовых вытяжек на спектрофотометре марки СФ-4А (Жук и др., 1972). Анализ полученных данных показывает (табл. 17), что величина оптической плотности водно-спиртовых вытяжек при длине волны 460 нм наиболее наглядно характеризует окраску грибов, высушенных при теневой и тепловой сушке. Более интенсивно окрашены вытяжки моховиков, примерно в 1,5 раза слабее цветность маслят, подберезовиков, подосиновиков; несколько ниже, чем у последних, оптическая плотность вытяжек белого гриба.

Грибы	Оптическая плотность при длине волны, нм			
	400	460	500	600
Белые				
теневой сушки	0,940	0,450	0,255	0,115
тепловой сушки при				
50° С	1,100	0,610	0,415	0,265
75° С	1,700	0,810	0,470	0,170
100° С	1,700	0,800	0,460	0,165
Подосиновики				
теневой сушки	2,000	1,000	0,600	2,255
тепловой сушки при				
50° С	1,300	0,640	0,385	0,145
75° С	1,150	0,590	0,340	0,115
100° С	1,300	0,690	0,370	0,125

Из представленных данных наглядно проявляется влияние температуры сушки на цветность отдельных видов грибов. Особенно чувствительны к воздействию температуры белые грибы, моховики, подберезовики и подосиновики, хотя характер изменения цветности различный. У белых грибов и подберезовиков по мере увеличения температуры сушки интенсивность окраски вытяжек возрастает. Закономерность изменения окраски подосиновиков и моховиков несколько иная. У этих грибов наименьшей цветностью обладают грибы, высушенные при температуре 50-75° С.

Таким образом, в трубчатых грибах изменения при сушке носят в основном одинаковый характер с некоторыми отклонениями, что обусловлено их видовыми особенностями.

Влияние сушки на потребительские свойства пластинчатых грибов

Изменения в составе питательных веществ. Принимая во внимание значительное распространение на территории нашей страны пластинчатых грибов, в частности опят осенних, широко используемых как в сушеном, так и в маринованном виде и имеющих большое практическое значение для увеличения объема производства сушеных грибов, нами было решено установить оптимальный режим сушки и выяснить, как она влияет на изменение их питательной ценности и других потребительских свойств.

В табл. 18 приведены результаты исследования изменений содержания азотистых веществ и углеводов в зависимости от режима сушки.

Компонент	Содержание компонентов, % на абс. сухое вещество				
	в грибах свежих	в грибах сушеных			
		при теневой сушке	при температуре, °С		
			50	75	100
Азот					
общий	4,48	4,29	4,20	4,27	4,07
белковый	2,80	2,42	2,53	2,65	2,57
аминный	0,62	0,64	0,52	0,46	0,35
Сахара					
трегалоза	1,73	1,02	1,08	1,33	1,41
лактоза	0,22	Следы	0,12	0,14	0,14
глюкоза	0,39	0,11	0,18	0,19	0,18
фруктоза	0,16	0,08	0,10	0,11	0,09
Маннит	6,28	6,49	4,98	4,77	4,18
эритрит (предположительно)	4,31	4,22	3,97	3,92	3,70

Теневая и тепловая сушка опять ведет к снижению количества общего азота. При теневой сушке опять теряют в зависимости от сезона (от особенностей сырья) от 4,2 до 9,7% общего азота, - несколько меньше, чем белые грибы. Примерно такие же потери общего азота наблюдаются при тепловой сушке. По мере увеличения температуры сушки потери белкового азота снижаются. Содержание аминного азота при теневой сушке остается практически таким же, как в свежих грибах, а при тепловой сушке снижается с повышением температуры. В опятах углеводный комплекс в зависимости от режима сушки изменяется в основном так же, как и в белых грибах и моховиках.

Исследования, проведенные нами в образцах свежих и сушеных опять, показывают, что аминокислотный состав их при сушке существенно изменяется, однако, по сравнению с трубчатými грибами в опятах эти изменения выражены менее резко.

Общая сумма аминокислот при теневой сушке остается примерно такой же, как и в свежих грибах, а при тепловой убывает по мере увеличения температуры агента сушки. Сумма аргинина, глутамина и аспарагиновой кислоты при теневой сушке и тепловой (50° С) увеличивается. В отличие от белых грибов в опятах менее значительно убывает сумма цистина и цистеина, а заметны потери аланина. Вероятно, аланин участвует во многих окислительно-восстановительных процессах и играет важную роль в аминокислотном и белковом обмене растительных организмов.

Изменение органолептических свойств и физических показателей качества. Изучение гигроскопических свойств имеет

решающее значение для обоснования способов упаковки и режимов хранения сушеных продуктов.

Гигроскопические свойства сушеных опят в зависимости от величины относительной влажности воздуха и температурного режима сушки приведены на рис. 10.

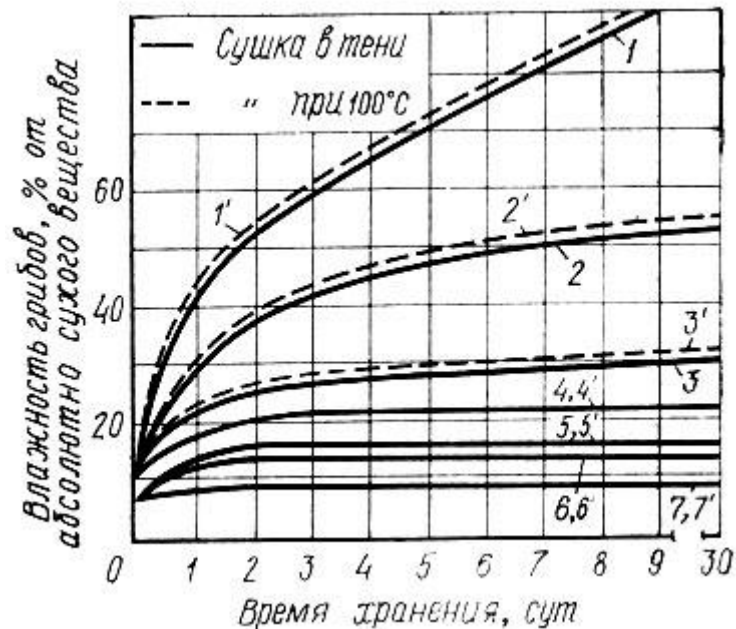


Рис. 10. Влияние температуры сушки на гигроскопические свойства опят, высушенных в тени и при температуре 100° С: 1 и 1' - хранение при относительной влажности 100%; 2 и 2' - 90%; 3 и 3' - 75%; 4 и 4' - 66%; 5 и 5' - 52%; 6 и 6' - 47%; 7 и 7' - 32%

Скорость и характер поглощения и отдачи влаги зависят в основном от величины относительной влажности воздуха и очень мало - от температурного режима сушки. Последняя зависимость проявляется только при относительной влажности выше 75%. Следует также отметить, что скорость поглощения и отдачи влаги опятами несколько выше, чем трубчатými грибами. Устойчивое равновесие наблюдается уже на 3-4 сутки от начала опыта. Это объясняется более рыхлой структурой сушеных опят по сравнению с трубчатými грибами.

Водопоглощение сушеных опят в значительной степени зависит от температуры сушки (рис. 11).

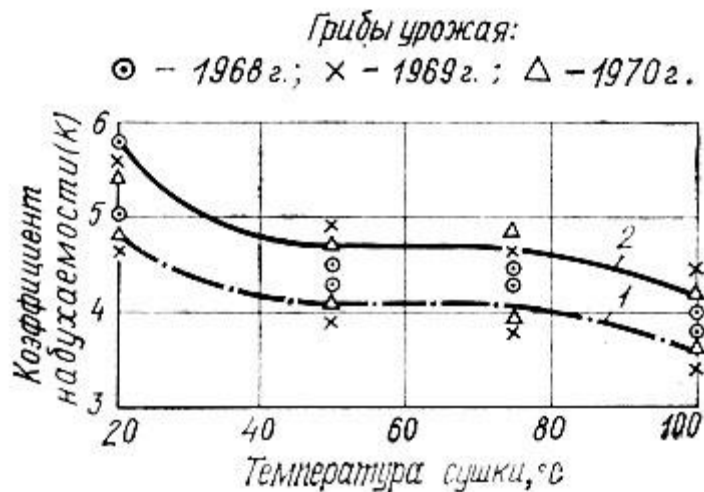


Рис. 11. Водопоглотительная способность опят: 1 - через 20 минут настаивания в воде; 2 - максимальная

Особенно эта зависимость проявляется в интервале температур 20-50° С. По-видимому, величина водопоглощения зависит от содержания слизистых веществ, которые при всех режимах сушки подвергаются распаду на вещества, обладающие низкой способностью образования коллоидных систем.

Интенсивность окраски водно-спиртовых вытяжек опят значительно ниже, чем других видов грибов. Так, интенсивность окраски водно-спиртовых вытяжек опят, высушенных в интервале температур 20-75° С, остается, примерно, на одном уровне, и только сушка при 100° С вызывает существенное увеличение интенсивности окраски. Поэтому можно сделать вывод, что процесс карамелизации сахаров начинается при температуре, близкой к 100° С, в связи с чем грибы с лучшим товарным видом можно получить в результате их высушивания при температуре 50-75° С.

Многолетние опыты показали, что аромат и вкус грибов, высушенных тепловой сушкой, несколько выше, чем высушенных в тени. Кроме того, можно констатировать, что пороги ощущения вкуса и аромата опят всех режимов тепловой сушки примерно одинаковы.

Дегустаторы отметили более тонкий грибной вкус и аромат у опят, высушенных при температурах 50-75° С. У опят, высушенных в тени, отмечен "пыльный" оттенок, а у высушенных при температуре 100° С зафиксированы сильные тона карамелизации и даже жженный привкус. Образование сильных тонов карамелизации можно объяснить особым строением плодового тела пластинчатых грибов. Тонкие пластины шляпки плодового тела имеют просветы, через которые может легко циркулировать теплоноситель. Поэтому ткани пластин очень быстро высыхают при влажном состоянии трамы, и углеводы, находящиеся в этих тканях, подвергаются длительному (с самого начала сушки), тепловому воздействию высокой температуры теплоносителя. Подтверждением данного объяснения является также характер усадки шляпки опят - краями внутрь. Поэтому можно сделать общий вывод,

что опята и, видимо, другие пластинчатые грибы нельзя сушить при температуре, близкой к 100° С.

Влияние сушки на потребительские свойства сумчатых грибов

До настоящего времени существует мнение, что сушеные строчки высокого качества можно получить только при естественной сушке на открытом воздухе. Однако проведенные исследования показали, что из-за неблагоприятных погодных условий при теневой сушке товарные качества грибов ухудшаются. В связи с тем, что исследования по тепловой сушке строчков никем ранее не проводились, мы решили изучить возможность использования тепловой конвективной сушки для получения высококачественной продукции.

Опыты, проведенные в многократной повторности, показали, что в сушеных грибах наблюдается некоторое уменьшение содержания общего и белкового азота и увеличение аминного по сравнению со свежими грибами. При тепловой сушке больших изменений в содержании азотистых веществ по сравнению с теневой не происходит. При теневой сушке, наоборот, несколько больше уменьшается количество белкового азота и увеличивается содержание аминного. Это связано, по-видимому, с благоприятными условиями для ферментативного гидролиза белков. Лучшие условия для биохимических превращений в грибах теневой сушки по сравнению с тепловой подтверждаются и изменениями в содержании углеводов. Так, при теневой сушке резко уменьшается содержание гликогена, возрастает содержание трегалозы и несколько больше расходуется редуцирующих Сахаров в процессе дыхания, чем при всех режимах тепловой сушки. В свою очередь, наилучшими температурами тепловой сушки следует считать 50 и 75° С, так как при этих температурах лучше сохраняются и белковые вещества и углеводы.

Заметные изменения происходят при сушке и в составе свободных аминокислот. На их долю в строчках приходится от 10 до 20% общего количества азотистых веществ, поэтому они, безусловно, могут оказывать определенное влияние на формирование вкуса и аромата сушеных строчков. Общая сумма свободных аминокислот строчков уменьшается от 22 до 37% в зависимости от режима сушки с минимальными потерями при температуре 50° С. Что касается отдельных аминокислот, то наряду с потерями одних (орнитин, кроме 50° С, аспарагиновая, серин, аланин, тирозин, глютаминовая кислота) заметно увеличивается содержание других (аргинин, глютамин, глицин, 7-аминомасляная кислота). Увеличение количества глютамина вызвано, по-видимому, связыванием свободного аммиака. Аргинин может синтезироваться с участием аспарагиновой кислоты, количество которой при сушке уменьшается в 2 раза. Увеличивается содержание

γ -аминомасляной кислоты при сушке в тени и при 50° С соответственно в 5,4 и 6,0 раз. Это связано, по-видимому, с возможным усилением активности глутаматдекарбоксилазы, катализирующей образование γ -аминомасляной кислоты при декарбоксилировании глутаминовой кислоты.

Среди аминокислот строчков глутаминовая кислота занимает 65,3% общей суммы аминокислот и, согласуясь с возрастанием γ -аминомасляной кислоты, содержание ее уменьшается при сушке в тени и при 50° С почти в 4 раза. Более высокие температуры сушки (75-100° С) вызывают незначительное увеличение содержания γ -аминомасляной кислоты и, естественно, меньшие потери глутаминовой. В большинстве же случаев сушка при 75-100° С приводит к увеличению потерь аминокислот, что можно объяснить усилением окислительного дезаминирования аминокислот и меланоидинообразования. Сушка строчков при температуре 50° С приводит к меньшим потерям аминокислот по сравнению с сушкой в тени.

Учитывая, что цвет сушеных грибов зависит от ряда химических и биохимических превращений, которые происходят в продуктах при переработке, нами также исследован цвет водно-спиртовых вытяжек строчков.

При этом установлено, что сушка при температуре 100° С ведет к значительным изменениям состава грибов. Это, по-видимому, является результатом усиления процессов карамелизации и меланоидинообразования. Сушка в интервале температур 50-75° С и особенно при 50° С в меньшей степени способствует протеканию этих процессов, поэтому интенсивность окраски вытяжек идентична вытяжкам грибов теневой сушки.

Влияние температуры сушки на гигроскопические свойства строчков приведено на рис. 12.

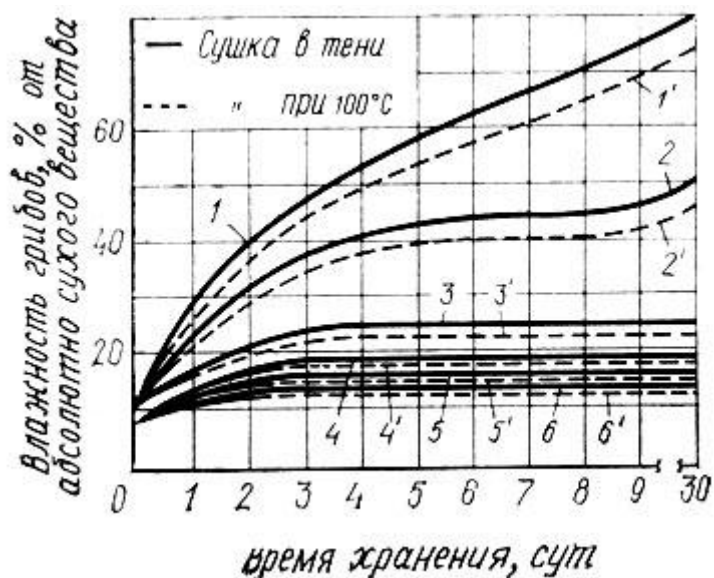


Рис. 12. Влияние температуры сушки на гигроскопические свойства строчков, высушенных в тени и при температуре 100° С; 1 и 1' - хранение при относительной влажности 100%; 2 и 2' - 90%; 3 и 3' - 75%; 4 и 4' - 66%; 5 и 5' - 52%; 6 и 6' - 32%

В интервале относительной влажности воздуха 32-75% состояние равновесия в строчках наступает несколько позже, чем в других грибах (на 6-7 сут). Кроме того, у строчков наблюдаем более ощутимое влияние температуры сушки на характер поглощения влаги. В остальном гигроскопические свойства строчков идентичны гигроскопическим свойствам других исследованных грибов.

По способности к водопоглощению строчки ведут себя так же, как и белые грибы. Только влияние температуры сушки на данный показатель несколько ощутимее.

По внешнему виду, цвету, консистенции, интенсивности и запаху грибы, высушенные при 50 и 75° С, не уступают грибам теневой сушки. Они полностью сохраняют свою форму, легкость, не обладают чрезмерной хрупкостью, имеют светло-коричневый с различными оттенками цвет шляпки и белую мякоть на изломе.

Таким образом, исследования химического состава, физических свойств и органолептическая оценка строчков, высушенных в различных условиях, доказывают, что для получения высококачественных грибов можно использовать сушку при температуре 50° С.

Технология сушки отдельных видов грибов

На основании изучения грибов как объекта сушки, исследования физических закономерностей процесса, изучения биохимических и физических изменений в грибах в период сушки, последующего хранения готового продукта и анализа литературных данных приходим к заключению, что при различных режимах сушки происходят весьма разнообразные изменения физических свойств и

состава съедобных грибов, причем положительное влияние параметров сушки на один показатель одновременно может отрицательно действовать на другой. Поэтому для получения продукта высокого качества приходится тщательно анализировать каждый показатель и выяснять его значение в формировании потребительских свойств.

Анализ экспериментальных данных показывает, что естественную сушку из практики заготовительных организаций следует исключить как метод, не гарантирующий получения продукции высокого качества, потому что в период продолжительной естественной сушки происходит снижение качества за счет развития личинок насекомых, уничтожающих ценные ткани плодового тела. Скапливаясь в утолщениях плодового тела, своим присутствием они затрудняют процесс сушки. Кроме того, при естественной сушке из-за продолжительности процесса происходит значительная потеря питательных веществ, формируется сильный, но посредственный грибной аромат, имеющий "пыльный" оттенок.

При тепловой сушке при температуре 100° С получается продукция, имеющая значительную питательную ценность. Однако данный режим должен быть также исключен из практики в основном по двум причинам: из-за усиленной карамелизации Сахаров в поверхностных слоях плодовой ткани и из-за непродолжительности процесса, что ведет к значительному сокращению времени, необходимого для прохождения ферментативных реакций, и недостаточному накоплению веществ, участвующих в формировании вкуса и аромата сушеных грибов.

Грибы как объект сушки. Для сушки используются преимущественно трубчатые грибы (белые, подосиновики, маслята, моховики, козляки), а также сумчатые (строчки и сморчки). Из пластинчатых допускается сушка лисичек и опят осенних при гарантии отсутствия несъедобных грибов в партии свежего сырья. Сушка других видов пластинчатых грибов запрещается. Сушеные лисички и опята предназначаются для реализации в местах заготовок или по специальным заказам.

Плодовые тела грибов, используемых для сушки должны быть здоровыми, без червоточин, с плотной консистенцией, одного вида. Грибы с загрязненной поверхностью, плесневелые, пораженные насекомыми и их личинками, с мягкой водянистой консистенцией к сушке не допускаются.

Доставка сырья и хранение. На приемные пункты грибы доставляют сразу же после сбора в корзинах, коробах и другой таре, обеспечивающей сохранность качества сырья. Перед сдачей свежего сырья сборщик обязан рассортировать грибы по видам, отделить, если требуется, ножки от шляпок, подрезать ножки до

требуемого размера, удалить недоброкачественные грибы, очистить поверхность плодовых тел от сухих листьев, земли, песка и др.

Для кратковременного хранения свежего сырья до переработки грибы надо рассыпать тонким слоем в прохладном помещении на чистых деревянных настилах или подстилках из мешковины, брезента, рогожи и др., при этом они должны быть надежно защищены от дождя, солнца, пыли. Хранение грибов навалом запрещается. При правильном размещении свежего сырья в неохлаждаемых помещениях сроки хранения не должны превышать: для трубчатых грибов и опят - 20 ч, сумчатых грибов и лисичек - 30 ч.

К грибам, направляемым на переработку после кратковременного хранения, предъявляются те же требования, что и к свежесобраным.

Оборудование и вспомогательные материалы. Для сушки грибов могут быть использованы сушилки следующих типов: для воздушной сушки свежесобранного сырья конвективные сушилки огневая ЦС-15, огневая ЦС-215 и электрическая ПАП-РКТО-1.

Лотки, сита, сетки, шомпольные устройства, кассеты и другие приспособления для сушки грибов, входящие в комплект каждого вида тепловой сушилки, должны быть сухими, чистыми, без следов ржавчины.

Стеллажи и лотки для сушки грибов в естественных условиях должны быть изготовлены из коррозиестойкой стальной сетки с ячейками размером 0,5 см или из ткани редкого плетения.

Шпагат, предназначенный для нанизывания грибов при естественной сушке, должен быть чистым и соответствовать требованиям ГОСТ 17308-71, нитки толстые-ГОСТ 6309-73 и 14969-69.

Подготовка сырья. Грибы перед сушкой проверяют по качеству и сортируют по размерам.

У маслят, моховиков, подосиновиков, подберезовиков, опят и лисичек для сушки используются в основном шляпки. Длина оставляемых ножек не должна превышать 2-3 см. Одревесневшие ножки подберезовиков и подосиновиков удаляют полностью. У белых грибов для сушки используют как шляпки, так и ножки. Сумчатые грибы сушат только целиком.

При теневой сушке все виды грибов, за исключением сумчатых, нарезают ломтиками толщиной 0,5-1,0 см. Сушка грибов шляпками запрещается. Ломтики грибов нанизывают на шпагат или толстые нитки и подвешивают или раскладывают на специальные сетки или стеллажи.

При тепловой сушке грибы можно сушить как целыми шляпками, так и в нарезанном виде. Для сушки шляпками используют только молодые грибы со шляпками диаметром до 7 см.

Подготовленные грибы раскладывают в один слой на лотки-сетки и кассеты или нанизывают на специальные шомпольные приспособления, которые затем помещают в сушилку.

Загрузка свежих нарезанных грибов на 1 м² лотка-сетки не должна превышать для лисичек, строчков и опят, белых и подберезовиков 2,5 кг; для моховиков, маслят, подосиновиков - 3,0 кг.

Процесс сушки. Теневой сушке можно подвергать только высококачественное сырье (без червоточин) при благоприятных погодных условиях. Главным условием при этом является обеспечение достаточно быстрого удаления из грибов влаги и предупреждение воздействия на продукт атмосферных осадков. В связи с этим для теневой сушки используют чердачные помещения, сараи, навесы с хорошей естественной вентиляцией. В солнечные дни допускается сушка грибов на открытом воздухе.

При естественной сушке следует ежедневно проверять качество сушеных полуфабрикатов путем разламывания долек грибов. При обнаружении личинок насекомых следует немедленно принимать меры по ускорению естественной сушки или досушки сырья тепловым способом.

В настоящее время в производственных условиях часто используют естественную сушку как начальный этап, а для досушивания применяют тепловую сушку.

Конвективную сушку независимо от типа сушилки следует вести при скорости движения теплоносителя не менее 0,5 м/с и следующих температурных режимах в зависимости от вида грибов: белые грибы, строчки, сморчки сушат при $50 \pm 5^\circ\text{C}$, моховики, маслята, подберезовики, подосиновики - при $75 \pm 5^\circ\text{C}$, опята и лисички - при $50-75^\circ\text{C}$.

Длительность сушки в зависимости от типа сушилки для трубчатых грибов составляет 5-6 ч, для пластинчатых и сумчатых - 3-4 ч.

Для предотвращения запаривания сырья загрузку грибов производят в нагретую камеру. В начале сушки температура теплоносителя должна быть немного ниже требуемой, и лишь после подвяливания грибов ее следует доводить до нормы.

При сушке грибов целыми шляпками количество загружаемых в сушилку лотков следует уменьшать в 1,5-2 раза, а процесс подвяливания вести еще при более низкой температуре в течение не менее 2 ч.

Для получения высококачественной продукции грибы в лотках и сетках по мере высушивания перемешивают и отбирают высушенные.

В процессе сушки нельзя допускать запаривания грибов, вытекания из них клеточного сока или пересушивания, а для огневых сушилок - проникновения дыма внутрь сушильной камеры.

Физико-химические изменения в сушеных грибах при хранении

Гигроскопические свойства. Сохраняемость сушеных пищевых продуктов в первую очередь зависит от способности к сорбции и десорбции паров воды из окружающей среды.

Появление свободной воды в сушеных грибах приводит к созданию условий для протекания ферментативных процессов, что влечет за собой снижение качества, а также ускорение развития микроорганизмов и возможную полную порчу продукта. Влажность, при которой возникают эти процессы, получила название критической. Величина равновесной и критической влажности определяется температурой и относительной влажностью воздуха, химическим составом, физическими свойствами и структурой продукта.

Исследования последних лет (Asker, 1969, Gauri, 1971) показывают, что интенсивность ферментативных реакций в сушеных продуктах зависит не столько от содержания в них влаги, сколько от связи ее с отдельными молекулами. Для прохождения химических и биохимических реакций вода должна находиться в так называемой доступной форме. Степень доступности выражается активностью воды. В связи с этим важное место отводится изучению изотерм сорбции сушеных пищевых продуктов. Обычно изотермы сорбции имеют вид S-образной кривой. До первой точки перегиба от начала координат считается, что вода находится в сильно адсорбированном состоянии в виде мономолекулярного слоя. Участок кривой от первой до второй точки перегиба показывает, что вода в пищевом продукте находится в виде ли- или полимолекулярного слоя. После второй точки перегиба влага с увеличением активности воды конденсируется в капиллярах. На этом участке изотермы вода может находиться в жидкой фазе, причем исследования последних лет показывают, что выше первой точки перегиба вода уже может находиться в подвижной форме.

Исследование гигроскопических свойств, установление равновесной влажности для основных видов сушеных грибов в широком диапазоне относительной влажности воздуха имеет практическое значение для разработки рациональных способов упаковки готовой продукции и оптимальных режимов ее хранения.

В результате исследований получены данные по равновесной влажности основных видов сушеных грибов при различной относительной влажности воздуха ϕ (табл. 19).

Грибы	Равновесная влажность сушеных грибов при 20°С в % на абс. сухое вещество при ϕ , %							
	80	70	60	50	40	30	20	10
Белые грибы								
теневого сушки	35,3	22,8	16,5	12,5	10,0	8,8	7,8	7,1
тепловой сушки при								
50°С	35,9	23,3	17,2	13,5	10,8	9,3	8,3	7,0
75°С	33,8	21,9	15,6	12,1	9,5	8,2	7,6	6,8
100°С	32,1	20,8	14,6	11,2	9,1	7,7	7,2	6,6
Моховики								
теневого сушки	33,5	21,8	16,5	12,8	10,5	8,9	8,1	6,5
тепловой сушки при								
50°С	35,0	23,1	17,0	13,3	11,0	9,1	8,2	6,6
75°С	35,0	23,2	17,1	13,4	11,2	9,2	8,3	6,6
100°С	34,1	22,3	16,7	12,9	10,7	9,0	8,1	6,5
Маслята								
теневого сушки	32,2	22,1	16,4	12,9	10,5	9,0	8,0	6,3
тепловой сушки при								
50°С		21,6	15,9	12,5	10,1	8,7	7,8	6,2
75°С	31,4	21,6	16,1	12,7	10,2	8,8	7,8	6,2
100°С	31,3	20,8	15,7	12,3	10,0	8,6	7,6	6,0
Опята	30,4							
теневого сушки	36,0	24,5	18,3	14,2	11,2	8,7	7,1	6,3
тепловой сушки при								
50°С	38,1	25,4	19,3	15,1	12,0	9,5	7,8	6,2
75°С	37,8	25,2	19,0	14,9	11,8	9,2	7,6	6,2
100°С	37,0	24,8	18,5	14,0	10,9	8,7	7,0	6,0
Строчки								
теневого сушки	30,8	21,5	16,1	12,8	10,4	8,7	7,1	5,0
тепловой сушки при								
50°С	31,2	21,9	16,8	13,4	11,1	9,5	7,7	5,6
75°С	30,2	20,8	15,7	12,2	10,0	8,6	7,1	5,3
100°С	29,8	20,4	15,2	11,7	9,6	8,0	6,4	5,0

Сушеные грибы благодаря пористой структуре легко реагируют на изменение относительной влажности воздуха. В условиях опыта равновесие наступало на 5-6-е сут, причем основное поглощение влаги происходило в течение первых двух суток. Скорость поглощения тем выше, чем больше разница между влажностью продукта и равновесной влажностью.

Равновесная влажность разных грибов при одинаковой относительной влажности воздуха мало различается. Незначительны колебания ее при одной и той же относительной влажности воздуха у одного вида грибов, высушенных при разной температуре. Однако

здесь явно наблюдаем тенденция к уменьшению равновесной влажности при повышении температуры сушки.

Выяснение влияния относительной влажности воздуха на равновесную влажность грибов, высушенных при разных температурах, с помощью методов математической статистики показывает, что между этими двумя параметрами существует прямая связь. Коэффициент корреляции зависимости равновесной влажности от относительной влажности воздуха для белых грибов теневой сушки равен 0,96, для тепловой сушки при температурах 50, 75, 100° С соответственно - 0,96, 0,95 и 0,96. Совокупный коэффициент корреляции несколько выше - 0,98. Высокие коэффициенты корреляции дают основания для утверждения, что равновесная влажность грибов в большей степени зависит от относительной влажности воздуха, чем от температуры сушки.

Для выяснения характера влияния температуры хранения на равновесную влажность грибов были поставлены специальные опыты на белых грибах теневой и тепловой сушки при 75° С и опытах теневой сушки и тепловой при 50° С. Опыты показали, что с увеличением температуры равновесная влажность уменьшается, причем особенно

ощутимая разница, достигающая почти 11% в интервале температур 5-40° С, наблюдается при относительной влажности 75-80%. По мере снижения относительной влажности воздуха влияние температуры хранения уменьшается и при $\varphi = 10\%$ не превышает 1%.

Выявленные закономерности четко прослеживаются на изотермах сорбции, представленных на рис. 13 и 14. Изотермы имеют S-образный вид. Это типичные кривые коллоидных капиллярно-пористых тел, характер которых определяется различными формами связи влаги с материалом (Лыков, 1968).

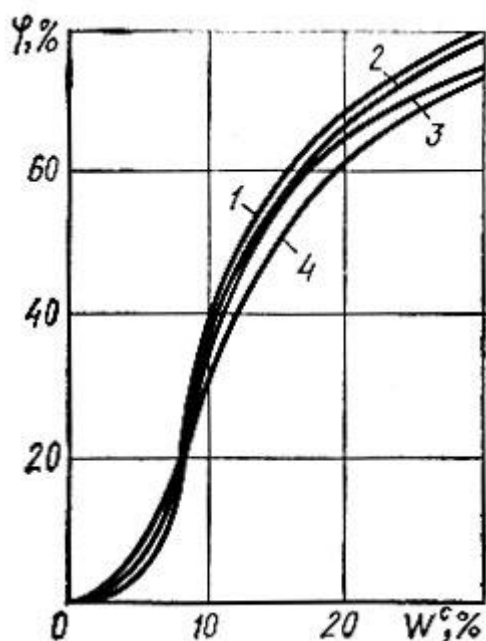


Рис. 13. Изотермы сорбции грибов, высушенных при 50° С: 1 - маслята; 2 - строчки; 3 - белые грибы; 4 - опята

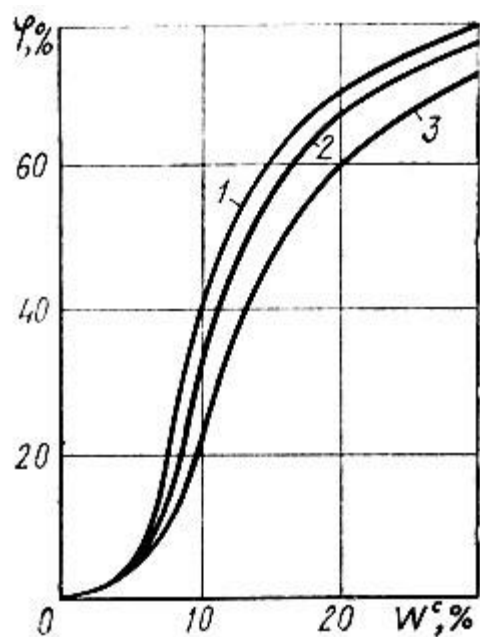


Рис. 14. Изотермы сорбции белых грибов, высушенных при 75° С: 1- хранение при 40° С; 2 - хранение при 20° С; 3 - хранение при 5° С

По изотермам сорбции можно рассчитать для сушеных грибов примерное содержание влаги различных форм связи. Так, количество наиболее прочно связанной адсорбционной влаги мономолекулярного слоя для белых грибов тепловой сушки при 50°С составляет 5,9%, для опят - 5,5%, для строчков и маслят - 5,3%. Присутствие воды в виде ди- и полимолекулярного слоя в сушеных грибах наблюдается в интервале влажности от 6 до 22-23%. Выше указанного предела влажности вода в сушеных грибах конденсируется в капиллярах и находится в виде жидкой фазы. Подтверждением этому является наблюдаемое в наших опытах развитие плесени (*Aspergillus albi*) на поверхности сушеных грибов после достижения ими влажности 22-

23% (на абс. сухое вещество). Поэтому необходимо применять герметичную упаковку, обеспечивающую сохранение влажности продукта 5-6%.

Изменения в составе азотистых веществ. Многими исследователями показано, что в период хранения в сушеных пищевых продуктах даже при незначительном содержании влаги происходят химические и биохимические процессы, ведущие к снижению их пищевой ценности, вкуса и аромата. Интенсивность этих изменений зависит от наличия ферментов, агрегатного состояния веществ и в основном от активности воды, находящейся в сушеном продукте.

Сведения, насколько сушеные грибы теряют свою пищевую ценность при длительном хранении, в литературе отсутствуют.

Поскольку сушеные грибы на 50-60% состоят из азотистых веществ, интересно было проследить изменение в них различных форм азота при хранении (табл. 20).

Грибы	Влажность, %	Содержание азота (в % на абс. сухое вещество)		
		общего	белково- го	аминного
В начале хранения				
Теневая сушка	8,31	8,22	4,88	1,62
Тепловая сушка при				
50° С	8,53	8,24	5,26	1,25
75° С	8,43	8,25	5,43	1,14
100° С	7,52	7,89	5,35	0,98
Через 12 месяцев хранения				
Теневая сушка	6,78	8,49	4,74	2,73
Тепловая сушка при				
50° С	7,09	8,08	5,11	2,44
75° С	7,09	7,73	5,34	1,89
100° С	6,11	7,63	5,22	1,57
Через 36 месяцев хранения				
Теневая сушка	9,28	7,87	4,60	1,72
Тепловая сушка при				
50° С	9,73	7,50	5,02	1,15
75° С	8,39	7,74	5,20	1,29
100° С	7,95	7,46	5,12	1,07

Белые грибы и моховики, высушенные в тени и в сушилках при температуре 50, 75 и 100° С и скорости движения теплоносителя 0,5 м/с, в течение трех лет хранились в бумажных пакетах в темноте при температуре 20-25° С и относительной влажности воздуха 30-70%.

Общее содержание азотистых веществ в результате годичного хранения изменяется незначительно. В грибах тепловой сушки происходят наименьшие потери общего азота при максимальных потерях белкового при температуре 50° С (табл. 20).

Подобная закономерность еще более отчетливо проявляется при хранении грибов теневой сушки. Здесь общее количество азота практически сохраняется полностью, содержание белкового снижается на 3,2%. Последующее хранение в течение трех лет вызывает снижение количества азотистых веществ. При этом потери по сравнению с первым годом хранения удваиваются, а тенденция более быстрого разрушения белка в грибах теневой сушки и тепловой при температуре 50° С сохраняется.

Уменьшение количества белковых веществ в грибах при хранении вполне объяснимо, если учесть, что грибы обладают богатым набором ферментов, которые могут сохраняться при щадящей температуре сушки. Уменьшение содержания белковых веществ соответствует увеличению количества аминного азота, достигающего к концу первого года хранения 60-95%. Максимальное накопление аминного азота наблюдается в грибах теневой сушки и тепловой при температуре 50° С, что вполне согласуется с большими потерями в них белковых веществ.

Как показали исследования, подобный характер изменений азотистых веществ при длительном хранении наблюдается и у моховиков.

Длительное хранение сушеных грибов (в течение трех лет) приводит к некоторому снижению их пищевой ценности за счет уменьшения в основном количества белковых веществ.

Изменения в составе углеводов и близких к ним соединений. Углеводы грибов при хранении, так же как и азотистые вещества, подвергаются определенным изменениям.

По мере хранения белых грибов теневой сушки в них резко уменьшается содержание всех углеводов. В то же время в грибах, высушенных при температуре 50 и 75° С, через год хранения количество редуцирующих Сахаров увеличивается в 2-3 раза при некотором снижении содержания трегалозы. Общая сумма Сахаров и содержание маннита и гликогена в белых грибах меняется незначительно, а количество слизистых веществ резко уменьшается. Более длительное хранение приводит к накоплению трегалозы и маннита при одновременном уменьшении, особенно у грибов, высушенных при 75° С, редуцирующих Сахаров, гликогена и слизей. В белых грибах, высушенных при 100° С, по мере увеличения срока хранения равномерно убывают все компоненты углеводного комплекса с преобладающим снижением слизистых веществ, только количество маннита к концу хранения несколько увеличивается.

В сушеных моховиках наблюдается примерно такая же закономерность, но более ярко выраженная, чем в белых грибах. В моховиках к концу трехлетнего срока хранения полностью исчезают редуцирующие сахара и более чем в 2 раза уменьшается количество гликогена.

Таким образом, изменения в углеводном комплексе грибов еще раз подтверждают возможность различных превращений в сушеных продуктах при хранении. По-видимому, в грибах теневой сушки преобладающим является процесс окисления, так как в этих грибах лучше сохранились ферментные системы, что и влечет за собой максимальный расход углеводов. Некоторое увеличение редуцирующих Сахаров в конце первого года хранения в грибах, высушенных при умеренной температуре, происходит, вероятно, ввиду преобладания процессов гидролиза сложных Сахаров над окислением моносахаридов. Увеличение количества маннита может происходить за счет превращений трегалозы и гликогена (Кретович, 1971). В свою очередь количество трегалозы может восполняться как в результате превращения моносахаридов, так и при гидролизе полисахаридов, особенно входящих в состав слизи. За счет слизи также может идти пополнение количества свободных аминокислот. Кроме того, из сопоставления результатов исследования изменений в комплексе азотистых веществ и углеводов следует, что основная потеря питательных веществ происходит за счет углеводов.

Если рассматривать изменения углеводов и близких к ним соединений в сумме, то в белых грибах основная потеря углеводов происходит на первом году хранения. При дальнейшем хранении убыли сухого вещества за счет углеводов практически нет. Моховики ведут себя несколько иначе. В этих грибах основная потеря сухого вещества происходит на первом году хранения, но и при последующем хранении количество сухого вещества снижается за счет превращений углеводов. Особенно это проявляется у грибов, высушенных при температуре 50 и 75° С. В моховиках, высушенных при 100° С практически нет изменений в общем количестве углеводов за весь трехлетний период хранения.

Таким образом, даже в оптимальных условиях хранения сушеные грибы за трехлетний период могут дать естественную убыль до 3,5% в расчете на абс. сухое вещество.

Изменение органолептических и некоторых физических свойств. Пищевая ценность продукта зависит не только от количества входящих в его состав веществ, но и от их качественного и агрегатного состояния. В частности, о качественном состоянии белков можно косвенно судить по водопоглотительной способности. Так, по результатам изменения характера водопоглощения сушеных грибов установлено, что хранение в течение первых шести месяцев приводит к некоторому увеличению степени водопоглощения. При этом улучшается внешний вид грибов. Консистенция даже максимально

набухших грибов становится более плотной, компактной и упругой по сравнению с консистенцией грибов непосредственно после сушки. Более продолжительное хранение приводит к равномерному понижению водопоглотительной способности у всех видов грибов.

Наиболее высоким коэффициентом водопоглощения обладают маслята и подосиновики, наименьшим - лисички. Если рассматривать этот показатель в зависимости от продолжительности хранения, то к концу его коэффициент водопоглощения снижается на 20-30% от первоначального.

Наблюдаемое некоторое увеличение водопоглотительной способности в начале хранения, по-видимому, связано со способностью слабоденатурированных в период сушки белков частично восстанавливать свои первоначальные свойства. Однако при дальнейшем хранении более ощутимым становится процесс старения белков, что приводит к снижению водопоглощения.

Изменяется и цвет (С) водно-спиртовых вытяжек сушеных грибов при хранении (рис. 15).

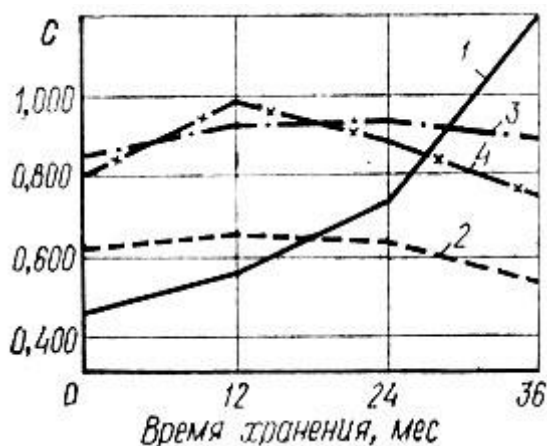


Рис. 15. Изменение интенсивности окраски водно-спиртовых вытяжек белых грибов при хранении в зависимости от режима сушки: 1 - тенивая сушка; 2 - тепловая сушка при 50° С; 3 - сушка при 75° С; 4 - сушка при 100° С

В течение первого года хранения в белых грибах, по-видимому, создаются наиболее благоприятные условия для реакции ферментативного и неферментативного потемнения, поэтому интенсивность окраски экстрактов белых грибов всех режимов сушки усиливается. Однако длительное хранение вызывает снижение окраски вытяжек грибов тепловой сушки, причем более ощутимое в грибах, высушенных при 100° С. Вероятно, в данном случае разрушение красящих веществ преобладает над другими процессами, в том числе и над реакцией меланоидинообразования. В то же время при хранении грибов теневой сушки интенсивность окраски вытяжек усиливается почти в 3 раза. Отсюда можно предположить, что основную роль в потемнении грибов играют реакции с участием ферментов и меньшую реакция меланоидинообразования.

Изменение интенсивности окраски водно-спиртовых вытяжек моховиков протекает несколько иначе, чем белых грибов. У моховиков теневой сушки с начала хранения довольно быстро увеличивается интенсивность окраски, в то время как в грибах, высушенных при 50 и 75° С она на протяжении двух лет находится примерно на одном уровне с тенденцией к повышению и только после указанного срока заметно возрастает. У грибов, высушенных при 100° С, на протяжении всего периода хранения происходит равномерное снижение интенсивности окраски.

Эти изменения подтверждают наши предположения о течении химических и биохимических реакций, так как моховики по своей природе обладают по сравнению с белыми грибами более мощным окислительно-восстановительным комплексом, активность которого сохраняется при щадящих режимах тепловой сушки.

Более благоприятные условия для биохимических превращений в грибах теневой сушки способствуют тому, что в белых грибах теневой сушки за трехлетний период хранения примерно в 4 раза снижается интенсивность аромата и в 2 раза количество веществ, обуславливающих вкус. Значительно стабильнее вкусовые и ароматические свойства грибов тепловой сушки. Это позволяет предположить, что процесс образования специфического аромата и вкуса сушеных грибов преимущественно носит биохимический характер, и важную роль в этом играют ферментные системы плодового тела гриба. Кроме того, вряд ли следует стремиться при сушке грибов к максимально возможному сокращению времени процесса и излишней его интенсификации.

Глава III. Соление и маринование грибов, их влияние на потребительские свойства готовой продукции

Общие сведения о способах соления

Соление является одним из самых распространенных способов консервирования грибов, особенно пластинчатых.

В практике известны два способа посола: холодный и горячий. При холодном способе грибы моют, замачивают в воде для удаления горечи и солят, пересыпая солью плодовые тела, уложенные спороносным слоем вверх. При горячем способе грибы после мойки сразу подвергают бланшированию в течение нескольких минут.

Следует отметить, что технология посола, описанная во многих популярных брошюрах и руководствах различными авторами, различается режимами отдельных технологических операций. Так, В. И. Шубин (1976) и др. рекомендуют замочку груздей и подгруздков проводить в течение 1 сут, В. С. Людковский (1973) - 2-3 сут, Б. Д.

Будько и Б. В. Андрест - 3-5 сут, В. Е. Федотова считает возможным солить грузди, волнушки, серушки и другие млечники без замачивания. По ее утверждению, горечь в грибах исчезает в процессе соления и последующего хранения соленой продукции.

Существенные различия имеются и в режиме бланширования грибов. Одни авторы (Осипов, Белоусов, 1968 и др.) рекомендуют тепловую обработку груздей и подгруздков проводить не более 3-5 мин, другие (Людковский, 1973 и др.) увеличивают срок бланширования этих грибов до 8 мин, Н. Б. Горовой и Т. В. Марчевская считают необходимым бланширование проводить в течение 10-15 мин, а Д. А. Коршунов (1976) рекомендует подгруздок белый солить только после отваривания.

Значительные расхождения имеются также в норме расхода поваренной соли в расчете на 100 кг сырья (от 2,5 до 6 кг).

Рекомендуемые способы посола грибов отличаются не только режимами проведения отдельных операций, но и методом консервирования. Ф. Ф. Захарич (1950) и В. С. Людковский (1973) при холодном и горячем способах посола после предварительной подготовки и укладки грибов в бочки предусматривают пересыпание их сухой солью и последующую заливку рассолом. По другим рекомендациям (Андрест, 1966; Агафонов, 1975; Колдаев, 1972 и др.) холодный и горячий посолы проводят без заливки грибов рассолом.

Существует также разная оценка способов посола грибов, Л. А. Лебедева, З. Д. Филогриевская и Ф. В. Федоров считают, что при холодном посоле грибы получают более высокого качества. Н. И. Полевицкий (1933) лучшим способом считает горячий. Однако в литературе отсутствуют экспериментальные данные, подтверждающие эти рекомендации и положения.

Из экспериментальных работ по солению грибов можно отметить исследования Б. С. Алеева, О. У. Пчелкиной (1937), В. Е. Федотовой, А. Е. Церникель (1971) по изучению микрофлоры соленой грибной продукции, работы О. М. Ефименко (1940) по изучению химического состава первично и вторично переработанных грибов и Ф. Ф. Захарича (1950), в которых представлены сравнительные данные о содержании сухих веществ и протеина свежих и соленых грибов молочая, толстушки и зеленки.

Таким образом, анализ литературы показывает, что изучение вопросов, связанных с формированием качества соленой грибной продукции практически не проводилось. В связи с этим нами совместно с А. А. Дятилевой изучались физические, химические и микробиологические изменения в грибах, протекающие при замачивании, бланшировании, ферментации и хранении готовой продукции. Знание сущности этих процессов позволит разработать мероприятия, повышающие качество соленой грибной продукции.

Изменения в грибах при подготовке к посолу

Замачивание и бланширование грибов - важнейшие технологические операции при солении холодным и горячим способами. Считается, что основное назначение их состоит в удалении из тканей плодовых тел горьких и едких веществ.

При замачивании и бланшировании, кроме этих веществ, теряется значительное количество экстрактивных веществ грибов и в первую очередь водорастворимых углеводов. Такого же мнения придерживается Ф. Ф. Захарич. Однако специальных исследований по изменению состава и свойств грибов в процессе замачивания не проводилось. При 5-минутном бланшировании, как указывают Н. В. Сабуров и А. В. Кононов (1931), потери едких веществ в зависимости от вида грибов составляют от 2 до 45%.

Результаты наших исследований (табл. 21) показывают, что при замачивании существенно изменяются физические показатели грибов.

Продолжительность замачивания, ч	Масса	Объем	Содержание воздуха, об. %
	% к свежим грибам		
Подгруздок белый			
0 (контроль)	100,0	100,0	38,6
2	124,7	100,5	20,5
12	132,1	102,7	16,0
24	116,0	87,1	12,8
48	96,1	70,9	8,9
Груздь настоящий			
0 (контроль)	100,0	100,0	22,7
2	119,4	105,4	18,4
12	124,5	105,0	11,4
24	120,0	97,2	9,3
48	106,5	95,9	8,2

В первые два часа наиболее интенсивно увеличивается масса грибов в основном в результате замещения содержащегося в них воздуха водой, а также частично за счет поглощения влаги коллоидами плодового тела. Такое объяснение полностью согласуется с нашими данными по уменьшению содержания воздуха, содержащегося в пространстве между гифами плодового тела, и некоторому увеличению объема. Затем увеличение массы замедляется и наблюдается уменьшение объема грибов при дальнейшем понижении содержания воздуха. Эти изменения, по-видимому, связаны со старением образовавшихся в начале замачивания коллоидов и изменением структуры плодового тела, что ведет к уплотнению тканей.

Выявленные закономерности изменения массы и объема грибов при замачивании имеют большое практическое значение для нормирования выхода сырья при приемке мытых грибов и производстве соленых груздей.

При замачивании существенно изменяется состав грибов, в частности содержание углеводов и азотистых веществ.

В течение 24 ч количество маннита в подгруздке белом уменьшается почти в 2 раза, а Сахаров - почти в 4 раза, а к концу замачивания (48 ч) эти углеводы полностью экстрагируются водой. В грузде настоящим этот процесс протекает несколько медленнее, но и у него к концу срока замачивания содержание маннита снижается в 3 раза, а Сахаров - более чем в 15 раз.

В результате продолжительного замачивания создаются условия, при которых процесс молочнокислого брожения в период ферментации груздей должен идти только за счет гликогена и слизистых веществ. Это ведет к уменьшению кислотности готового продукта и снижению устойчивости его при хранении.

Интенсивность накопления и количество молочной кислоты больше у грибов, подвергавшихся меньшему замачиванию. Так, грибы после 10-часового замачивания имели общую титруемую кислотность 0,73-0,93% в пересчете на молочную кислоту, в то время как в грибах после 48-часового замачивания ее содержалось всего лишь 0,18-0,29%.

Таким образом, с целью повышения качества соленых груздей следует максимально сокращать продолжительность замачивания. Оно не должно превышать времени, необходимого для удаления горьких и едких веществ.

В связи с тем, что в настоящее время нет разработанных объективных методов определения веществ, придающих грибам горький и едкий вкус, необходимо для различных районов произрастания груздей экспериментально установить оптимальную продолжительность замачивания. Для груздей, произрастающих в Западной Сибири, длительность замачивания не должна превышать 6 ч.

Действующая технологическая инструкция по солению для всех пластинчатых грибов предусматривает практически один режим тепловой обработки - бланширование грибов в кипящем 2-3%-ном растворе поваренной соли в течение 5-6 мин.

Однако предварительное изучение показало, что груздь настоящий и особенно подгруздок белый при таком режиме приобретают резинообразную консистенцию, что ухудшает вкус готового продукта. Поэтому на

ми был испытан более мягкий режим бланширования - в течение 5 мин при температуре 90° С.

В период бланширования вследствие уменьшения количества влаги, вызванного коагуляцией белковых веществ протоплазмы клеток и уплотнения тканей, происходит существенное уменьшение массы плодового тела. По отношению к мытым грибам оно составляет от 22,8 до 37,7%, а по отношению к свежим грибам эти потери составляют всего от 1,9 до 3,6%, т. е. в период тепловой обработки в подгруздке белом и грузде настоящим уменьшение массы происходит в основном за счет поглощенной при мойке воды. Одновременно с уменьшением массы в 11-15 раз снижается в грибах и количество воздуха.

Наряду с уменьшением массы в период бланширования происходит потеря различных веществ. Состав свежих и бланшированных грибов (в %) приведен в табл. 22.

Показатель. %	Подгруздки белые		Грузди настоящие	
	свежие	бланширо- ванные	свежие	бланши- рованные
Влажность	87,75	89,60	91,20	93,70
Содержание маннита	3,09	1,57	1,55	0,71
общего сахара	0,20	0,07	0,15	0,07
Зольность	0,87	0,47	0,51	0,26
Азот				
общий	0,40	0,35	0,26	0,18
белковый	0,30	0,28	0,15	0,16
аминный	0,047	0,016	0,051	0,023

Примерно в 2 раза снижается содержание маннита, на 53-65% Сахаров, на 51-59% минеральных веществ. Происходит также незначительное уменьшение содержания азотистых веществ в основном в результате существенного уменьшения количества аминного азота.

Таким образом, учитывая происходящие в период бланширования изменения физических показателей и химического состава, необходимо в каждом отдельном случае тщательно исследовать влияние тепловой обработки на определенный вид грибов. Это позволит значительно повысить пищевую ценность и улучшить вкус соленых грибов.

Особенности ферментации грибов при холодном и горячем способах посола

Соление - комбинированный способ консервирования. Сущность его заключается в том, что грибы подвергают молочнокислому брожению с

добавлением некоторого количества соли для задержки развития микроорганизмов, вызывающих порчу продукта, и создания оптимальных условий для жизнедеятельности молочнокислых бактерий. Кроме того, соль участвует в формировании вкуса готового продукта.

После посола в грибах происходят сложные микробиологические, физико-химические и биохимические процессы, которые объединяются понятием ферментация. Процесс ферментации грибов в зависимости от их вида и температуры протекает в течение 30-40 дней. К концу ферментации грибы приобретают новые свойства, особый вкус и аромат, становятся готовыми к употреблению без кулинарной обработки.

При ферментации происходят изменения свойств и состава грибов: сахар исчезает, накапливается молочная кислота, небольшое количество этилового спирта, уксусной кислоты, сложных эфиров и других соединений, происходят существенные изменения в комплексе азотистых веществ. Одновременно изменяется структура тканей.

Динамика изменения физических показателей грибов холодного посола приведена в табл. 23.

Продолжительность ферментации, сут	Температура ферментации, °С	Масса		Объем грибов, % к мытым и замоченным	Содержание воздуха, об. %
		грибов, % к мытым и замоченным	рассола, %		
Подгруздок белый					
0	—	100,0	0	100,0	18,1
5	15—20	72,7	27,3	60,3	6,8
15	15—20	73,3	26,7	59,8	1,2
40	0—2	75,3	24,7	60,6	1,0
40	5—7	77,0	23,0	62,1	1,1
Груздь настоящий					
0	—	100,0	0,0	100,0	15,2
5	15—20	77,3	22,7	67,7	3,1
15	15—20	77,0	23,0	66,4	1,1
40	0—2	77,8	22,2	67,0	0,9
40	5—7	77,8	22,2	67,0	0,8

В первые 5 сут ферментации вследствие удаления воздуха и воды, поглощенной при замачивании, масса и объем подгруздка белого уменьшаются по сравнению с массой в начале посола соответственно на 27,3 и 39,7%. В последующем содержание воздуха в тканях плодовых тел продолжает уменьшаться, а масса и объем остаются без существенных изменений. Однако к концу ферментации вследствие набухания коллоидов и поглощения некоторого количества рассола происходит незначительное увеличение массы и объема грибов, причем более интенсивно эти изменения протекают в период

ферментации при температуре 5-7° С. Содержание воздуха в тканях грибов в этот период фактически не изменяется и остается равным примерно 1 %.

Такой же характер изменения физических показателей наблюдается и при ферментации груздя настоящего. Однако у этого вида грибов вследствие видовых особенностей масса и объем уменьшаются несколько меньше, чем у подгруздка белого.

В период ферментации грибов горячего посола динамика изменения физических показателей примерно такая же, как в грибах холодного посола, т. е. в первые 5 дней ферментации происходит уменьшение массы и объема, а затем - некоторое увеличение (табл. 24).

Продолжительность ферментации, сут	Температура ферментации, °С	Масса		Объем грибов, % к бланшированным	Содержание воздуха об. %
		грибов, % к бланшированным	рассола, %		
Подгруздок белый					
0	—	100,0	20,0	100,0	1,12
5	15—20	95,8	23,3	90,4	1,07
15	15—20	100,4	19,7	94,2	1,14
40	0—2	100,8	19,3	94,2	1,09
40	5—7	101,6	18,7	94,6	1,12
Груздь настоящий					
0	—	100,0	20,0	100,0	0,91
5	15—20	98,5	21,3	95,9	0,71
15	15—20	98,1	21,7	95,6	0,97
40	0—2	100,8	19,3	96,6	0,87

Однако вследствие предварительной тепловой обработки перед посолом изменение массы и объема грибов значительно меньше. Так, уменьшение массы при горячем способе посола в первый период ферментации составило всего от 1,9 до 4,2% по отношению к массе бланшированных грибов. К концу ферментации содержание воздуха практически остается на первоначальном уровне, а масса увеличивается, достигая величины несколько большей, чем перед посолом.

Изменение массы грибов (в %) в процессе ферментации при холодном и горячем способах посола по отношению к массе свежих (немытых) грибов приведено в табл. 25.

Продолжительность ферментации, сут	Температура хранения, °С	Масса грибов (в % к массе свежих) при различных способах посола			
		холодном	горячем	холодном	горячем
		Подгруздок белый		Груздь настоящий	
0	—	100,0	100,0	100,0	100,0
5	15—20	94,5	90,0	100,5	95,3
15	15—20	95,3	94,4	100,1	94,9
40	0—2	97,9	94,7	101,2	97,5
40	5—7	100,1	95,5	101,2	—

Выход готовой продукции без учета рассола для грибов холодного посола в зависимости от температуры колеблется для подгруздка белого от 97,9 до 100,1%, груздя настоящего - до 101,2%. При горячем способе посола выход составляет соответственно 95,3 и 97,5%.

Выявленные закономерности изменения массы, объема и содержания воздуха в грибах холодного и горячего посола наглядно показывают, что величина этих изменений зависит от вида грибов, температуры, длительности ферментации и способа посола. Поэтому дальнейшие исследования в этом направлении дадут возможность на научной основе установить нормы выхода готовой грибной продукции, что в конечном итоге позволит поднять экономическую эффективность заготовок и переработки грибов.

Влияние способа посола на изменения в комплексе углеводов и кислотообразование. Изучение изменений в составе углеводов в период ферментации соленых грибов имеет важное значение для характеристики пищевой ценности и выяснения влияния способов посола на качество готового продукта.

В результате проведенных исследований нами доказано, что при холодном способе в период ферментации глюкоза, фруктоза и трегалоза грибов полностью исчезают через 5 дней после посола. За этот период общая кислотность (в расчете на молочную кислоту) возрастает в подгруздке белом до 0,45% и грузде настоящем до 0,27%. Существенная разница в накоплении молочной кислоты в начальном периоде ферментации обуславливается различным содержанием Сахаров в грибах, а также, по-видимому, тем, что в этот период молочнокислым брожением охватываются в основном сахара, рН грибов снижается в подгруздке белом до 4,9 и в грузде настоящем до 5,2. В последующие дни ферментации титруемая и активная кислотность продолжает расти, несмотря на полное отсутствие Сахаров.

Содержание маннита, особенно в период активного накопления кислот, быстро уменьшается. Так, за 15 дней в зависимости от вида

грибов количество маннита снижается на 48-58% по сравнению с начальным содержанием, а pH снижается до 4,1, т. е. до уровня, исключающего развитие нежелательной микрофлоры.

Процесс ферментации, осуществляемый при сравнительно низкой температуре, характеризуется дальнейшим уменьшением содержания маннита и нарастанием кислотности. В зависимости от температуры в течение всего периода ферментации содержание маннита уменьшается в подгруздке белом на 53-60%, в грузде настоящем на 65-70%, общая кислотность возрастает соответственно до 1,06-1,08 и 0,79-0,81%. Наряду с увеличением общей кислотности при ферментации происходит непрерывное накопление летучих кислот, количество которых достигает от 0,05 до 0,08%.

Интересно отметить, что в период интенсивного протекания молочнокислого брожения происходит увеличение количества клетчатки при стабильном содержании гликогена. Это указывает на то, что часть гликогена при ферментации подвергается разложению и используется молочнокислыми бактериями для образования молочной кислоты. В этот же период происходит выделение значительного количества воды из тканей грибов, что приводит к относительному увеличению количества сухих веществ грибов.

Повышение количества клетчатки при квашении капусты наблюдали Ф. В. Цереветинов, А. А. Зубрилин и А. М. Михлин при силосовании различных трав.

В процессе ферментации грибов горячего посола в первые 5 дней происходит полное исчезновение Сахаров. Содержание маннита за это время снижается в подгруздке белом примерно на 30, в грузде настоящем - на 15%, в результате чего общая кислотность возрастает соответственно до 0,10 и 0,16%, что в 2-4 раза меньше, чем при ферментации грибов холодного посола.

В дальнейшем, в течение всего периода ферментации, содержание маннита продолжает падать, а количество кислот увеличивается. Однако это увеличение к концу ферментации примерно в 2 раза меньше, чем в грибах холодного посола. Это объясняется тем, что предварительная тепловая обработка сырья приводит к значительному уменьшению количества молочнокислых бактерий, а следовательно, и к снижению интенсивности молочнокислого брожения и накопления молочной кислоты. В результате к концу ферментации в грибах горячего посола титруемая кислотность повышается от 0,27 до 0,49%, что в 2,5-3 раза меньше по сравнению с грибами холодного посола. Однако несмотря на меньшее содержание кислот, активная кислотность (pH) грибов горячего посола к концу ферментации достигает уровня активной кислотности грибов холодного посола, т. е. уровня, который обеспечивает стойкость продукта при дальнейшем хранении. Интенсивное увеличение активной кислотности грибов горячего посола связано в первую очередь с уменьшением буферной

емкости вследствие экстракции аминокислот, белков и минеральных веществ при бланшировании. Увеличению активной кислотности способствует также денатурация белковых веществ, что задерживает их распад, а следовательно, уменьшает количество веществ, обуславливающих увеличение буферной емкости сырья.

К концу ферментации в грибах полностью формируются органолептические свойства. Грибы приобретают освежающий, слегка острый, без горечи солоно-кислый вкус, приятный, свойственный соленым грибам аромат и упругую консистенцию.

Таким образом, в результате исследований установлено, что при солении грибов основные изменения углеводов и кислотонакопление происходит в первые 15 дней ферментации, поэтому дображивание грибов следует проводить при более низкой температуре.

Для образования молочной кислоты наряду с сахарами молочнокислые бактерии интенсивно используют маннит, в связи с этим степень накопления кислот зависит от способа посола и содержания в грибном сырье Сахаров и маннита.

Влияние способа посола на изменения в составе азотистых веществ. Качественные и количественные изменения азотистых веществ в грибах при солении происходят под действием собственных ферментов и влиянием ферментов микроорганизмов и сводятся главным образом к гидролизу белковых веществ, накоплению и образованию различных небелковых соединений. Ферменты растительного сырья вызывают преимущественно расщепление белковых веществ до аминокислот, в то время как ферменты микроорганизмов разлагают их до аммиака. Разложение белков под влиянием внутриклеточных или бактериальных протеолитических ферментов в значительной мере зависит от температуры активной кислотности среды и особенно от вида заквашиваемого сырья.

Некоторые исследователи (Тер-Карапетян и Петросян, 1964, и др.) считают, что все изменения белковых веществ, при молочнокислом брожении происходят в основном под влиянием тканевых ферментов растительного сырья и связаны с образованием альбумоз, пептидов, аминокислот.

Изменение различных форм азота при ферментации грибов холодного способа посола приведено в табл. 26.

Показатели	Содержание азотистых веществ в грибах				
	после мойки	при ферментации, сут			
		5	15	40	40
		15—20° С		0—2° С	5—7° С
Подгруздок белый					
Азот, мг/100 г					
общий	364,0	395,0	389,7	384,5	378,5
белковый	282,8	223,6	212,0	206,1	196,4
аминный	38,2	62,8	57,3	59,3	59,3
летучих оснований	6,9	35,5	35,9	36,1	36,4
Груздь настоящий					
Азот, мг/100 г					
общий	181,3	189,7	187,1	185,3	184,9
белковый	105,0	89,9	78,4	75,8	74,1
аминный	45,0	40,1	44,2	44,3	45,7
летучих оснований	5,1	19,9	24,1	24,2	24,6

Содержание общего азота остается практически без изменения. Незначительное увеличение его в первые 5 сут является следствием увеличения количества сухих веществ. Потери грибными тканями сока и воды, поглощенной при замочке, и последующее уменьшение азота связаны в основном с диффузией азотистых веществ в рассол.

Существенные изменения в период ферментации происходят в составе белковых веществ. По мере увеличения продолжительности ферментации вследствие гидролитического разложения количество белкового азота заметно уменьшается при постоянном увеличении количества небелковых соединений. Наиболее интенсивный распад белка происходит в первые 5 сут после посола. За этот период количество белкового азота по отношению к первоначальному содержанию в подгруздке белом уменьшилось более чем на 20%, в грузде настоящем - на 15%, в то же время содержание небелкового азота возросло соответственно более чем в 2 раза.

В последующие дни снижение содержания белкового азота происходит медленнее и к концу ферментации достигает примерно 30% по сравнению с первоначальным.

Следует отметить, что процесс гидролитического распада белковых веществ при температуре дображивания 5-7° С протекает несколько интенсивнее, чем при температуре 0-2° С.

В результате распада белковых соединений наблюдаются значительные изменения в содержании азота аминокислот и летучих оснований, причем на характер этих изменений существенное влияние оказывают видовые особенности грибов. По данным, представленным в табл. 26, прослеживается значительное увеличение количества

азота летучих оснований, аминного азота в подгруздке белом и азота летучих оснований в грузде настоящем.

Увеличение количества азота летучих оснований свидетельствует о глубоком распаде азотистых веществ при холодном способе посола. Накопление азота летучих оснований происходит в основном в первые 5 сут ферментации. За этот период содержание этих соединений в подгруздке белом увеличилось в 5, а в грузде настоящем в 4 раза по сравнению с содержанием в мытых грибах. В последующем их количество до конца ферментации остается практически одинаковым.

Изменение содержания аминного азота сопровождается существенными изменениями в количественном и качественном составе свободных аминокислот. Количество аргинина, глутамина, аспарагиновой кислоты, серина, лизина в первые 5 дней уменьшается в 1,5-3,5 раза, причем аргинин и глутамин в последующие 10 дней полностью исчезают, а аспарагиновая кислота, серин и лизин до окончания ферментации остаются на одном уровне.

Количество аланина, γ -аминомасляной кислоты, валина и особенно лейцина, изолейцина, гистидина, фенилаланина и треонина к 5 дню ферментации увеличивается и появляется α -аминомасляная кислота. Содержание таких аминокислот, как лейцин, изолейцин, глицин и фенилаланин на протяжении последующего периода ферментации остается без изменений. Количество гистидина и треонина к 15-м суткам резко уменьшается, и этот процесс продолжается до конца ферментации.

Количество валина и γ -аминомасляной кислоты в течение всего периода ферментации постепенно увеличивается.

Характер изменений большинства аминокислот при ферментации груздя настоящего, по нашим исследованиям, в основном идентичен изменениям в подгруздке белом. Различие заключается в том, что интенсивность изменений несколько выше, чем в подгруздке белом. Количество таких аминокислот, как аспарагиновая, лизин и аргинин к 5-м суткам ферментации уменьшается в 4-7 раз, что в 2 раза превышает направленность изменений в подгруздке белом.

Отмеченные количественные изменения в составе аминокислот в первые 15 сут ферментации можно объяснить разложением белка и аминокислотным обменом под влиянием активной деятельности вредной микрофлоры и грибных ферментных систем.

Известно, что распад многих аминокислот может быть вызван различными видами микроорганизмов; в частности, декарбоксилирование аспарагиновой кислоты с образованием аланина может происходить под влиянием маслянокислых бактерий, нередко развивающихся в соленых грибах. Бактерии группы *Coli* легко дезаминируют треонин с накоплением α -кетомасляной кислоты,

которая в дальнейшем в результате реакции переаминирования переходит в α -аминомасляную. Имеются также сведения о том, что образование γ -аминомасляной кислоты возможно за счет декарбоксилирования глутаминовой кислоты ферментными системами молочнокислых бактерий (Кретович, 1971, и др.).

Уменьшение содержания аминокислот может быть связано с процессом окислительного, гидролитического или восстановительного ферментативного дезаминирования. Окислительному дезаминированию, как указывает В. Л. Кретович (1971), легко подвергаются аспарагиновая и глутаминовая кислоты, в результате чего в сырье накапливаются аммиак и соответствующие кетокислоты.

При гидролитическом дезаминировании серина, треонина и некоторых других аминокислот образуются жирные кислоты, углекислый газ, водород и аммиак. Последний может вступать в реакции с кислотами, образуя аммонийные соли, и участвовать в реакциях восстановительного аминирования. Так, при взаимодействии аммиака с пировиноградной кислотой образуется аланин, а с α -кетоглутаровой кислотой - глутаминовая.

Изменения в содержании отдельных аминокислот при ферментации грибов холодного посола являются следствием сложных биохимических превращений при воздействии ферментных систем грибов и микрофлоры, развивающейся при солении. Эти изменения ведут к снижению питательной ценности, так как 35-65% из подвергнутых гидролитическому распаду белковых веществ превращается в летучие основания.

При горячем способе посола количество белковых веществ, аминокислот и летучих оснований по отношению к первоначальному содержанию остается практически без изменений. Некоторое снижение содержания всех форм азота при ферментации происходит вследствие диффузии сухих веществ в рассол и уменьшения их количества в результате поглощения грибами воды.

Отсутствие гидролитического распада белковых веществ при ферментации грибов горячего посола объясняется тем, что под влиянием бланширования уничтожается гнилостная микрофлора, обладающая мощным протеолитическим комплексом, а также разрушаются протеолитические ферменты самих грибов. Кроме того, важным фактором является процесс денатурации белковых веществ. Это имеет решающее значение для формирования органолептических свойств готового продукта.

Сравнительная органолептическая оценка грибов после ферментации показала, что грибы горячего посола, несмотря на большую степень зрелости плодовых тел, отличаются от грибов холодного посола более плотной и упругой консистенцией, что важно

для повышения качества продукции особенно из грибов среднего и более позднего сроков созревания.

Физико-химические изменения в соленых грибах при хранении

Изменение физических свойств грибов. Результаты наших исследований показали, что в период хранения в соленых грибах непрерывно, но более медленно продолжают физико-химические и биохимические изменения, которые приводят к постепенному снижению питательной ценности, вкусовых и ароматических свойств, приобретенных в процессе ферментации.

В частности, в период хранения происходит постепенное увеличение массы и объема грибов холодного посола, обусловленное поглощением тканями образовавшегося при ферментации рассола (табл. 27).

Показатель	По окончании ферментации	После хранения при температуре 0—2° С в течение суток				По окончании ферментации	После хранения при температуре 5—7° С, в течение суток		
		80	140	230	500		80	140	230
Подгруздок белый									
Масса грибов, % к мытым	75,3	76,0	76,3	77,0	79,0	77,0	77,3	77,7	78,0
Масса рассола, %	24,7	24,0	23,7	23,0	21,0	23,0	22,7	22,3	22,0
Объем грибов, % к мытым	60,6	61,2	61,8	62,1	63,2	62,1	62,3	62,6	62,9
Содержание воздуха, об. %	1,01	1,05	1,11	1,03	1,00	1,08	1,13	1,00	1,05
Груздь настоящий									
Масса грибов, % к мытым	77,8	77,8	78,3	78,5	80,3	77,8	78,3	78,5	78,5
Масса рассола, %	22,2	22,2	21,7	21,5	19,7	22,2	21,7	21,5	21,5
Объем грибов, % к мытым	67,0	67,0	67,3	67,6	67,8	67,0	67,3	67,6	67,6
Содержание воздуха, об. %	0,90	0,86	0,92	0,87	0,90	0,81	0,92	0,89	0,90

Степень изменения массы и объема у исследованных грибов неодинакова. У подгруздка белого масса и объем в течение 8 мес хранения при 0-2° С увеличились соответственно на 1,7 и 1,5%, у груздя настоящего этот процесс происходит в 2 раза медленнее.

В период хранения грибов при температуре 5-7° С за 230 сут масса подгруздка белого возросла всего на 1%, а объем на 0,8%. У груздя

настоящего при температуре хранения 5-7° С отмечается более быстрый рост этих показателей по сравнению с хранением при 0-2° С. Этот процесс продолжается около 4 мес, а последующее хранение не приводит к увеличению массы и объема, в то время как у подгруздка белого рост массы и объема продолжается и в последующий период хранения.

Таким образом, хранение соленых грибов при температуре 5-7° С в течение 8 мес, а при 0-2° С в течение 16 мес не приводит к потерям массы и объема грибов, а обеспечивает даже некоторое увеличение этих показателей.

Незначительные изменения массы и объема грибов при таком режиме хранения сопровождаются изменением консистенции. Наши исследования показали, что при температуре 5-7° С соленые грибы холодного посола теряют упругую консистенцию к 8 мес хранения, а грибы, хранившиеся при 0-2° С, сохраняют ее примерно в течение 16 мес. Следовательно, хранение соленых грибов при температуре 0-2° С способствует лучшему сохранению качества продукции. Изменение физических показателей грибов горячего посола примерно аналогично изменениям грибов холодного посола.

Масса и объем грибов на протяжении всего периода хранения постепенно увеличиваются, а содержание воздуха, как и в грибах холодного посола, практически остается на одном уровне. Однако следует отметить, что в грибах горячего посола увеличение массы в период хранения происходит на большую величину, особенно при температуре 5-7° С у подгруздка белого. Консистенция грибов до конца опытного хранения остается плотной и упругой, внешний вид грибов приятный.

Изменение массы грибов холодного и горячего способов посола в процессе хранения по отношению к массе свежих грибов приведено в табл. 28.

Срок хранения	Масса грибов при разных способах посола (% к сырой массе)			
	холодным	горячем	холодным	горячем
	Подгруздок белый		Груздь настоящий	
Хранение при 0—2° С				
По окончании ферментации	97,9	94,7	101,2	97,5
Через 80 сут	98,8	95,5	101,2	97,9
Через 140 сут	99,2	96,0	101,7	98,3
Через 230 сут	101,1	96,7	102,1	98,3
Через 500 сут	102,7	—	104,4	—
Хранение при 5—7° С				
По окончании ферментации	100,1	95,5	101,2	—
Через 80 сут	100,5	96,7	101,7	—
Через 140 сут	101,0	97,8	102,1	—
Через 230 сут	101,4	97,8	102,1	—

Расчет массы грибов разных способов посола после Длительного хранения показывает, что выход готовых грибов холодного посола по отношению к использованному свежему сырью после 8-16 мес хранения составляет от 101,1 до 104,4%, а для грибов горячего посола потери составляют от 1,7 до 3,3%.

Изменения в составе углеводов и кислотообразование. Начавшиеся при ферментации изменения в комплексе углеводов продолжают и в последующий период хранения. Уменьшается содержание маннита и увеличивается количество кислот, что свидетельствует о довольно активном течении молочнокислого брожения. За период с момента окончания ферментации до 500 дней хранения количество маннита в подгруздке белом снизилось на 0,44%, а общая кислотность возросла на 0,32%. В грузде настоящем количественные изменения выражены несколько слабее, но интенсивность их примерно одинакова. Из представленных данных также видно, что на степень изменения содержания маннита и кислот значительное влияние оказывает температура. При повышении температуры хранения снижение содержания маннита и увеличение количества кислот происходит несколько интенсивнее, чем при температуре хранения 0-2° С.

Наряду с увеличением титруемой кислотности при хранении непрерывно повышается содержание летучих кислот, особенно при повышенной температуре хранения.

Такие углеводы, как гликоген и клетчатка в течение 8 мес остаются практически без изменений и только к 1,5 годам хранения количество гликогена несколько уменьшается, по-видимому, в результате гидролитического разложения.

При хранении грибов горячего посола наблюдается тот же характер изменений в содержании маннита и накоплении кислот, что и в грибах холодного посола. Однако при одинаковых условиях и одной и той же продолжительности хранения интенсивность накопления титруемой кислотности значительно выше, чем в грибах холодного посола. Особо следует отметить низкий уровень накопления летучих кислот. Это свидетельствует о большей чистоте прохождения молочнокислого брожения, что положительно влияет на органолептические свойства соленых грибов. Содержание гликогена и клетчатки в грибах горячего посола в течение всего срока хранения остается практически на одном уровне. рН грибов холодного и горячего посолов к 8 мес хранения уменьшается с 4,0-4,2 до 3,8-3,6, что надежно обеспечивает сохранность продукта и ограждает его от развития гнилостной микрофлоры.

Изменения в комплексе азотистых веществ. Анализ динамики в комплексе азотистых веществ при хранении показывает (табл. 29), что содержание общего азота в грибах холодного посола на протяжении всего периода хранения остается почти неизменным, тогда как количество белкового азота уменьшается. Интенсивность уменьшения при разных температурах хранения примерно одинаковая.

Показатель	После ферментации при 0—2°С	После хранения при температуре 0—2°С, в течение суток				После ферментации при 5—7°С	После хранения при температуре 5—7°С, в течение суток		
		80	140	230	500		80	140	230
Подгруздок белый									
Азот, мг/100 г сырой массы									
общий	384,6	380,0	379,8	376,1	370,8	378,5	375,2	371,5	367,8
белковый	206,1	200,3	198,6	194,4	179,5	196,4	191,7	181,7	181,3
аминный	57,3	59,3	59,5	60,5	64,5	59,3	61,3	62,0	63,6
летучих оснований	36,1	36,5	36,9	36,5	39,7	36,4	36,1	37,1	38,6
Груздь настоящий									
Азот, мг/100 г сырой массы									
общий	185,3	186,2	184,8	185,1	183,2	184,9	184,4	184,4	183,6
белковый	75,8	74,8	73,7	72,9	69,1	74,1	72,6	71,7	70,7
аминный	44,3	44,7	44,5	44,6	46,2	45,7	43,5	43,1	41,5
летучих оснований	24,2	24,2	24,4	24,6	25,1	24,6	25,4	25,6	26,2

Данные табл. 29 позволяют утверждать, что начавшийся при ферментации процесс гидролитического распада белковых веществ медленно продолжается и в период хранения. Это также подтверждается соответствующим изменением доли белкового азота в общем содержании азота соленых грибов. Медленное разложение белковых веществ сопровождается некоторым увеличением количества аминного азота и азота летучих оснований. Изменения отдельных форм азота характерны для Двух видов исследований

грибов. Однако у груздя настоящего разложение белка происходит медленнее и на меньшую величину, чем у подгруздка белого. Благодаря видовым особенностям у груздя настоящего в период хранения при температуре 5-7° С совершенно не наблюдается накопления аминного азота, его содержание даже несколько снижается.

Значительным изменениям подвергается также содержание аминокислот, которое для подгруздка белого характеризуется постоянным увеличением практически всех аминокислот. Наиболее заметно увеличивается содержание глицина, α- и γ-аминомасляной кислот, валина, фенилаланина, лейцина и изолейцина. К концу хранения в 2 раза и более возрастает содержание гистидина.

В грузде настоящем содержание свободных аминокислот изменяется несколько иначе. В период хранения при температуре 0-2° С при незначительном повышении содержания аминокислот в целом происходит снижение количества орнитина, гистидина, глутаминовой кислоты, лейцина с изолейцином, треонина и триптофана.

Содержание других аминокислот либо несколько увеличивается, либо остается без существенных изменений.

Хранение груздя настоящего при температуре 5-7° С приводит к уменьшению содержания практически всех аминокислот в общей сложности почти на 11% по сравнению с их содержанием после ферментации. Уменьшение содержания свободных аминокислот дает основание утверждать, что при хранении соленых грибов имеет место не только гидролитический распад белковых веществ, в результате которого идет пополнение количества свободных аминокислот в продукте, но и усиленно протекают реакции дезаминирования и декарбоксилирования.

Эти процессы осуществляются, по-видимому, при воздействии и участии только внутритканевых ферментов грибов, так как уровень активной кислотности среды в период 1,5-годичного хранения исключает возможность развития посторонней, в том числе и гнилостной микрофлоры, обладающей мощными протеолитическими системами.

Исследование характера изменений азотистых веществ при хранении в грибах горячего посола (табл. 30) показывает, что в течение 8 мес количественных изменений в содержании общего азота практически не происходит. Незначительное его уменьшение наблюдается вследствие физических процессов и в первую очередь в результате впитывания грибами рассола.

Показатель	После ферментации при 0–2° С	После хранения при температуре 0–2° С, в течение суток		
		80	140	230
Подгруздок белый				
Азот, мг/100 г сырой массы				
общий	317,9	316,0	315,2	312,5
белковый	277,2	275,9	272,8	272,2
аминный	20,4	19,9	19,9	20,0
летучих оснований	5,1	5,0	4,7	5,0
Груздь настоящий				
Азот, мг/100 г сырой массы				
общий	179,5	178,0	178,6	177,1
белковый	164,5	164,0	164,8	162,9
аминный	9,4	9,4	9,6	9,2
летучих оснований	4,9	5,0	4,6	5,2

Содержание белкового азота на протяжении всего периода хранения также остается постоянным, что указывает на полное отсутствие гидролитического распада белковых веществ. Доказательством этому является также неизменный уровень содержания аминного азота и азота летучих оснований. Отсутствие гидролитического распада белковых веществ и изменения в содержании других азотистых соединений связаны с инактивацией ферментов и гибелью основной массы эпифитной микрофлоры при бланшировании грибов перед посолом. В результате стабильности состояния денатурированных белковых веществ грибы даже после 1,5-годичного хранения сохраняют упругую консистенцию, надлежащий товарный вид и механическую стабильность при транспортировании.

Технология соления грибов

Подготовка бочек. Качество соленых грибов и их сохраняемость в значительной мере зависят от тщательности подготовки бочковой тары перед закладкой грибного сырья.

Для посола грибов используются новые или бывшие в употреблении исправные бочки вместимостью до 100 л, по качеству отвечающие требованиям ГОСТ 8777-74 "Бочки деревянные заливные" и ОСТ 15-127-76 "Бочки деревянные, бывшие в употреблении, предназначенные для повторного использования".

Для соления грибов рекомендуется использовать бочки из осины и липы. Бочки из-под жиров, сельди, нефтепродуктов, мыла и другой пахучей продукции для соления грибов использовать запрещается.

Перед заполнением грибами бочки проверяют на отсутствие течи путем наполнения их водой. Если через 2 ч с момента заполнения

бочка при перекачивании не дает течи, она считается пригодной для соления грибов.

Бочки, проверенные на отсутствие течи, вымачивают, заливая в них чистую воду на 15-20 сут. Не реже, чем через 3-е сут воду заменяют.

После замочки бочки обрабатывают 0,08%-ным раствором каустической соды или 0,2%-ным раствором кальцинированной соды, нагретым до кипения. Затем ополаскивают 3-4 раза чистой водой до полного удаления щелочи.

Подготовленные бочки хранят в закрытых помещениях или под навесами, при этом в последнем случае время от времени бочки сбрызгивают чистой водой для предупреждения их рассыхания. Подготовленные исправные бочки перед заполнением продукцией взвешивают, ополаскивают водой и немедленно затаривают.

Деревянные пробки для бочек обрабатывают кипятком, просушивают и хранят в чистых закрытых ящиках.

На укупорочное дно бочек после их обработки наносят с помощью трафарета несмываемой краской маркировку. На бочках, бывших в употреблении, старую маркировку предварительно тщательно удаляют.

Сырье, материалы, пряности. Для приготовления соленых грибов необходимо использовать свежие молодые или среднего возраста плодовые тела груздя настоящего, подгруздка белого, груздя черного, рыжиков, волнушек, свинушек, сыроежек и серушек после надлежащей их очистки и подготовки. Использование дряблых, переросших, ослизлых, заплесневелых, червивых грибов, а также смеси или крошек различных видов грибов запрещается. Молодыми считаются грибы с плоской или вдавленной в центре шляпкой, с завернутыми вниз краями. У грибов среднего возраста шляпка воронкообразная или плоская с распрямившимися краями.

Пряности и специи по качеству должны соответствовать действующим стандартам или техническим условиям. Используемые для соления укроп, чеснок, листья черной смородины следует применять свежими.

Не допускается использовать вспомогательное сырье, поврежденное вредителями, болезнями или плесенью.

Для посола используют пищевую соль не ниже I сорта.

Доставка, приемка и хранение сырья и материалов. Сбор и доставку грибов на перерабатывающие пункты должны производить в чистой таре (корзинах, деревянных ящиках, эмалированной посуде) при возможно максимальном проветривании во избежание

самосогревания. Высота укладки в тару не должна превышать 20 см. Использование оцинкованных ведер запрещается.

Приемка грибов производится строго по их качеству и по видам.

Сорт грибов определяется их размерами (табл. 31).

Грибы	Размеры грибов, см			
	I сорта		II сорта	
	диаметр шляпки	длина ножки	диаметр шляпки	длина ножки
Груздь настоящий, подгруздок белый, груздь черный, рыжик, свинушки, скрипица	7	1	12	3
Белянки, волнушки, сыроежки, краснушки, горькуши, валуи	6	2	10	2

Кратковременное хранение грибов до переработки на грибоварочном пункте в зависимости от температуры помещения допускается в течение времени, указанного в табл. 32, считая с момента отделения плодового тела от мицелия.

Грибы	Хранение при температуре, °С			
	0—5	10	20	свыше 20
	сутки		часы	
Груздь настоящий, подгруздок белый, груздь черный	3	1,5	24	16
Лисички	5	3	30	20
Свинушки, рыжики	1	0,66	8	—

Посол грибов холодным способом. Холодный посол заключается в том, что отсортированные, вымытые и вымоченные или невымоченные грибы укладывают в подготовленную тару, пересыпают солью или заливают солевым рассолом.

Холодным способом следует солить молодые грибы следующих видов: груздь настоящий, подгруздок белый, груздь черный, скрипица, рыжики.

Для получения однородных партий готовой продукции принимаемые от заготовителей и населения грибы рассортировывают на специальных столах по видам, возрасту и качеству. При этом отбраковывают грибы дряблые, заплесневелые, мятые, изъеденные личинками насекомых. Смешивание различных видов грибов не допускается.

Рассортированные грибы для облегчения удаления с поверхности загрязнений (земли, песка, лесной подстилки, листьев и др.)

замачивают в холодной воде в течение 2-4 ч. Затем тщательно и осторожно моют в проточной или часто сменяемой холодной воде, после чего их замачивают в часто сменяемой холодной воде. Груздь настоящий вымачивают 6-12 ч; подгруздок белый, скрипицы - 4-6 ч; груздь черный, горькуши - 12 ч; рыжики вымачивать не следует.

Вымытые и вымоченные грибы после стекания с них воды укладывают в бочки следующим образом. Сначала на дно кладут листья черной смородины, укроп и 1-2 горсти соли, а затем укладывают шляпками вниз грибы слоем толщиной 5-8 см, пересыпая каждый слой солью и пряностями (лавровым листом, горошком душистого перца).

На 100 кг грибов по рецептуре требуется 20 г лаврового листа, 10 г душистого перца, 30 г чеснока, 1 кг укропа, 1 кг листьев смородины и 4 кг соли. Добавлять соли более 4% не следует, так как при большей ее концентрации замедляется молочнокислое брожение и накопление молочной кислоты, а грибы становятся излишне солеными.

После заполнения бочки верхний слой грибов пересыпают солью, кладут листья черной смородины, укроп, накрывают деревянным кругом и помещают на него груз (гнет) (обычно чисто вымытый булыжник). Масса груза должна составлять примерно 15% от массы закладываемых в тару грибов. В качестве гнета категорически запрещается применять металлические предметы, кирпичи, известковые камни.

По мере оседания грибов в бочки следует добавлять новые их порции, обязательно взвешенные для определения необходимого количества поваренной соли и пряностей, укладывая их в том же порядке, как описано выше, увеличивая при этом соответственно массу гнета.

Данную операцию повторяют до прекращения оседания грибов и заполнения бочки доверху. Бочка считается заполненной, когда уровень рассола достигает верхнего утора бочки. В таком случае грибы (без учета рассола) занимают примерно 0,8 вместимости бочки.

Заполненную грибами бочку вместе с деревянным кругом и гнетом на нем покрывают двумя слоями марли и оставляют в помещении с температурой воздуха 20-25° С на 5 дней. Затем бочку перемещают в другое помещение с температурой 10-20° С на 10-15 сут для ферментации.

Следует отметить, что в начале брожения вследствие усиленного образования и выделения пузырьков газов происходит повышение уровня рассола и частичное вытекание его через края бочки. Поэтому во избежание потерь излишек рассола следует слить в чистую тару и оставить в помещении с температурой 0-7° С. Необходимо также следить за тем, чтобы грибы были постоянно покрыты слоем рассола.

Через 15 сут гнет снимают, бочки закрывают и через шпунтовое отверстие доливают ранее изъятый рассол, закрывают шпунтовое отверстие и грибы отправляют для дображивания в помещение с температурой 0-7° С.

Примерно через 40 дней после посола ферментация грибов заканчивается.

Приготовление соленых грибов горячим способом. Горячий способ посола состоит в том, что отсортированные вымытые или вымытые и вымоченные грибы подвергают бланшированию, укладывают в подготовленную тару и заливают солевым рассолом. Горячим способом следует солить молодые и среднего возраста следующие грибы: груздь настоящий, подгруздок белый, груздь черный, скрипицы, рыжики, свинушки, горькуши, серушки.

Сортировку и мойку грибов производят так же, как и при холодном способе посола.

Замочку груздя черного, горькуш производят в течение 3-4 ч в сменяемой холодной воде для частичного удаления горьких веществ. Другие виды грибов после мойки вымачивать не следует.

После мойки или мойки и замочки грибы погружают в кипящую воду (бланшируют) в соотношении 1 часть грибов в 4 частях (по массе) воды при непрерывном подогревании. Время бланширования в зависимости от возраста и вида грибов приведено в табл. 33.

Грибы	Продолжительность бланширования грибов, мин	
	молодых	среднего возраста
Груздь настоящий	—	5
Подгруздок белый	—	3
Груздь черный	—	5
Свинушки	5	5
Рыжики	2	3

В результате бланширования грибы становятся плотными и приобретают упругую консистенцию, сохраняющуюся в процессе соления и последующего хранения.

Бланшированные грибы быстро охлаждают в холодной воде, а затем после ее стекания укладывают в бочки шляпкой вниз.

Заполненную доверху бочку взвешивают для определения требуемого количества рассола, после чего заливают заранее приготовленным 20%-ным солевым рассолом из расчета 1 ч. рассола на 4 ч. грибов, при этом содержание соли в готовых грибах составит 4%.

После заливки грибов рассолом в бочку кладут деревянный круг с небольшим гнетом для того, чтобы грибы не плавали в рассоле, затем покрывают двумя слоями марли и оставляют в помещении с температурой воздуха 20-25° С примерно на 5-6 дней, а затем при температуре 15-20° С - на 15 дней для ферментации.

По окончании предварительного брожения в бочки вставляют дно. При недостаточном количестве рассола через шпунтовое отверстие доливают приготовленный 4%-ный раствор соли. Затем отверстие закрывают и бочки с грибами отправляют для дображивания в помещение с температурой 0-7° С. Ферментация заканчивается примерно через 40 сут.

Хранение и уход за солеными грибами. Хранят соленые грибы в подвалах, погребах, охлаждаемых складах или ледниках при температуре 0-7° С и относительной влажности воздуха 80-90%. Лучшими условиями хранения является хранение при температуре 0-2° С. При этом режиме грузди могут храниться без заметного изменения качества до двух лет. Срок хранения грибов при температуре 5-7° С не должен превышать 8 мес.

Для ухода за бочками с грибами их устанавливают обычно в два ряда. Не реже одного раза в неделю следует проверять заполненность бочек рассолом. При обнаружении отсутствия рассола на поверхности грибов следует долить бочки 4%-ным раствором соли или при течи бочки переложить грибы в исправную тару.

Для предупреждения порчи грибов в период хранения в бочки перед их укупоркой желательно положить решетчатые донышки скрепляющими планками вверх, как показано на рис. 16.

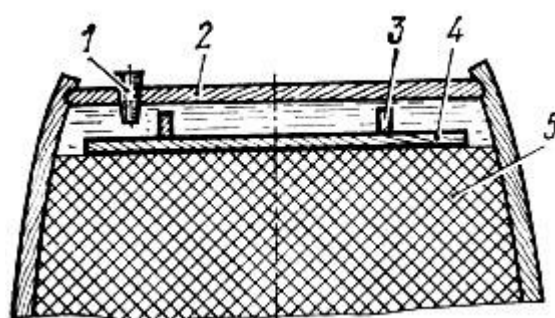


Рис. 16. Способ укупорки бочек с солеными грибами: 1 - шпунт; 2 - верхнее днище бочки; 3 - соединительная планка решетчатого донышка; 4 - решетчатое донышко; 5 - грибы

Существующие способы маринования грибов и их недостатки

Маринование грибов является довольно распространенным способом их консервирования. Основано маринование на консервирующем действии уксусной кислоты, которая не только предохраняет грибы от порчи, но и в сочетании с другими

компонентами заливки придает грибам своеобразный вкус и аромат. Угнетающее действие уксусной кислоты на микроорганизмы проявляется при концентрации ее около 1%, но при такой концентрации в грибах появляется острый вкус, значительно снижающий их пищевую ценность. Поэтому применять при мариновании уксусную кислоту в более низкой концентрации можно только при обеспечении определенного режима хранения или в сочетании со стерилизацией продукта.

В практике заготовительных организаций применяются в основном два способа маринования, описанные Б. В. Андрестом (1966) и А. Д. Агафоновым (1964).

Первый способ маринования наиболее простой и заключается в следующем. Предварительно вымоченные в течение 30-40 мин в холодной воде грибы укладывают на грохот и вновь несколько раз обливают свежей водой.

В котел из коррозиестойкой стали закладывают 2,2-2,5 кг соли и заливают водой из расчета 5-6 л на 50 кг грибов. Если грибы были собраны в сухую погоду, количество воды увеличивают до 7-8 л. После того как вода закипит, в котел закладывают отсортированные и очищенные грибы и варят их на слабом огне. Продолжительность варки зависит от вида грибов. Обычно варку заканчивают через 8-10 мин с момента закипания воды. Грибы с более плотной мякотью надо варить несколько дольше - до 20 мин, лисички и опята - до 25 мин. Варку заканчивают, когда маринад начинает светлеть, выделение пены прекращается, а грибы концентрируются в середине котла и оседают на дно. За 2-3 мин до конца варки в котел добавляют уксусную кислоту, пряности из расчета на 100 кг грибов: 600 г (для белых грибов) и 300 г (для прочих) 80%-ной уксусной кислоты, предварительно разбавленной до 3%-ной концентрации; 20 г лаврового листа; 10 г горошка душистого перца и для белых грибов дополнительно 30 г лимонной кислоты; 10 г гвоздики; 10 г корицы.

Как только грибы будут готовы, их вместе с маринадом выливают для остывания в низкие и широкие кадки и накрывают марлей.

Второй способ маринования заключается в следующем. Приготовленный уксусный маринад (на 100 кг заливки 5 кг соли, 300 г 80%-ной уксусной кислоты, 20 г лаврового листа, 10 г горошка душистого перца, 10 г гвоздики немолотой, 10 г корицы в палочках) заливают в котел. Можно одновременно засыпать в котел и грибы, но лучше закладывать их после того, как маринад закипит, при этом кипение маринада на некоторое время прекращается. До второго кипения грибы помешивают веселкой. Как только они осядут на дно, а маринад станет светлым, варку прекращают. Сваренные грибы вынимают шумовкой, а маринад сливают в отдельную посуду для полного остывания. Затем грибы укладывают в бочки и заливают остывшим и профильтрованным через марлю маринадом.

В. С. Людковский (1973) рекомендует еще один способ маринования моховиков и неочищенных маслят. В котел закладывают соль, наливают холодную воду, закладывают до верха грибы и котел ставят на сильный огонь. После оседания грибов до закипания добавляют до верха котла еще одну порцию свежих грибов. После закипания грибы варят еще 5-7 мин. За 1-2 мин до конца варки в котел вливают наполовину разведенную в холодной воде 80%-ную пищевую уксусную кислоту, добавляют лавровый лист, корицу и гвоздику. Конец варки определяют так же, как и для других грибов, но после окончания варки грибы с маринадом не разливают для охлаждения, а переливают в исправные заливные бочки. Наполненные до верха свежесваренными грибами бочки накрывают марлей. Грибы остывают (в зависимости от температуры воздуха) 1,5-3 сут. Бочки с остывшими грибами накрывают крышками, но не укупоривают, и оставляют в таком состоянии на 10-15 сут, за это время грибы как следует пропитаются собственным маринадом. По истечении этого времени грибы выливают из бочки вместе с маринадом на грохот и несколько раз обдают кипяченой водой для удаления маринада, имеющего темный цвет. Промытые грибы перекладывают в бочки и заливают отдельно приготовленной свежей маринадной заливкой.

При всей своей простоте и небольших затратах труда и времени эти способы маринования имеют ряд следующих существенных недостатков.

В рецептурах и нормах расхода сырья рекомендуется заведомо низкая концентрация уксусной кислоты. Закладка 600 г 80%-ной уксусной кислоты в белые грибы и 300 г в прочие (на 100 кг готовой продукции) приводит к установлению концентрации кислоты в готовом продукте 0,48% в белых грибах и 0,24% в прочих, что явно недостаточно для подавления возможного развития гнилостных и болезнетворных микроорганизмов. При такой концентрации уксусной кислоты грибы не могут подвергаться длительному хранению.

В определении режима варки - наиболее важного технологического процесса в мариновании, - влияющего на органолептические свойства грибов, не учитывается возраст грибов.

В процессе варки наблюдаются значительные потери уксусной кислоты, так как после добавления ее в кипящий рассол она улетучивается вместе с парами воды.

Процесс охлаждения готовой продукции также понижает концентрацию уксусной кислоты и ухудшает качество готового продукта. При таком охлаждении грибы довольно длительное время находятся в горячем состоянии, и процесс варки как бы продолжается. Грибы при этом размягчаются, теряют форму, приобретают несвойственный им цвет.

Проведенные нами исследования о влиянии продолжительности охлаждения на органолептические показатели грибов показывают, что только быстрое охлаждение в течение 30-40 мин позволяет получить доброкачественный продукт. Кроме того, при охлаждении вода по-прежнему продолжает испаряться, а вместе с ней улетучивается и уксусная кислота. По предварительным данным при охлаждении в течение 1 ч испаряется до 10% воды от ее первоначального количества (в зависимости от площади испарения).

В процессе хранения готовой продукции консервирующее действие уксусной кислоты будет зависеть от количества рассола. Техническими условиями предусматривается содержание маринада 15-18% к массе грибов, а недостаток его при первом способе маринования (когда происходит значительное испарение рассола) может привести к нарушению технологии - восполнению рассола водой, что ухудшает вкус грибов, их сохраняемость и доброкачественность, так как содержание уксусной кислоты в заливке будет доведено до минимума.

Принимая во внимание недостатки описанных способов маринования грибов, мы начали работу по выяснению влияния отдельных технологических операций, на качество и сохраняемость готового продукта.

Одной из важнейших технологических операций при мариновании является варка грибов. Процесс варки оказывает влияние на вкус, запах, консистенцию, пищевую ценность грибов, снижает степень их бактериальной обсемененности, приводит к инактивации ферментов, способствует удалению воздуха из тканей, т. е. оказывает существенное влияние на качество готового продукта. Поэтому изучение изменений, вызванных варкой, имеет существенное значение для повышения качества маринованной грибной продукции, так как дает возможность определить оптимальные режимы этой технологической операции в зависимости от особенностей свежих грибов.

По данным Д. А. Плотникова, в процессе варки маслят различного возраста наблюдается значительное уменьшение массы и объема плодовых тел грибов среднего возраста при небольшом изменении диаметра шляпки. В табл. 34 приведены средние данные при трехкратной повторности опыта.

Продолжительность варки, мин	Масса		Объем		Плотность		Диаметр шляпки	
	г	% к свежим	г	% к свежим	г/см ³	% к свежим	см	% к свежим

Маслята молодые

0	250,0	100,0	300,0	100,0	0,83	100,0	2,5	100,0
5	206,5	82,6	180,0	60,0	1,15	137,6	2,3	92,0
10	226,5	90,6	200,0	66,7	1,13	135,9	2,7	108,0
15	250,4	100,2	240,0	80,0	1,04	125,4	2,5	100,0

Маслята среднего возраста

0	250,0	100,0	320,0	100,0	0,78	100,0	5,0	100,0
5	227,0	90,8	200,0	62,5	1,14	145,3	4,8	96,0
10	246,0	98,4	220,0	68,8	1,12	143,1	5,3	106,0
15	250,8	100,3	230,0	71,9	1,00	127,9	5,3	106,0

Маслята старые

0	250,0	100,0	320,0	100,0	0,78	100,0	9,4	100,0
5	267,0	106,8	240,0	75,0	1,11	142,4	7,5	79,8
10	266,5	106,6	270,0	84,4	0,99	126,3	9,9	100,5
15	260,5	104,2	270,0	84,4	0,97	123,5	10,8	114,8

Так, при 5-минутной варке масса молодых грибов уменьшается на 17,4%, грибов среднего возраста - на 9,2%; объем уменьшается соответственно на 40 и 37,5% по отношению к свежим грибам. Объяснить это можно коагуляцией белковых веществ в результате чего в первоначальный период теплового воздействия происходит сжатие плодового тела и выдавливание клеточного сока.

С увеличением продолжительности варки после первоначального сжатия тканей, по-видимому, наступает частичный распад белковых веществ и полисахаридов, что приводит к обратному процессу - частичному поглощению воды. Поэтому при 10-минутной варке масса грибов уменьшается всего соответственно на 9,4 и 1,6%, объем - на 33,3 и 31,2% по сравнению со свежими грибами, а при 15-минутной варке масса маслят уже превышает массу свежих грибов. На стадии впитывания воды грибы начинают терять форму, плотность их уменьшается, консистенция ухудшается.

Старые, переросшие маслята уже при 5-минутной варке значительно уменьшаются в размере, деформируются, масса и объем их увеличиваются.

При более длительной варке грибы расплзаются и становятся непригодными для производства маринованных грибов.

Результаты дегустационной оценки вареных грибов (табл. 35), проводившейся после каждого режима варки, показывают, что наиболее благоприятная продолжительность варки маслят - не более 10 мин. Для производства маринованной продукции должны использоваться грибы молодые и среднего возраста с диаметром шляпки 2,5-5 см.

Показатель	Дегустационная оценка маслят, баллы		
	молодых	среднего возраста	старых
5 - минутная варка			
Внешний вид	4,0	4,0	3,0
Вкус и запах	5,0	4,5	3,0
Цвет	5,0	5,0	4,0
Консистенция	5,0	4,5	3,0
10 - минутная варка			
Внешний вид	5,0	4,0	3,0
Вкус и запах	5,0	4,5	3,0
Цвет	5,0	4,5	3,0
Консистенция	5,0	4,5	3,0
15 - минутная варка			
Внешний вид	4,5	4,0	2,5
Вкус и запах	4,0	4,5	3,0
Цвет	4,5	4,0	3,0
Консистенция	4,0	4,0	2,5

Таким образом, проведенные исследования показывают необходимость научного подхода к каждой технологической операции с учетом видовых особенностей грибов.

Для повышения качества маринованных грибов нам представляется более рациональной следующая технологическая схема.

Для приготовления маринованных грибов отбирают молодые плотные нечервивые белые грибы, подосиновики, подберезовики, маслята, моховики, лисички, опята осенние, рыжики, валуи, свинушки, реже зеленушки и рядовки. Кроме того, маринуют ножки белых грибов, подосиновиков, подберезовиков, разрезанные поперек на кусочки длиной по 3-4 см.

Грибы перед маринованием сортируют в зависимости от их размера и качества (табл. 36).

Грибы	I сорт		II сорт	
	диаметр шляпки, см	длина ножки, см	диаметр шляпки, см	длина ножки, см
Белые	4,0	1,0	7,0	2,0
Маслята, подосиновики, подберезовики, моховики, козляки	4,0	1,0	6,0	2,0
Лисички	4,0	3,0	7,0	4,0
Зеленушки, опята осенние	3,0	1,0	5,0	3,0
Рядовки	4,0	2,0	10,0	2,0

В партии грибов I сорта допускается до 10% грибов II сорта. Во II сорте допускается присутствие частей грибов, но не менее 1/4 шляпки. Грибы с размером шляпки и ножки более норм, указанных в табл. 36, но с плотной и упругой консистенцией, режут на части (кубики) в наибольшем линейном измерении.

Для приготовления маринада используют следующее сырье: уксусную кислоту; соль поваренную пищевую не ниже I сорта; воду питьевую; лимонную кислоту. Для улучшения вкуса и аромата маринованных грибов добавляют лавровый лист, корицу, гвоздику, перец душистый.

Не допускается использование сырья, поврежденного вредителями и болезнями.

Грибы доставляют на грибоварочные пункты в чистой деревянной таре или в корзинах с высотой не более 20 см.

Грибы, подлежащие маринованию, должны перерабатывать в день приемки. Если это сделать невозможно, то хранение их дольше установленных сроков не допускается. Предельные сроки хранения свежих грибов до переработки, считая с момента отделения плодового тела от мицелия, приведены ниже.

Грибы	Срок хранения при температуре, °С			
	0	+10	+20	+30
Белые, подберезовики, маслята	3 сут	24 ч	20 ч	8 ч
Лисички	5 сут	3 сут	30 ч	20 ч

Каждый вид грибов необходимо мариновать отдельно.

После сортировки грибы подвергают тщательной мойке в чистой холодной проточной воде до полного удаления сора, земли и посторонних примесей. Наиболее загрязненные грибы предварительно отмачивают в течение 20-30 мин. Мойку грибов производят непосредственно перед варкой.

Варку грибов производят в наплитных котлах, изготовленных из коррозиестойкой стали, двустенных котлах, грибоварочных агрегатах ЦСК-39М и др. В котел заливают 7-8 л воды, доводят ее до кипения и загружают 50 кг подготовленных грибов. Продолжительность варки белых грибов, маслят, подберезовиков, подосиновиков, моховиков, козляков, толстушек - 10 мин; опят, зеленушек - 15 мин; лисичек - 25 мин.

После варки грибы отцеживают, при этом удаляют разварившиеся и дефектные экземпляры, охлаждают в низких широких деревянных емкостях.

Охлажденные грибы загружают в 100-литровые бочки, в которые предварительно налито 30 л свежеприготовленного холодного маринада. В случае использования бочек другой вместимости соотношение между маринадом и грибами должно быть 3:7.

Маринадную заливку готовят в котлах из коррозиестойкой стали. В котел заливают воду, кладут соль, перец, лавровый лист, гвоздику, закрывают крышкой и кипятят 20 мин. После этого в немного охлажденную (до 90° С) жидкость добавляют уксусную кислоту и уже готовый маринад охлаждают.

Нормы расхода сырья для приготовления 100 л маринада составляют: 80%-ной уксусной кислоты 3 л, соли 4,5 кг, лаврового листа 60 г, горошка душистого перца 30 г, корицы 30 г, гвоздики 30 г.

В маринованных грибах свободно стекающего маринада должно быть не более 18% от массы грибов с маринадом.

После укупорки бочки маркируют и направляют на хранение при температуре от 0 до 8° С. При таких условиях срок хранения маринованных грибов не более 8 мес.

Периодически, не реже 2 раз в месяц, бочки осматривают и в случае утечки доливают свежеприготовленным маринадом или грибы перекадывают в исправную тару.

Нормы расхода сырья на приготовление 100 л маринада, используемого для доливки (нельзя использовать для этих целей маринад, предназначенный для маринования!) составляют: 80%-ной уксусной кислоты 1 л, соль поваренная 1,5 кг, лавровый лист 20 г, горошек душистого перца 10 г, корица 10 г, гвоздика 10 г.

Доливать в бочки сырую или кипяченую воду категорически запрещается, так как это может вызвать порчу грибов.

Глава IV. Некоторые вопросы производства натуральных грибных консервов

Общие сведения о консервировании грибов

Натуральные грибные консервы благодаря высокой пищевой ценности, вкусовым и ароматическим свойствам являются наиболее ценными продуктами переработки грибов. Несмотря на это, производство их в настоящее время в нашей стране практически отсутствует в основном из-за нерешенности многих организационных и технологических вопросов.

Основной и самой сложной проблемой в организации широкого производства натуральных грибных консервов из дикорастущих грибов, по-нашему мнению, являются исключительно большие трудности с транспортировкой и сохранением качества сырья при заготовке. Кроме того, серьезным сдерживающим фактором является отсутствие глубоких исследований по изучению технологических свойств дикорастущих грибов как сырья для производства натуральных грибных консервов, исследований по выявлению влияния отдельных технологических операций и условий хранения на физико-химические и органолептические изменения сырья, на формирование и сохранение товарных качеств готового продукта.

Первые рекомендации по проведению отдельных технологических операций, особенно бланширования и стерилизации, при производстве натуральных грибных консервов встречаются в работе Н. В. Сабурова и А. В. Кононова (1931). Однако экспериментальными данными эти рекомендации не обосновываются.

В 60-х годах изучению вопросов производства натуральных грибных консервов было посвящено несколько работ. В результате была предложена их рецептура и технологическая документация. Несколько позже В. И. Кирбаба (1965) предложила способ приготовления стерилизованных грибов, залитых грибной кашцей, содержащей 1 % поваренной соли.

В зарубежной литературе также мало работ, посвященных вопросам производства натуральных грибных консервов. Наиболее значимой следует считать работу Н. Serger, Н. Kirchhoff (1956), содержащую указания относительно режимов проведения технологических операций, и исследования Л. Мартинсен-Вайземан о влиянии состояния сырья на качество натуральных консервов из лисичек. Заслуживают также внимания работы Н. Ohler (1948), Р. Nehring и Н. Krause (1963), А. Mehliotr и G. Geerds (1968) по выяснению влияния продолжительности бланширования на качество грибных консервов. Е. Winter (1971) изучал влияние режима бланширования на скорость инактивации окислительно-восстановительных ферментов в плодовых

телах шампиньонов. Значительный интерес (особенно по использованию нестандартного сырья для производства натуральных грибных консервов) представляют работы Н. Serger, Н. Kirchhoff (1956); Н. Serger, В. Hempel (1925); Р. Nehring, Н. Krause (1963).

В связи со скудностью сведений о влиянии технологических операций на характер физико-химических и биологических процессов при консервировании грибов и последующем хранении готовой продукции, а также нерешенностью многих других вопросов, нами совместно с Н. А. Родькиной предпринята попытка обобщить результаты своих многолетних исследований и данных других авторов. В результате предложен способ приготовления натуральных грибных консервов, включающий следующие технологические операции: очистку, сортировку, мойку сырья, бланширование и стерилизацию. В этой главе рассматриваются вопросы, связанные с влиянием этих операций на формирование качества готового продукта.

Очистка, сортировка грибного сырья и физико-химические изменения при мойке

Поступившие грибы немедленно подвергают очистке от земли, песка, лесного сора, обрезают ножки, с маслят снимают кожицу, сортируют по видам и сортам. При очистке и сортировке нельзя допускать механического повреждения плодовых тел. Укладывать грибы в тару следует слоем не выше 15 см.

После очистки и сортировки грибы моют. Для этого может быть использована только питьевая вода, отвечающая требованиям ГОСТ 2874-73. При мойке в сырье протекают физические изменения, происходит потеря питательных веществ, меняется обсемененность микроорганизмами.

Исследования показывают, что при самой кратковременной мойке грибов происходит ощутимое увеличение массы в результате поглощения воды плодовыми телами. Причем степень поглощения находится в широких пределах и зависит главным образом от структуры плодового тела, определяемой видовой принадлежностью. Изменение физических показателей при мойке грибов приведено в табл. 37.

Грибы	Масса	Объем	Содержание воздуха, об. %
	% к свежим грибам		
Свинушки			
свежие	100,0	100,0	30,1
мытые	149,6	115,9	19,8
Рыжики			
свежие	100,0	100,0	20,7
мытые	136,0	116,0	10,1
Черный груздь			
свежий	100,0	100,0	21,5
мытый	127,8	102,9	14,3

Наряду с увеличением массы происходит уменьшение содержания воздуха и увеличение объема. Незначительное увеличение объема по сравнению с существенным увеличением массы объясняется замещением воздуха водой.

В процессе мойки происходит выщелачивание питательных веществ, особенно углеводов и азотистых соединений (табл. 38).

Грибы	Углеводы, % на абс. сухое вещество										Азот, в % на абс. сухое вещество			
	сахара						сахаро-спирты		гликоген		общий		аминный	
	общие		редуцирующие		трегалоза									
	до мойки	после мойки	до мойки	после мойки	до мойки	после мойки	до мойки	после мойки	до мойки	после мойки	до мойки	после мойки	до мойки	после мойки
Опята	7,90	7,31	3,60	3,20	4,30	4,11	15,60	14,94	0,71	0,64	5,09	5,01	0,46	0,43
Лисички	12,34	11,75	2,51	2,30	9,83	9,45	12,80	12,85	1,14	1,10	3,75	3,69	0,43	0,41
Моховики	9,86	9,01	6,19	5,47	3,67	3,54	11,94	11,64	0,75	0,66	4,86	4,65	0,92	0,43
Маслята	8,27	6,42	6,64	4,92	1,64	1,50	14,90	14,90	1,01	0,97	5,06	4,92	0,51	0,44
Подберезовики	10,25	9,50	3,40	2,93	6,85	6,57	4,80	4,68	0,98	0,89	5,19	4,72	0,68	0,54

Сумма Сахаров во всех исследованных видах грибов уменьшается. Более существенное уменьшение углеводов наблюдается в трубчатых грибах, обладающих большей поверхностью соприкосновения с водой и повышенным содержанием редуцирующих Сахаров, по сравнению с пластинчатыми грибами. Потери трегалозы и гликогена во всех видах грибов невелики. Мойка практически не оказывает влияния на содержание сахароспиртов в маслятах и лисичках и незначительно уменьшает их количество в других видах грибов.

Потери азотистых веществ происходят в основном в результате диффузии в воду свободных аминокислот.

На грибоварочных пунктах грибы моют в проточной и непроточной воде, поэтому с практической точки зрения важно знать влияние мойки на общую бактериальную обсемененность грибов (табл. 39).

Грибы	Число микроорганизмов на 1 г грибов		
	свежих	вымытых в непроточной воде	вымытых в проточной воде
Лисички	205 882	74 200	12 433
Опята	69 672	18 420	10 318
Маслята	170 000	40 000	14 100

Из данных, приведенных в табл. 39, следует, что после мойки число микроорганизмов на единицу массы грибов значительно снижается. При мойке в непроточной воде число микроорганизмов снижается в 3-4 раза в зависимости от структуры плодового тела гриба. Особенно снижается общая обсемененность при мойке в проточной воде. При этом способе мойки число микроорганизмов снижается в 7-12 раз, т. е. она в 2-4 раза эффективнее по сравнению с мойкой в непроточной воде.

Таким образом, при мойке значительно снижается число микроорганизмов и обеспечивается чистота сырья, но увеличиваются потери питательных веществ. Поэтому мыть грибы следует быстро в проточной воде, не допуская их длительного контакта. Для этого грибы должны поступать на мойку небольшими порциями.

Влияние бланширования на физические свойства и бактериальную обсемененность грибов

При производстве консервов грибы обязательно бланшируют. Для этого сырье на непродолжительное время погружают в горячую воду, в водный раствор поваренной соли или обрабатывают острым паром.

В зависимости от вида сырья и его качества с помощью этой операции можно добиться прекращения нежелательных биохимических процессов в результате разрушения ферментных систем; удалить воздух, затрудняющий стерилизацию; уменьшить объем массы грибов за счет денатурации белков и уплотнения тканей. Последнее в свою очередь позволяет существенно увеличить количество закладываемого в банки продукта и способствует поддержанию стандартного соотношения между составными частями консервов.

При бланшировании изменяется консистенция грибов, удаляются горькие вещества, придающие неприятный привкус некоторым видам грибов. В связи с тем, что интенсивность этих изменений зависит не только от продолжительности теплового воздействия, но и от температуры, важно знать, как изменяется температура плодового тела в период бланширования в зависимости от вида грибного сырья.

Проведенные нами исследования показывают, что при одинаковых условиях бланширования скорость повышения температуры в центре плодовых тел различных видов грибов практически одинакова (рис. 17).

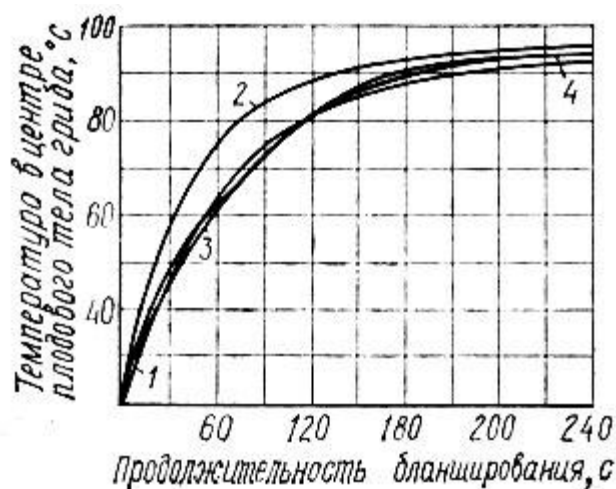


Рис. 17. Влияние продолжительности бланширования на температуру плодовых тел грибов: 1 - маслят; 2 - лисичек; 3 - опят; 4 - подберезовиков

Незначительным отклонением от этой закономерности характеризуются лисички, прогревание которых протекает несколько быстрее других грибов. Плодовые тела маслят, подберезовиков и опят достигают температуры 90° С за 4-4,5 мин, лисичек - примерно за 3 мин. Более быстрое нагревание плодовых тел лисичек по сравнению с другими видами грибов обуславливается меньшим содержанием в них воздуха и вследствие этого более высокой теплопроводностью. Такой же характер повышения температуры грибов был обнаружен И. Я. Овруцкой (1960) при изучении скорости проникновения тепла в центр консервной банки при стерилизации. В частности, было установлено, что быстрее происходит прогревание консервов "Лисички натуральные".

Как показали наши исследования, при бланшировании масса и объем грибов подвергаются значительным изменениям (табл. 40). Существенное влияние на характер денатурации белков и интенсивность удаления воздуха оказывает температура бланширования. При повышении температуры на 10° С разница в уменьшении массы при 2-минутном бланшировании составляет 2,5-4,0%. Увеличение же продолжительности бланширования до 10 мин уменьшает массу грибов на 1,3-5,5% в зависимости от вида, а объем уменьшается на 40-50% по сравнению с объемом свежих грибов, причем уплотнение плодовых тел тем значительнее, чем выше температура, содержание воздуха и продолжительность бланширования.

Время, мин	Масса	Объем	Содержание воздуха, об. %
	% к свежим грибам		
Свинушки			
Бланширование при 80° С			
0	100,0	100,0	30,1
2	91,3	60,0	5,3
5	91,0	58,5	5,0
10	90,0	58,3	3,2
Бланширование при 90° С			
2	86,7	53,3	0,6
5	85,5	53,1	0,5
10	83,5	51,2	—
Черный груздь			
Бланширование при 80° С			
0	100,0	100,0	21,5
2	88,8	63,9	1,8
5	85,3	61,9	0,9
10	83,3	60,5	0,5
Бланширование при 90° С			
2	86,6	62,8	0,4
5	84,4	61,3	0,4
10	84,4	61,1	—

По мере увеличения температуры и продолжительности теплового воздействия уменьшается и остаточное количество воздуха. Для большинства видов грибов оно равно нулю при температуре 90° С и продолжительности теплового воздействия в течение 5-10 мин. Вследствие химических и физико-химических процессов грибная ткань теряет хрупкость, плодовые тела становятся эластичными, воздух из них удаляется, объем уменьшается. Прохождение этих процессов обеспечивает оптимальное заполнение консервной тары продуктом перед стерилизацией.

При органолептической оценке бланшированных грибов прослеживается определенная закономерность: увеличение температуры и продолжительности теплового воздействия приводит к образованию более жесткой уплотненной структуры. Чем старше грибы, тем дольше надо нагревать их.

Для объективного суждения о влиянии бланширования на изменение консистенции грибов был использован показатель "прочность грибных тканей" (усилие, г/мм², необходимое для погружения в плодовое тело гриба пуансона на глубину 1 см для трубчатых и на глубину 0,5 см для пластинчатых грибов). Исследования вели на приборе, изготовленном по типу ИУТР-01.

В результате установлено, что даже 2-минутное бланширование в 3 раза снижает сопротивляемость тканей лисичек, маслят, моховиков и только в опятах она уменьшается всего на 25% по сравнению со свежими грибами.

Бланширование в течение 3 мин по-разному сказывается на консистенции грибов. В опятах, моховиках и маслятах происходит увеличение плотности грибных тканей на 5-10% по сравнению с 2-минутной тепловой обработкой. Наблюдается также некоторое размягчение плодовых тел лисичек.

Увеличение продолжительности бланширования до 5 мин не оказывает существенного влияния на консистенцию маслят и моховиков, в то же время происходит дальнейшее уплотнение плодовой ткани опят и размягчение лисичек.

А. Mehlitz, G. Geerds (1968) рекомендуют бланшировать лисички в 1%-ном растворе поваренной соли при температуре 80° С не более 2 мин. Эти авторы отмечают, что увеличение продолжительности и повышение температуры бланширования приводит к сильному размягчению и даже расползанию плодовой ткани. В наших опытах при бланшировании лисичек в 2%-ном растворе поваренной соли при 95-96° С в течение 2 мин такого состояния не наблюдалось. Все плодовые тела лисичек были без признаков ослизнения. По-видимому, состояние грибов определяется еще и их свежестью, возрастом и местом произрастания.

Более быстрое размягчение консистенции плодовой ткани лисичек по сравнению с другими грибами можно объяснить особенностями химического состава. Лисички содержат мало белковых веществ и примерно в 2 раза больше клетчатки, которая при тепловом воздействии, возможно, подвергается гидролизу. В других видах грибов, содержащих сравнительно много белковых веществ, увеличение продолжительности бланширования способ-ствует углублению денатурации, что и приводит к более ощутимому уплотнению грибной ткани.

Исследованиями А. Ф. Фан-Юнга, Б. Л. Флауменбаума, А. К. Изотова (1969), а также Н. Н. Мазохиной-Поршняковой и Л. Н. Найденовой (1972) доказано, что при бланшировании плодов и овощей количество микроорганизмов уменьшается в 10 раз и более.

Наши исследования показали, что изменение общей бактериальной обсемененности грибов при бланшировании ведет к значительному уменьшению количества микроорганизмов (табл. 41). По сравнению с мытыми грибами бактериальная обсемененность опят и маслят составляет всего 2, лисичек - 5%, по сравнению со свежими грибами этот показатель достигает 0,2-0,3%.

Грибы	Общее количество микроорганизмов на 1 г грибов после бланширования	Снижение бактериальной обсемененности, %	
		к мытым	к свежим
Лисички	600	95,2	99,7
Опята	190	98,2	99,7
Маслята	200	97,9	99,8

Влияние бланширования на изменение активности окислительно-восстановительных ферментов и состав грибов

В связи с тем, что грибы обладают исключительно высокой активностью окислительно-восстановительных ферментов, при производстве консервов важно знать, как влияет температура и продолжительность бланширования на изменение активности ферментов. По остаточной активности можно судить о характере и интенсивности биохимических процессов в грибах до стерилизации.

При бланшировании, как показали наши исследования, в течение 2 мин активность ферментов уменьшается в 8-9 раз по сравнению с активностью в свежих грибах (табл. 42). Увеличение времени бланширования до 3 мин приводит к снижению остаточной активности ферментов для большинства видов грибов в 2-3 раза по сравнению с 2-минутным нагреванием. Тепловая обработка в течение 5 мин приводит к инактивации аскорбиноксидазы у всех исследованных видов грибов, кроме лисичек, у которых ее активность обнаруживается в пределах 7% по сравнению с активностью до бланширования. При данном режиме полифенолоксидаза инактивируется полностью только в лисичках и маслятах, в подберезовиках и опятах остаточная активность фермента составляет соответственно 2,5 и 3,3% от исходной. Активность каталазы по мере увеличения продолжительности теплового воздействия резко падает, однако полностью инактивируется этот фермент после 5-минутного бланширования только у лисичек. В других грибах каталаза остается довольно активной. Пероксидаза, обнаруженная в опятах и подберезовиках, ведет себя примерно так же.

Грибы	Время бланширования, мин	Активность			
		аскорбин-оксидазы, мкл O ₂ /г за 1 ч	полифенол-оксидазы, мкл O ₂ /г за 1 ч	каталазы, мкл O ₂ /г за 5 мин	пероксидазы, ед. экстинкции за 1 мин
Лисички	0	305,9	31,3	21,1	—
	2	32,6	2,7	1,5	—
	3	25,7	2,0	0	—
	5	20,9	0	0	—
	Опята	0	174,3	298,5	593,5
Маслята	2	14,1	36,9	35,6	0,030
	3	6,3	19,7	16,9	0,020
	5	0	7,4	6,8	0,010
	0	21,0	45,9	341,2	—
	2	8,3	5,3	60,9	—
Подберезовики	3	3,4	1,6	12,4	—
	5	0	0	5,7	—
	0	168,5	75,4	501,9	0,050
	2	28,5	9,7	59,4	0
	3	12,6	5,6	37,9	0
	5	0	2,5	21,4	0

Подобное явление наблюдал Е. Винтер (Winter, 1969) при бланшировании овощей и шампиньонов. Автор наряду с чувствительными к нагреванию обнаружил и теплоустойкие пероксидазы, у которых остаточная активность даже после 10-минутного бланширования составляла от 1 до 10% от первоначальной.

Высокая теплоустойчивость полифенолоксидазы была обнаружена в некоторых сортах яблок. Остаточная активность этого фермента выявлена даже в яблочном гомогенате, нагретом до 100° С. Разная теплоустойчивость окислительно-восстановительных ферментов растений обнаружена Л. В. Метлицким (1970). Наши исследования также указывают на то, что у различных видов грибов окислительно-восстановительные ферменты обладают неодинаковой теплоустойчивостью. Это, по-видимому, связано прежде всего с различной структурой белковой молекулы фермента, обусловленной видовыми особенностями грибов.

Сопоставляя данные по скорости повышения температуры плодовых тел с результатами изменения активности окислительно-восстановительных ферментов при бланшировании, можно сделать вывод, что для инактивации каталазы в лисичках достаточно нагревания до 87° С, для полифенолоксидазы инактивация наступает при температуре не ниже 94° С. Нагревание опят до температуры 94° С приводит к инактивации только аскорбинооксидазы. Остальные ферменты у этих грибов при указанной температуре сохраняют свою активность. Самая высокая температура при бланшировании маслят приводит к инактивации полифенолоксидазы и аскорбинооксидазы, но она недостаточна для инактивации каталазы. В подберезовиках температура 82° С приводит к прекращению деятельности пероксидазы, а нагревание до 94° С - аскорбинооксидазы. В то же

время при данной температуре сохраняется заметная активность каталазы и полифенолоксидазы.

Таким образом, принимая во внимание наличие остаточной активности окислительно-восстановительных ферментов в грибах после бланширования, необходимо как можно быстрее бланшированные грибы передавать на стерилизацию.

Наряду с изменениями в активности окислительно-восстановительных ферментов при бланшировании наблюдаются значительные потери питательных веществ, особенно углеводов, легко растворимых в горячей воде.

Нашими исследованиями установлено, что при этой технологической операции подберезовики теряют 35,1-40,3, моховики - 35-48,7, маслята 27,4-48,3, опята - 31,7-50,9, лисички - 35,2-37,4% общего количества Сахаров в зависимости от сезона сбора. Уменьшение содержания редуцирующих Сахаров в грибах происходит в 1,5-2 раза быстрее по сравнению с потерями общего количества Сахаров в основном за счет высокой проницаемости через стенки клеток моносахаридов. Примерно аналогичные изменения Сахаров были обнаружены при бланшировании зеленого горошка (Марх, 1973). В большинстве грибов трегалозы сохраняется 60-85%. Исключение составляют маслята, в которых содержание этого сахара практически остается на одном уровне по сравнению со свежими грибами. Это по-видимому, вызвано тем, что у маслят при тепловой обработке не происходит гидролиза трегалозы, в то время как в других грибах этот процесс усиливается за счет увеличения активности ферментов в первые минуты бланширования.

Потери сахароспиртов также сильно варьируют в зависимости от вида грибов. Наиболее существенны они для маслят и подберезовиков (19,8-33,3%). В лисичках и опятах сохраняемость сахароспиртов примерно в 2 раза выше, а в моховиках их содержание остается на первоначальном уровне.

Существенным изменениям в процессе бланширования подвергается гликоген, содержание которого в подберезовиках и моховиках снижается на 34-45%. В опятах и лисичках потери гликогена несколько меньше, в то время как в маслятах количество его возрастает примерно на 17%. А. В. Васильев (1958) в своей работе указывает, что в грибах гликоген находится в свободном и связанном состоянии. Исходя из этого, можно предположить, что при бланшировании в маслятах гликоген из связанного состояния усиленно переходит в свободное, поэтому при данной постановке исследования потерь его не обнаружено.

Помимо углеводов отмечается незначительное уменьшение количества слизистых веществ.

В большинстве исследованных видов грибов потери общего азота при бланшировании составляют от 7 до 11%, в лисичках и маслятах они несколько меньше (табл. 43).

Грибы	Содержание азота					
	общего		белкового		аминного	
	% на абс. сухое вещество	% к мы-тым	% на абс. сухое ве-щество	% к мы-тым	% на абс. сухое ве-щество	% к мы-тым
Подберезовики	4,62	-11,0	3,33	-7,8	0,26	-51,9
Моховики	4,28	-8,0	3,61	-3,5	0,19	-55,8
Маслята	4,72	-4,1	3,97	+0,5	0,26	-40,9
Подосиновики	5,40	-9,1	4,15	-5,5	0,29	-46,3
Опята	4,45	-11,2	9,42	-3,1	0,25	-41,9
Лисички	3,53	-4,3	2,51	+1,5	0,18	-56,1

(Примечание. Знак (-) - показывает уменьшение, а знак (+) - увеличение количества азота при бланшировании по сравнению с мытыми грибами.)

Потеря количества общего азота в грибах происходит за счет уменьшения содержания белкового и аминного азота. Наиболее значительные потери белкового азота наблюдаются в подберезовиках (7,8%), несколько меньше в подосиновиках, и практически бланширование не вызывает уменьшения белкового азота в лисичках и маслятах.

Несмотря на кратковременность теплового воздействия на данной технологической операции, количество аминного азота в моховиках и лисичках уменьшается примерно на 60% и наполовину в других грибах. Уменьшение содержания всех форм азота связано прежде всего с гидролитическим распадом белковых веществ и переходом свободных аминокислот в жидкость. Не исключена также возможность потери свободных аминокислот в результате вступления их в меланоидиновую реакцию с редуцирующими сахарами.

При бланшировании общая сумма свободных аминокислот в трубчатых грибах уменьшается в зависимости от вида грибов на 22-33% (табл. 44). Особенно значительны потери лизина, триптофана и глицина в маслятах, тирозина и глицина в моховиках. Содержание этих кислот снижается более чем на 50%.

Аминокислоты и амиды	Содержание					
	в подберезовиках		в моховиках		в маслятах	
	мг/100 г абс. сухо- го веще- ства	% к ис- ходному	мг/100 г абс. сухо- го веще- ства	% к ис- ходному	мг/100 г абс. сухо- го веще- ства	% к ис- ходному
Цистин, цистеин	63,91	-33,4	70,48	-49,8	25,16	-45,5
Орнитин	27,50	-27,6	109,14	-25,1	53,48	-21,5
Лизин	98,42	-19,2	93,72	-37,3	37,64	-61,8
Гистидин	109,14	-19,5	121,17	-24,7	29,58	-34,5
Аспарагин	221,80	-21,0	193,95	-10,4	112,89	-6,1
Аргинин	124,71	-24,8	292,28	-18,0	118,94	-26,1
Глутамин	489,73	-48,7	591,13	-3,8	80,16	-26,7
Аспарагиновая	408,13	-29,7	139,86	-40,8	113,15	-22,1
Серин	248,14	-29,2	214,48	-28,4	118,14	-28,2
Глицин	92,54	-34,1	52,11	-54,4	24,36	-58,1
Глутаминовая	273,06	-39,4	589,65	-4,0	286,29	-34,5
Треонин	96,61	-26,2	139,41	-28,8	127,35	-17,5
Аланин	457,65	-27,4	345,16	-23,8	141,51	-37,1
Тирозин	36,41	-48,8	40,79	-56,1	80,53	-33,4
α -аминомасляная	Следы	—	50,37	-37,2	32,24	-34,4
γ -аминомасляная	208,41	-25,8	155,65	-14,1	306,98	-14,3
Валин	61,48	-35,5	168,38	-14,5	111,49	-17,4
Фенилаланин	28,14	-41,0	49,16	-29,2	100,12	-36,7
Лейцин, изолей- цин	75,84	-23,0	148,76	-24,7	134,93	-41,8
Триптофан	39,81	-32,7	44,72	-46,9	15,57	-61,3

(Примечание. Знак (-) - показывает уменьшение количества аминокислот и амидов при бланшировании по сравнению с мытыми грибами.)

Почти наполовину уменьшается количество цистина и цистеина в моховиках и маслятах, глицина и тирозина в подберезовиках, лейцина с изолейцином в маслятах и триптофана в моховиках. Практически бланширование не влияет только на глутаминовую кислоту и ее амид в моховиках и аспарагин в маслятах. Сравнительно незначительными потерями на данной технологической операции (15-20%) характеризуются лизин, гистидин и аспарагин в подберезовиках, аспарагин, аргинин, γ -аминомасляная кислота и валин в моховиках, орнитин, треонин, γ -аминомасляная и валин в маслятах.

В процессе бланширования общее количество аминокислот снижается на 36% в лисичках, а в опятах почти на 60%. В содержании отдельных аминокислот наиболее существенные изменения наблюдаются также в опятах.

Степень сохраняемости витаминов при бланшировании зависит прежде всего от продолжительности бланширования. Поэтому мы изучили устойчивость витаминов после 2-, 3- и 5-минутного бланширования при температуре 95° С. Исследования показали, что бланширование вызывает значительное снижение содержания витаминов в грибах, особенно при увеличении продолжительности операции. Так, после 5 мин обработки почти наполовину уменьшается

количество тиамин в моховиках, опятах и маслятах. Содержание рибофлавина снижается на 85% в лисичках, на 60% в опятах.

На значительные потери рибофлавина при бланшировке грибов указывают Г. Молодецкий, Е. Висковская, Л. Ясинская-Собосинская. Авторами установлено, что 5-минутная тепловая обработка грибов при 90-95° С снижает количество этого витамина в маслятах на 60%, в зеленушках - на 57,5%, в лисичках - на 32,0%. При этом следует отметить большую устойчивость никотиновой кислоты. Даже самое продолжительное бланширование сохраняет 73,0-86,4% этого витамина.

Бланширование грибов в течение 3 мин способствует лучшей сохранности всех витаминов по сравнению с тепловой обработкой в течение 5 мин. Потери тиамин при данном режиме составляют от 20% в лисичках до 25% в опятах, рибофлавин - от 12,9% в маслятах до 23,7% в лисичках.

Сокращение бланширования до 2 мин дает возможность сократить потери витаминов на 10-15% по сравнению с 3-минутным бланшированием.

Влияние режима стерилизации на качество и пищевую ценность натуральных грибных консервов

Оптимальные условия проведения стерилизации обеспечивают качество и высокую питательную ценность продукта, гарантируют длительную сохранность консервов.

До недавнего времени консервирование осуществлялось путем стерилизации продукта при 100-120° С в течение 30-60 мин. С переходом на высокотемпературные режимы важно знать, как ведут себя ферменты грибного сырья, какие изменения происходят в составе основных групп веществ.

Исследование влияния разных режимов стерилизации грибов, расфасованных в банки СКО-83-1 и стерилизованных при режимах показывает (табл. 45), что

$$\frac{25 - 5 - 25}{130^\circ \text{C}} 294 \text{ кПа}; \frac{25 - 10 - 25}{125^\circ \text{C}} 294 \text{ кПа и } \frac{25 - 40 - 25}{120^\circ \text{C}} 255 \text{ кПа},$$

полная инактивация ферментов при продолжительной тепловой обработке наблюдается только в консервах из маслят и лисичек. Для остальных грибов остаточная активность ферментов составляет от 0,4 до 1,2% от активности свежего сырья. (При дальнейшем изложении для удобства будем пользоваться только температурой стерилизации).

Грибы	Аскорбиноксидаза		Монофенол-монооксигеназа		Каталаза	
	количество, мкл O ₂ г/ч	% от активности свежих грибов	количество, мкл O ₂ г/ч	% от активности свежих грибов	количество, мкл O ₂ г/5 мин	% от активности свежих грибов
Подберезовики, стерилизованные при						
130° С	8,2	4,9	4,8	6,4	15,3	3,0
125° С	4,5	2,7	4,2	5,6	10,9	2,2
120° С	0	—	0	—	5,8	1,2
Маслята, стерилизованные при						
130° С	2,0	9,6	2,1	4,6	2,9	0,8
125° С	0,6	2,9	2,4	5,2	3,9	1,1
120° С	0	—	0	—	0	—
Лисички, стерилизованные при						
130° С	4,3	1,4	0	—	0,9	4,3
125° С	2,7	0,9	2,2	7,0	0,6	2,8
120° С	0	—	0	—	0	—
Опята, стерилизованные при						
130° С	4,0	2,3	3,2	1,1	1,9	0,3
125° С	5,7	3,3	5,3	1,8	2,9	0,5
120° С	1,6	0,9	1,1	0,4	2,2	0,4

При высокотемпературных режимах стерилизации остаточная активность ферментов в грибах сохраняется в пределах 2,2-5,3%. Исключением являются консервы из маслят, в которых остаточная активность аскорбиноксидазы после стерилизации при 125° С составляет 9,6% от активности свежих грибов.

Сравнивая влияние кратковременных режимов стерилизации на активность ферментов, можно отметить, что остаточная активность ферментов после стерилизации при 125° С в основном в 2 раза ниже, чем при 130° С. Исключением являются опята, в которых активность полифенолоксидазы и аскорбиноксидазы в 1,5 раза меньше при 130° С. По-видимому, на активность этих ферментов опята большее влияние оказывает температура, чем продолжительность теплового воздействия.

Таким образом, при стерилизации натуральных грибных консервов обнаруживается остаточная активность окислительно-восстановительных ферментов. Однако, как подтверждают приведенные нами данные, уровень ее не превышает 10% активности ферментов свежих грибов, что дает основание считать их практически инактивированными.

Наряду с инактивацией ферментов происходят существенные изменения в комплексе азотистых веществ.

Стерилизация значительно понижает растворимость белков, извлекаемых 1М буферным раствором поваренной соли. При температуре стерилизации 125° С количество водо- и

солерастворимых белков становится в 2 раза меньше в опятах и в 3 раза меньше в маслятах. При увеличении продолжительности стерилизации при 120° С содержание белков этой фракции становится в маслятах еще меньше. В опятах такой тенденции не наблюдается. Одновременно в маслятах в 2,5-3 раза увеличивается растворимость белков в 80%-ном спирте. В опятах, наоборот, фракция спирторастворимых белков практически исчезает. Кроме того, в грибах происходит стремительное увеличение щелочерастворимых белков.

При стерилизации грибных консервов происходит также существенное изменение содержания аминокислот. Уменьшается общее количество и сумма незаменимых аминокислот. Наибольшее влияние на общую сумму аминокислот оказывает стерилизация при температуре 120° С. Потери составляют около 40% по сравнению с содержанием их в свежих грибах. На 27% больше сохраняется связанных аминокислот в маслятах, подвергнутых тепловой обработке при 130°С и на 21% - при 125° С.

Сравнивая сохраняемость отдельных аминокислот после стерилизации по этим режимам, можно отметить, что большинство их мало изменяется при 130° С. Потери здесь не превышают 5-15%, кроме гистидина, тирозина и -у-аминомасляной кислоты, количество которых уменьшается соответственно на 45,4; 32,7 и 34,5%.

Меньшая устойчивость аминокислот белка маслят обнаруживается после нагревания при температуре 125° С. Так, на 34,4% снижается количество триптофана, на 37,8% - цистина с цистеином, наполовину - гистидина. Обращает на себя внимание лучшая сохраняемость таких аминокислот, как лизин и треонин.

Тепловая обработка маслят при 120° С почти наполовину уменьшает содержание в них большинства аминокислот. Довольно хорошо сохраняются серии, глицин, треонин, лейцин и изолейцин, количество которых составляет 75% по сравнению с сырьем. Обнаруживается увеличение на 34% гистидина относительно его исходного содержания.

Углеводный комплекс также подвергается существенным изменениям. Результаты проведенных нами исследований показывают, что общее количество Сахаров значительно снижается при всех режимах стерилизации. Однако характер изменений в содержании этих веществ зависит от теплового воздействия и от вида грибов.

Наиболее существенные потери общего количества Сахаров наблюдаются после нагревания при 120° С. Они в зависимости от вида грибов составляют 60-80% по сравнению со свежими грибами. При высокотемпературной стерилизации общее количество сахара снижается наполовину в подберезовиках и маслятах, на 72,9 и 76,9% в опятах. В плодовых телах лисичек после стерилизации при 130° С

сохраняемость общих Сахаров составляет 59,4, в то время как при 120° С тепловая обработка этих грибов увеличивает потери в них сахара до 72,9%.

Уменьшение общего содержания Сахаров происходит за счет количества как редуцирующих Сахаров, так и трегалозы, причем интенсивность уменьшения содержания трегалозы в большей степени определяется видовой принадлежностью грибов.

Наряду с сахарами происходит снижение содержания сахароспиртов. Наиболее существенные потери наблюдаются после стерилизации при температуре 120° С. Для маслят они составляют 70, для лисичек - 68,5 для опят - 50, для подберезовиков - 26%. Стерилизация при 130 и 125° С сокращает эти потери примерно в 2 раза.

Количество гликогена в период стерилизации несколько увеличивается, по-видимому, в результате его освобождения при гидролитическом распаде более сложных веществ.

Слизистые вещества в маслятах и подберезовиках при высокотемпературных режимах стерилизации не подвергаются существенным изменениям. В опятах содержание этих веществ увеличивается примерно на одну треть. Тепловая обработка при 120° С как самая продолжительная способствует повышению количества слизей во всех видах исследованных грибов в 1,5-2,8 раза.

Известно, что гликопротеиды, к которым относятся слизистые вещества, при нагревании не денатурируют и легче отделяются от денатурированных белков. Поэтому увеличение количества слизистых веществ после стерилизации можно объяснить повышенной степенью их извлечения соответствующими растворителями.

Следует отметить, что стерилизация при повышенной температуре способствует также лучшей сохраняемости в консервах тиамин, рибофлавина и никотиновой кислоты. После стерилизации при 125 и 130° С тиамин в лисичках и моховиках сохраняется в 2 раза больше, а в маслятах и опятах на 10-20% больше, чем при стерилизации при 120° С. Примерно такая же тенденция наблюдается в изменении рибофлавина. Потери никотиновой кислоты в условиях высокотемпературных режимов стерилизации практически отсутствуют, в то время как в период стерилизации при 120° С они составляют от 14 до 30%.

Грибы характеризуются своеобразным вкусом и ароматом. В процессе стерилизации эти качества в зависимости от режима тепловой обработки, вида грибов и применяемой заливки подвергаются существенным изменениям.

Из исследованных видов грибов наиболее ароматными получаются консервы из маслят и моховиков, стерилизованных при 125° С при заливке их бланшировочной жидкостью. При использовании в качестве заливки 2%-ного раствора поваренной соли интенсивность аромата этих консервов снижается примерно в 2 раза.

Повышение температуры стерилизации приводит к незначительному снижению аромата, а тепловая обработка при 120° С снижает силу аромата маслят в 1,4-1,6 раза по сравнению с высокотемпературной стерилизацией.

Анализируя данные по влиянию стерилизации на вкус консервов, приходим к выводу, что в большей степени этот показатель зависит от вида грибов и вида заливки, чем от режима тепловой обработки. Например, для опят стерилизация при 120° С предпочтительнее, чем при 125 и 130° С. Однако дегустация блюд (в жареном виде, суп), приготовленных из опят, показывает, что после кулинарной обработки консервы, стерилизованные при 125 и 130° С, дают продукт с лучшим вкусом и ароматом, чем консервы, стерилизованные при 120° С.

Существенное влияние режим стерилизации оказывает на изменение цвета. Особенно четко это проявляется при консервировании подберезовиков, маслят и моховиков, для которых интенсивность окраски спиртовых вытяжек возрастает по мере увеличения продолжительности нагревания. Наиболее чувствительны к изменению цвета подберезовики и моховики, обладающие высокой активностью окислительно-восстановительных ферментов.

Изучение влияния режима стерилизации на консистенцию плодового тела грибов показало, что кратковременная стерилизация при высокой температуре оказывает благоприятное действие на консистенцию. Кроме того, в консервах с 2%-ным раствором поваренной соли прочность плодовых тел выше на 9-15% по сравнению с грибами, залитыми бланшировочной жидкостью.

Анализируя влияние различных режимов стерилизации на качество натуральных грибных консервов, приходим к выводу, что наиболее ценный по пищевым, вкусовым и ароматическим достоинствам продукт получается после стерилизации при 125° С. Можно рекомендовать стерилизацию при температуре 130° С, в результате применения которой получают консервы по некоторым показателям более высокого качества, особенно из моховиков, подберезовиков и грибов, обладающих высокой активностью окислительно-восстановительных ферментов.

Изменения в натуральных грибных консервах при длительном хранении

В научной литературе отсутствуют сведения об изменении качества грибных натуральных консервов при длительном хранении.

Вместе с тем, работами В. С. Грживо (1957); Е. С. Соловьевой, А. Ф. Молодченко, А. М. Гроссман (1962); А. Т. Марха (1973) и других доказано, что в период хранения растительных стерилизованных консервов происходят различные процессы, вызывающие изменения в комплексе питательных веществ, а также в характеристике органолептических свойств.

Изучение влияния условий хранения на интенсивность изменения состава основных компонентов грибов проведено нами на натуральных консервах из маслят, моховиков, лисичек и опят.

Как показали исследования в консервах из маслят при всех режимах стерилизации после 3-летнего хранения в холодильнике наблюдается незначительная потеря общего количества азота. Содержание белкового азота практически не меняется для маслят, стерилизованных при температурах 125 и 130° С. В маслятах, подвергнутых стерилизации при 120° С, количество белковых веществ в результате гидролитического расщепления уменьшается на 8% и сопровождается увеличением количества аминного азота.

Хранение консервов в неохлаждаемых складах при температуре 10-25° С несколько интенсифицирует изменения в комплексе азотистых веществ. В консервах из маслят, стерилизованных при 130° С, потери после года хранения невелики и составляют около 3%. По мере увеличения срока хранения потери равномерно возрастают, достигая за трехлетний период примерно 7% от содержания в начале хранения, а содержание белкового азота за этот период снижается более чем на 11%. Потери аминного азота особенно интенсивны в течение первых 6 мес. За этот период они достигают 52%. В дальнейшем потери азота увеличиваются, но к концу третьего года хранения они составляют 46% по отношению к первоначальному содержанию.

Примерно такой же характер в поведении азотистых веществ обнаруживается при длительном хранении других видов съедобных грибов. Однако следует отметить, что наиболее стабильно, причем независимо от режима стерилизации и условий хранения, ведут себя азотистые вещества опят. Потери общего азота в них к концу трехлетнего хранения составляют 5-10% от первоначального.

В период хранения происходят также существенные изменения и в комплексе углеводов. В моховиках со временем происходит постепенное снижение содержания общего количества Сахаров, причем в консервах, хранившихся на складе, оно проявляется несколько интенсивнее, чем в консервах, хранившихся в холодильнике.

Наши исследования показали, что в период хранения происходит усиленный гидролиз трегалозы в первый год хранения, за это время ее количество уменьшается на 30-40%. Количество сахароспиртов снижается незначительно и в основном на первом году хранения. Независимо от режима стерилизации и условий хранения происходит увеличение количества гликогена, что можно объяснить его высвобождением из более сложных соединений, например из слизей, количество которых значительно уменьшается, особенно в условиях неохлаждаемого склада.

Исследование изменений углеводов в натуральных консервах из маслят, залитых 2%-ным раствором соли и бланшировочной жидкостью, показало, что характер этих изменений в общих чертах идентичен изменениям, происходящим в консервах из моховиков.

В процессе хранения натуральных грибных консервов происходит снижение содержания витаминов. В частности, количество тиамин при хранении в холодильнике в маслятах и моховиках через 3 года составляет

82-90%, при хранении на складе - 72-75% по сравнению с его содержанием в начале хранения. Количество рибофлавина за этот же период несколько увеличивается, по-видимому, за счет разрушения его связанных частей. Сохраняемость никотиновой кислоты в основном хорошая на протяжении всего периода хранения.

Наряду с изменениями комплекса питательных веществ наблюдаются также некоторые изменения и органолептических свойств. Исследование аромата и вкуса грибных консервов на основе изучения порогов ощущения показывает, что холодильное хранение даже после 4-летнего хранения обеспечивает стабильность вкуса и аромата натуральных консервов. В условиях неохлаждаемого склада по истечении 12 мес хранения наблюдается существенное снижение интенсивности грибного вкуса и аромата. К концу четырехлетнего хранения концентрация веществ, определяющих порог чувствительности вкуса и аромата, увеличивается в 2-3 раза по сравнению с концентрацией в начале хранения.

Исследование изменений в составе основных питательных веществ и органолептических свойств натуральных грибных консервов показывает, что хранение в холодильнике при температуре 0-2° С обеспечивает надлежащую сохраняемость продукта в течение трех лет, а в условиях неохлаждаемых складов - не более 12 мес.

Использование солено-отварных грибов для производства грибных консервов

Грибные натуральные консервы благодаря сохранению природных вкусовых и ароматических свойств являются наиболее ценным

продуктом переработки грибов. Однако производство их сопряжено с большими трудностями из-за нежной структуры плодовых тел, которая не позволяет транспортировать сырье в свежем виде на значительные расстояния, а также в результате быстрой порчи при обычных условиях хранения.

Согласно нашим исследованиям, грибы обладают высокой интенсивностью дыхания и активностью окислительно-восстановительных ферментов, которые в десятки раз превышают интенсивность дыхания других растительных организмов. В результате при обычной температуре на заготовительных пунктах уже в первые сутки хранения наблюдается резкое изменение внешнего вида, цвета, запаха и консистенции грибов. Кроме того, сильно ухудшается качество сырья от развития личинок насекомых. В связи с этим начать производство грибных консервов на промышленной основе можно только при условии изготовления высококачественных грибных полуфабрикатов, которые выдерживают 5-6-дневное хранение, и при четкой организации доставки этих полуфабрикатов на консервные предприятия. Для этого можно использовать солено-отварные грибы с содержанием соли не более 3-4,5%.

Изучение влияния условий и продолжительности хранения на изменение качества солено-отварных грибов с низкой концентрацией соли с целью выявления возможности использования полуфабриката для производства консервов из дикорастущих съедобных грибов имеет практическое значение.

Для исследования использовали опять соленые и лисички. Грибы отваривали в 5%-ном растворе поваренной соли, охлаждали чистой холодной водой, раскладывали в деревянные буковые бочки вместимостью по 15 кг и заливали 5%-ным раствором соли в соотношении 70:30. Полуфабрикаты хранили в холодильнике при температуре 0-2° С и относительной влажности воздуха 85-87%, а также в неохлаждаемом складе, в котором условия были идентичны условиям внешней среды.

Солено-отварные грибы являются прекрасным субстратом для развития микроорганизмов. Поэтому в качестве основного показателя, характеризующего пригодность полуфабриката для дальнейшей переработки, была использована общая бактериальная обсемененность. Предельно допустимое количество микроорганизмов для грибов должно быть не более 10 000 на 1 мл заливки (Мазохина-Поршнякова, Найденова, 1972).

Результаты микробиологического исследования показали, что обсемененность полуфабриката при хранении на складе зависит от вида грибов. Так, предельно допустимое количество микрофлоры на солено-отварных лисичках обнаруживается через шесть, а для опят - через 10 сут. Хранение солено-отварного полуфабриката в

холодильнике позволяет сохранять опята в течение месяца, а лисички - 2,5 месяца.

Результаты микробиологических исследований подтверждаются изменениями физико-химических показателей. Так, с развитием микрофлоры повышается титруемая кислотность грибов, причем повышение происходит за счет накопления летучих кислот. Так, в лисичках она повышается на 74,4%, а в опятах на 133,3%. Количество летучих кислот увеличивается соответственно на 66,7 и 81,8%, рН грибов понижается в лисичках на 0,46, а в опятах на 1,0. Количество азота аммиака и летучих оснований в лисичках и опятах несколько возрастает.

При хранении полуфабриката грибов в холодильнике наблюдается замедление всех процессов. В солено-отварных опятах к концу хранения в холодильнике титруемая кислотность в 3, а летучая кислотность в 2 раза меньше, чем при хранении на складе. Вместе с тем азота летучих оснований становится больше в 5 раз, а азота аммиака - почти в 10 раз, чем при хранении на складе. Для солено-отварных лисичек к концу хранения не обнаруживается существенной разницы в динамике всех других физико-химических показателей при хранении их в условиях холодильника и склада.

Таким образом, грибной полуфабрикат с содержанием 3,5-4,5% соли можно хранить: в условиях холодильника при температуре 0-2° С (опята - один месяц, лисички - 2,5 месяца), в условиях склада лисички при температуре не выше 16° С - не более 6 сут, опята при температуре не выше 13° С - не более 10 сут.

Кроме того, важнейшим показателем качества, характеризующим пригодность солено-отварных грибов для производства грибных консервов, следует считать титруемую кислотность. В лисичках этот показатель может быть не более 0,15, а в опятах 0,21 % при хранении на складе, не более 0,11%-в холодильнике.

Заключение

Обобщенные результаты проведенных исследований по изучению влияния различных способов переработки и отдельных технологических операций на потребительские свойства консервированных грибов позволяют уже в настоящее время определить перспективы использования полученных данных в практике консервирования и хранения дикорастущих грибов с целью повышения их качества.

Особое значение в этой связи приобретают данные о строении и составе плодовых тел грибов, которые характеризуют их технологические свойства и пищевую ценность. Структура и химический состав плодового тела (прежде всего значительное

содержание азотистых соединений и наличие разнообразных углеводов) указывают на то, что при переработке и хранении грибы будут вести себя совершенно иначе, чем плоды и овощи. При воздействии тепла в грибах должны интенсивно протекать процессы меланоидинообразования.

Изучение биохимических и других изменений, происходящих в грибах после сбора, позволило установить, что высокая активность ферментов и интенсивность дыхания быстро нарастают по мере увеличения температуры и продолжительности кратковременного хранения, усиливается расход углеводов на процесс дыхания.

Выявленные закономерности имеют важное значение для рациональной организации переработки заготавливаемого грибного сырья. В частности, на основании изучения органолептических показателей, активности ферментов и интенсивности дыхания, изменений в комплексе основных питательных веществ, а также развития личинок насекомых выведена графическая зависимость изменения качества свежих грибов от температуры и продолжительности хранения, которая с успехом может быть использована в конкретно сложившейся обстановке на заготовительном или перерабатывающем предприятии.

Исследование влияния режима конвективной сушки на температуру и влагосодержание плодового тела дает возможность объективно судить о физико-химических и биохимических процессах, происходящих в плодовом теле. Эти процессы в конечном итоге оказывают влияние на формирование потребительских свойств готового продукта.

Сравнение данных по накоплению азота меланоидинов с данными по порогам ощущения вкуса и аромата грибов, полученных при различных условиях сушки, дает возможность констатировать, что в грибах с большим содержанием азота меланоидинов наблюдается тенденция к усилению вкусовых и ароматических свойств.

Анализ проведенных исследований показывает, что в процессе сушки грибы теряют некоторое количество питательных веществ, однако тепловая сушка в интервале от 50 до 75° С не вызывает резких количественных изменений по сравнению с теневой сушкой и даже по сравнению со свежими грибами. Поэтому рекомендуемая температура сушильного агента практически для всех видов исследованных грибов находится ниже 75° С.

Исследование поведения сушеных грибов в период длительного хранения показало, что грибы благодаря пористой структуре и наличию гидрофильных соединений очень чувствительны к изменению относительной влажности воздуха. В условиях опыта равновесие наступает через 5-6 сут, причем основное поглощение, или отдача влаги в окружающую среду, происходит в течение 2 сут. Анализ

изотерм сорбции показывает, что в свете теории однослойной адсорбции сушеные грибы должны лучше храниться с влажностью 5-6%. Критическая влажность сушеных грибов находится в пределах 22-23% в расчете на абсолютно сухую массу. Данная влажность является равновесной при относительной влажности воздуха 70-73% в зависимости от вида грибов. Поэтому длительное хранение грибов возможно при относительной влажности воздуха ниже 70%.

Рассмотрение результатов по изменению содержания углеводов и близких к ним соединений в период длительного хранения показывает, что основная потеря этих питательных веществ происходит на первом году хранения. Но и при последующем хранении снижается количество сухого вещества. Выявленные закономерности позволяют утверждать, что даже в оптимальных условиях сушеные грибы могут дать естественную убыль за трехлетний период до 3,5% в расчете на абсолютно сухое вещество.

Особенности снижения органолептических и вкусовых свойств при длительном хранении и зависимость этого процесса от способа сушки наводят на мысль, что вряд ли следует стремиться к максимально возможному сокращению времени сушки, к излишней ее интенсификации. Конечно, данный вывод требует дополнительных, может быть, еще более глубоких исследований.

На основании изучения физических, химических и микробиологических изменений в грибах при замачивании, бланшировании, разных способах засола установлено, что различные виды грибов при холодном и горячем способах засола дают продукцию разного качества. Поэтому для каждого вида грибов необходимо установить наиболее приемлемые режимы проведения отдельных технологических операций.

В целях повышения пищевой ценности и сохраняемости соленых грибов следует сокращать продолжительность замачивания.

Бланширование грибов перед засолом способствует стабилизации консистенции плодовых тел грибов, поэтому данную технологическую операцию необходимо использовать для повышения качества и транспортабельности готового продукта, особенно в случае использования для засола грибов среднего возраста. Процесс ферментации следует вести с таким расчетом, чтобы в соленом продукте активная кислотность была ниже 4,0 (т.е. $pH < 4,0$). При ферментации вследствие применения различной предварительной обработки груздей величина и степень изменения массы и объема грибов холодного и горячего способов засола неодинаковы. Однако выход готовой продукции без учета рассола обоих видов засола близок и составляет 95-100%.

Для сохранения качества соленую продукцию необходимо хранить при температурах, близких к $0^{\circ}C$, но не выше $7^{\circ}C$.

Представленные сведения по вопросам производства натуральных грибных консервов дают возможность уже в настоящее время подойти к выпуску этих ценных продуктов. В частности, исследованные режимы стерилизации обеспечивают высокое качество консервов. Доказана возможность использования жидкости после бланширования, безусловно, съедобных грибов в качестве заливки для натуральных грибных консервов и приготовления грибных экстрактов. Однако самым "узким местом" является организация доставки грибного сырья. Для решения этой задачи, по-видимому, наиболее целесообразный путь - производство полуфабрикатов непосредственно на заготовительном пункте.

Вопросы повышения качества маринованной грибной продукции еще ждут своего научного обоснования.

Список использованной литературы

- Агафонов А. Д., Андрест Б. В. Организация заготовок дикорастущих плодов, ягод, грибов и лекарственных трав. - М.: Колос, 1975. - 240 с.
- Алеев Б. С, Пчелкина О. У. О характере микробиологических процессов при посоле грибов. - Микробиология, 1937, т. V, вып. 4, с. 507-509.
- Андрест Б. В. Первичная переработка грибов. - М.: Экономика, 1966. -38 с.
- Андрест Б. В. Грибы. - М.: Экономика, 1968. - 111 с.
- Биосинтетическая деятельность высших грибов/[А. Н. Шиврина, О. П. Низковская, Н. Н. Фалина и др.]; под ред. А. Н. Шивриной. - Л.: Наука, 1969. - 243 с.
- Беккер З. Е. Физиология грибов и их практическое использование.- М.: МГУ, 1969. -69 с.
- Будько Б. Д., Смирнов В. И. Увеличение заготовок дикорастущих в потребительской кооперации. - Труды ЦБТЭИ, 1976, № 9, с. 12.
- Васильев А. В. Изучение химического состава грибов. - В сб. науч. работ МИНХ имени Г. В. Плеханова, 1958, вып. 13, с. 177-189.
- Васильков Б. П. Методы учета съедобных грибов в лесах СССР. Л.: Наука, 1968. -68 с.
- Грживо В. С Пищевая ценность и химический состав консервов. М.: Пищепромиздат, 1957. - 207 с.
- Дударева Н. Т. Содержание свободных аминокислот в свежих грибах. - Труды Дальневосточного института советской торговли, 1973, вып. 2, с. 107.
- Ефименко О. М. Химическое исследование свежих и переработанных грибов. - Вопросы питания, 1940, т. 9, вып. 4, с. 40-44.
- Жук Ю. Т., Цапалова И. Э. Исследование углеводов некоторых съедобных грибов Западной Сибири. - Растительные ресурсы, 1972, т. VIII, вып. 1, с. 115-119.
- Жук Ю. Т., Цапалова И. Э. Свободные аминокислоты некоторых съедобных грибов Западной Сибири. - Изв. СОАН СССР, биологическая серия, 1972, вып. 1, с. 146-149.
- Жук Ю. Т., Сулова Е. Д. Изменение азотистых веществ в плодовых телах съедобных грибов после сбора. - В кн.: Товароведение пищевых продуктов. - М.: МИНХ имени Г. В. Плеханова, 1974, с. 42-44.
- Жук Ю. Т., Цапалова И. Э., Пожидаева Е. Н. Химический состав грибов различного возраста. - Растительные ресурсы, 1975, т. XI, вып. 2, с. 248-251.
- Жук Ю. Т., Гришин М. А. Исследование процесса конвективной сушки грибов. - Консервная и овощесушильная промышленность, 1975, № 4, с. 38-40.

- Жук Ю. Т., Дягилева А. А. Изменение физических показателей грибов при солении. - Консервная и овощесушильная промышленность, 1977, № 4, с. 19-21.
- Жук Ю. Т., Дягилева А. А. Влияние замачивания на физико-химические показатели грибов. - Консервная и овощесушильная промышленность, 1976, № 1, с. 27-29.
- Захарич Ф. Ф. Дикорастущие пищевые грибы и ягоды Белоруссии, их заготовка и переработка. - Минск: Госторгиздат БССР, 1950. -93 с.
- Иванов Н. Н. Образование и превращение мочевины в грибах.- В кн.: Материалы по микологии и фитопатологии, 1928, т. 1, вып. 1, с. 1-154.
- Калер Л. Б., Шиндлер Э. Г., Барановская В. А. Новые виды консервов из грибов и овощей. - Труды БНИИПП, 1957, вып. 1, с. 5-10.
- Калер Л. Б., Шиндлер Э. Г. Съедобные грибы - ценное сырье для консервной промышленности.-Труды БНИИПП, 1960, вып. 3, с. 25-38.
- Каросене С. А. Содержание витаминов В в подосиновиках. - Труды АН Литовской ССР, 1970, вып. 3. - 149 с.
- Каросене С. А. Тиамин и рибофлавин в некоторых пластинчатых грибах. - Материалы VI симпозиума микологов и лишенологов Прибалтийских республик. Ч. 1. Рига, 1971, с. 209-212.
- Кирбаба В. И. Новые виды консервов из грибов. - В сб.: Товароведение. Киев, 1965, вып. 1, с. 6-8.
- Колдаев В. Н. Заготовка дикорастущих пищевых продуктов. - М.: Лесная промышленность, 1972. - 96 с.
- Коршунов Д. А. Как сохранить урожай фруктов, овощей и грибов.- М.: Пищевая промышленность, 1976. -65 с.
- Кретович В. Л. Основы биохимии растений.-М.: Высшая школа, 1971. -464 с.
- Лебедева Л. А. Определитель шляпочных грибов. - М. - Л.: Сельхозгиз, 1949. - 547 с.
- Лилли В., Барнет Г. Физиология грибов. - М.: Иностранная литература, 1953.- 128 с.
- Лыков А. В. Теория сушки.-М.: Энергия, 1968. - 550 с.
- Львов Н. П. Биологический азот и его роль в земледелии. - М.: Наука, 1967. -205 с.
- Людковский В. С. Заготовка дикорастущих грибов, ягод, орехов и плодов. - М.: Экономика, 1973. - 127 с.
- Мазохина-Поршнякова Н. Н., Найденова А. П. Современные методы организации бактериологического контроля консервного производства. - М.: Пищевая промышленность, 1972. -284 с.
- Маргевич К. В. Съедобные грибы, определение в них питательных веществ. Докт. дис. - Петербург, 1883.-54 с.
- Марх А. Т. Биохимия консервирования плодов и овощей. - М.: Пищевая промышленность, 1973. - 371 с.
- Мачарашвили Д. А. Материалы IX научной конференции НИИ санитарии и гигиены Грузинской ССР, Тбилиси, 1973, с. 12.
- Метлицкий Л. В. Биохимия плодов и овощей.-М.: Экономика, 1970.-271 с.
- Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. - М: Наука, 1968. - 239 с.
- Мониковский К. Биологическая ценность грибов. - Труды I Всесоюзного съезда фармацевтов. М., 1970. - 473 с.
- Наплекова Н. П. Фиксация азота атмосферы грибами, разрушающими целлюлозу.- В кн.: Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1970, вып. 3.- 167 с.
- Овруцкая И. Я. Изучение и усовершенствование режимов стерилизации консервов "Грибы натуральные". - Труды БНИИПП, 1960, вып. 3.-39 с.

- Овруцкая И. Я. Новые режимы стерилизации грибных и овощных консервов. - Изв. вузов. Пищевая технология, 1962, № 6, с. 57.
- Осипов А. М., Белоусов Д. П. Простейшая переработка и консервирование плодов и овощей. - М.: Экономика, 1968. -- 168 с.
- Островерхова-Плотникова Г. И. Членистоногие обитатели базидиальных грибов некоторых районов Западной Сибири. Автореф. канд. дис. Томск, 1964. - 26 с.
- Полевицкий Н. И. Переработка грибов.-М.-Л.: Леннабтехиздат, 1933. - 251 с.
- Сабуров Н. В., Васильев А. В. Исследование химического состава свежих грибов. - Труды ЦНИИ пищевой и вкусовой промышленности Наркомснаба СССР, 1931, т. 1-3. - 92 с.
- Сабуров Н. В., Кононов А. В. Методы переработки грибов.- Труды ЦНИИ пищевой и вкусовой промышленности Наркомснаба СССР, 1931, т. 1, вып. 3, с. 77-91.
- Соловьева Е. И., Молодченко А. Ф., Гросман А. М. Изменение химического состава овощных консервов при хранении. - Труды УкрНИИ консервной промышленности, 1962, вып. 4, с. 43-49.
- Тер-Карапетян М. А., Петросян В. А. Химизм и технология консервирования ботвы сахарной свеклы. - В кн.: Силосование и технология кормов. М., 1964, с. 138-155.
- Федорова Л. Н. Содержание витаминов В₁ и В₂ в плодовых телах высших грибов.-В кн.: Высшие грибы и их физиологически активные соединения. - Л.: Наука, 1973, с. 25.
- Федорова Л. Н. и др. Содержание витаминов В₁ и В₂ в культурном мицелии высших грибов. - Микология и фитопатология, 1974, т. 8, вып. 2, 105 с.
- Федотова В. Е., Церникель А. Е. Микрофлора соленых грибов.- Консервная и овощесушильная промышленность, 1971, № 3, с. 34-35.
- Шубин В. И. Грибы северных лесов. - Петрозаводск, Карелия. 1976. - 144 с.
- Янков С. И. Термоустойчивость полифенолоксидазы в плодовых соках. - Биохимия, 1962, т. 27, вып. 2, с. 235. Ячевский А. А. Основы микологии. - М.-Л.: Ленсельхозгиз, 1933.-1035 с.
- Asker L. Food Technology. 1969, N 23, p. 1257.
- Benedikt R. G. et al. Preliminary nemotaxonomie appraisal of certain Frichoiome species. - Planta med., 1964, v. 12, № 1, p. 100-106.
- Bonnet J. L. Application de la chromatographie sur papier a e'ctude de divess champignons. Bill., Primest. Soc. Mycolog. Fr. 1959, v. 75, № 3, p. 215-353.
- Gaurie M. A. Single lauer moisture absorption theory as a basis for the stability and availability of moisture in dehydrates foods. J. Food Technol. 1971, № 6, p. 193.
- Ginterova A. Nitrogen fixation by higher fungus. Biologia CSSR, 1973, 28, 3, p. 199-202.
- Inoue Izo. Siochemical studies on areillaria Matsukako Muchrooms. J. Japan Soc. Food and Nature, 1961, 14, 3, p. 255-256.
- Lasota W. Badania nad zawartosca choliny w grzybach i warzywach. Przemysl spozywczy, 1962, t. 16, № 9, S. 32-35.
- Lindner A., Loweneck K. Beitrag zur untersuchung von Pilzkonserven. Z. Lebensmittel. - Untersuch und Forsch., 1964, Bd. 125, № 3, S. 172-179.
- Litchfield J. H. Der Nahrwert von Morchel mycel. J. Food Sci., 1966, Bd. 129, № 2, S. 102-103.
- Litchfield J. H. Morel muchroom mycelium as a food flavoring material. Biotechnol and Bioengin., 1967, 9, № 3, p. 283-304.
- Luh B., Eidels L. Chemical changes in Freese-dried Muchrooms. Freichtsft-Ind., 1969, 14, 2, p. 58-69.
- Mehlitz A., Geerds G. Abhangigkeit der Auswage bei Pilzkonserven von der Blanchierung. Dtsch. Lebensmitt. Rundschau., 1968, Bd. 64, H. 5, S. 140-142.

- Młodecki H., Lasota W. Zawartość aminokwasów egzogennych. Wapna, fosforu, żelaza i substancji tłuszczowych w niektórych grzybach jadalnych. Rocz. Państw. Zakładu Hig., 1968, 19, 2, S. 239-241.
- Młodecki H., Lasota W., Baran-Hładunska M. Badania w związku z oceną higieniczną dwupiersiaka cesarskiego. Bromatol i chem. toksykol., 1973, 6, № 2, 249-260.
- Młodecki H., Lasota W. Skład fosfatydów w niektórych gatunkach grzybow. cz. I Bromatol i chem. toksykol., 1972, 5, 1-4.
- Młodecki H., Wiedkowska E., Jasinska-Solocińska A. Wpływ blauszowata grzybow na zawartość riboflawiny. - Bromatol i chem. toksykol., 1973, 6, № 2, S. 261-263.
- Nehring P., Krause H. Konserventechnisches Taschenbuch der Obst und Gemüseverwertungsindustrie. - Braunschweig, 1963, S. 197.
- Ohler H. Handbuch für die Konserventechnik. - Stuttgart, 1948, S. 120.
- Osher R. C., Johnson R. M. Nutritional changes in proteins during heat processing. J. Food Technol., 1968, 3, № 2, p. 81.
- Proskuriakow N. I. Über die Beteiligung des Chitins am Aufbau der Pilzzellwand. Biochem., Z., 1926, Bd. 167, № 1-3, S. 68-76.
- Rast D. Zur Stoffwechselphysiologischen Bedeutung von Mannit und Trehalose in *Agaricus bisporus*. Planta, 1965, Bd. 64, № 1, S. 81-93.
- Reinbothe H., Tschiersch B. Hamstoff - Metabolismus bei Basidiomycetas zur Hamstoffbiosynthese in *Agaricus bisporus* Lange und *Lycoperdon perlatum* Pers. Flora., 1962, 152, 3, S. 423-446.
- Seelkopf C, Schuster H. Qualitative und quantitative Amino-säurebestimmungen an einigen wichtigen Speisepilzen. Z. f. Lebensmitt. Untersuch. und Forsch., 1957, Bd. 106, № 3, S. 177-187.
- Serger H., Hempel B. Die Konservierung der Gemüse und Pilze. Teil I, 11, Braunschweig, 1925, S. 51.
- Serger H., Kirchoff H. Gemüse und Pilsekonservierung. Braunschweig, 1956, S. 194.
- Serger H., u. a. Blei in Pilzen (R. Serger, E. Meyer, S. Schonhut, Z. Lebensm. Unters. - Forsch., 1976, Bd. 172, № 1, S. 7-10.
- Shaw R. Fatty acids of fruiting bodies of basidiomycetes. Nature, 1967, 213, 5071, p. 86-87.
- Spiccr A. Fungi as protein for food. Proc. Int. Symp. Conversion and Manuf. Foodstuffs Microorg. Kyoto, 1971, Tokyo, 1972, 221-223.
- Tyler V. and others. Chemotaxonomie significance of urea in the higher fungi. Lloydiz, 1965, vol. 28, № 4, p. 342-353.
- Wasowicz E., Kaminski E. Substancje zapachowe borowika szlachetnego. Przemysł spożywczy, 1974, 6, 269.
- Weis B., Stiller R., Biochemistry, 1972, 11, № 24, p. 4552-4557.
- Winter E. Verhalten der Katalase beim Blanchieren von Gemüse. - Zeitschrift für Lebensmittel - Untersuchung und Forschung, 1969, Bd. 140, № 3, S. 134-140.
- Winter E. Verhalten von Peroxydase beim Blanchieren von Gemüse. Zeitschrift für Lebensmittel - Untersuchung und Forschung, 1969, Bd. 140, № 3, S. 134-140.
- Winter E. Hitzebeständigkeit der Peroxydas. - Zeitschrift für Lebensmittel. - Untersuchung und Forschung, 1971, Bd. 145, № 1, S. 3-6.

Консервирование и хранение грибов (биохимические основы)

В книге приведены сведения о строении и пищевой ценности грибов, об изменении состава плодов тел в период роста и после отделения от мицелия. Освещены биохимические процессы,

происходящие при сушке, солении и мариновании, рассмотрено влияние этих процессов на потребительские свойства грибов. Уделено внимание вопросам производства сушеных грибов, соленой продукции и натуральных грибных консервов. Предназначена для работников консервной промышленности, кооперативных, заготовительных организаций и общественного питания.

- О книге
- Предисловие
- Глава I. Строение, химический состав и пищевая ценность съедобных грибов
 - Строение гриба и структура плодового тела
 - Состав грибов
 - Изменение состава плодовых тел грибов в период роста и влияние его на качество сырья
 - Изменения в составе плодовых тел грибов после отделения от мицелия
- Глава II. Сушка и ее влияние на потребительские свойства грибов
 - Процессы, происходящие при сушке
 - Влияние сушки на потребительские свойства трубчатых грибов
 - Влияние сушки на потребительские свойства пластинчатых грибов
 - Влияние сушки на потребительские свойства сумчатых грибов
 - Технология сушки отдельных видов грибов
 - Физико-химические изменения в сушеных грибах при хранении
- Глава III. Соление и маринование грибов, их влияние на потребительские свойства готовой продукции
 - Общие сведения о способах соления
 - Изменения в грибах при подготовке к посолу
 - Особенности ферментации грибов при холодном и горячем способах посола
 - Физико-химические изменения в соленых грибах при хранении
 - Технология соления грибов
 - Существующие способы маринования грибов и их недостатки
- Глава IV. Некоторые вопросы производства натуральных грибных консервов
 - Общие сведения о консервировании грибов
 - Очистка, сортировка грибного сырья и физико-химические изменения при мойке
 - Влияние бланширования на физические свойства и бактериальную обсемененность грибов
 - Влияние бланширования на изменение активности окислительно-восстановительных ферментов и состав грибов

- Влияние режима стерилизации на качество и пищевую ценность натуральных грибных консервов
- Изменения в натуральных грибных консервах при длительном хранении
- Использование солено-отварных грибов для производства грибных консервов
- Заключение
- Список использованной литературы