**Калининградский Государственный**

**Технический Университет**

Кафедра технологии продуктов питания

Курсовая работа Курсовая работа

допущена к защите защищена с оценкой\_\_\_\_

р-ль: д.т.н., проф. р-ль: д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Семенов Б.Н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Семенов Б. Н.

**Общие принципы технологии криогенного охлаждения мяса индейки**

курсовая работа по дисциплине «Общие принципы переработки сырья и введение в технологию производства продуктов питания»

Работу выполнила

студентка гр. 01-ТП-2

\_\_\_\_\_\_Родионовская Ю.А.

Калининград

2004

**Содержание**

1. Введение………………………………………………………………3
2. Характеристика мяса птицы………………………………………..4-22
   1. Общий химический состав птицы……………………………….4
   2. Теплофизические свойства сырья…………………………….....5
   3. Азотистые вещества и аминокислотный состав белков……….7
   4. Фракционный и жирнокислотный состав липидов…………… 10
   5. Состав углеводов…………………………………………………12
   6. Витамины, микро- и макроэлементы……………………………13
   7. Свойства воды, входящей в состав мяса………………………..14
   8. Характеристика ферментов мяса……………………………......16
   9. Структурно-механические свойства мяса птицы………………19

3. Технологическая схема………………………………………………24

1. Изменения, происходящие в процессе охлаждения…………….29-42

4.1 Физико-химические изменения……………………………………..29

4.2 Микробиологические изменения……………………………………39

5. Анализ и моделирование……………………………………………..43

6. Заключение……………………………………………………………46

7. Список используемой литературы…………………………………..47

**Введение**

Дефицит в общемировом производстве продуктов питания обусловлен прежде всего ростом населения ряда стран, многие из которых не в состоянии обеспечить себя необходимым рационом питания. Между тем, по данным Международного института холода, ежегодно теряется 20-30% всех производимых в мире продуктов питания, что составляет почти миллиард тонн. Из указанного количества не менее 50% - это скоропортящиеся продук-

ты, сохранение которых возможно только с помощью холода. Реально же холод применяют для сохранения примерно половины этого количества(14).

На современном этапе развития пищевой индустрии роль холода неук-

лонно возрастает, и в первую очередь в области консервирования сырья и продуктов питания, ассортимент которых непрерывно увеличивается.

Все большую популярность приобретает использование криогенных температур (низких температур). Наиболее развитой областью криогеники является область азотных температур. Ее развитие во многом связано с тех-

никой разделения воздуха, с помощью которой при криотемпературах мето-

дом низкотемпературной ректификации из воздуха извлекают азот и кисло-

род, а также такие газы, как аргон, неон, криптон и ксенон. Получение необ-

ходимой температуры в интервале от 120 до 65 К возможно как с помощью жидкого воздуха, так и основных его компонентов в жидком виде: азота, кис-

лорода и аргона. Однако при практическом использовании этих криопродук-

тов в жидком виде предпочтительным является жидкий азот.

В нашей стране и за рубежом в настоящее время эксплуатируется дово-

льно большое число различных типов воздухоразделительных установок, на которых производится получение из воздуха газообразного и жидкого азота.

Эти установки широко различаются по производительности, используемому криогенному циклу и чистоте получаемого азота. В большинстве – это мно-

горежимные установки, которые, наряду с получаемым из воздуха азотом, обеспечивают получение других продуктов разделения воздуха и прежде все-

го кислорода.

Увеличение объемов производства жидкого азота и газообразного в значительной степени обеспечивается тем, что в качестве исходного сырья используется атмосферный воздух и в соответствии с этим не требуется мате-

риальных затрат на источники сырья, запасы которого неисчерпаемы, а так-

же особенностью его теплофизических свойств, определяющих перспектив-

ность использования его в различных технологических процессах в качестве

хладагента.

В настоящее время техника хранения, транспортирования и обращения с жидким азотом хорошо освоена(19).

**Общий химический состав мяса птицы**

Мясо, главным образом, представлено мышечной тканью. Мышечная ткань характеризуется сложным химическим составом. В нее входит значи-

тельное количество лабильных веществ, содержание и свойства которых могут меняться в зависимости от многих факторов как при жизни птицы (предубойное содержание), так и сразу после убоя. Поэтому химический состав ткани изучают при строго определенных условиях, к которым относи-

тся быстрое извлечение ткани после убоя птицы, охлаждение, быстрое изме-

льчение при охлаждении, обработка при низких температурах и т. д.

При исследовании химического состава мышечную ткань освобождают по возможности от других тканей (соединительной, жировой и др.) и измель-

чают (гомогенизируют). После этого выделяют и разделяют химические ком-

поненты, входящие в состав ткани. Такое разделение чаще всего основывает-

ся на избирательной растворимости отдельных химических веществ мышеч-

ной ткани в различных растворителях: в воде, вводно-солевых растворах при

различном значении рН, органических растворителях и т. д. Для извлечения липидов измельченную ткань перед экстракцией предварительно высушивают(13).

Содержание основных групп химических веществ в мышечной ткани индейки первой категории характеризуется следующими данными (в г.).

|  |  |
| --- | --- |
| Вода………………………………….57,3  Белки…………………………………19,5  Жиры…………………………………22,0  Углеводы…………………………….. –  Зола……………………………………0,9  Минеральные вещества:  Na…………………………………….0,09  К……………………………………...0,21  Са…………………………………...0,012 | Мg………………………………..0,019  Р………………………………….0,2  Fe…………………………………0,0014  Витамины:  А……………………………… 0,00001  В1………………………………0,00005  В2………………………………0,00022  РР………………………………0,0078  Энергетич. ценность……………276 |

**Теплофизические свойства птицы**

При изучении теплофизических характеристик необходимо учитывать строение материала, взаимодействие его с внешней средой, влияние адсорби-

рующих добавок, резко изменяющих структурно-механические свойства обрабатываемых тел, также молекулярные и химические взаимодействия влаги с материалом и условия перемещения ее в материале(2).

С повышением влажности мяса птицы удельная теплоемкость увеличивается.

Таблица 1

Плотность мяса птицы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Мясо | (в кг/м^3) в среде | | |
| гелия | азота | воздуха |
| Индейка приготовленная (белое мясо) | 1268 | 1270 | 1265 |

Плотность тела – называется предел отношения массы элемента тела к его объему.

Коэффициент теплопроводности численно равен количеству тепла, переносимому через единицу поверхности в единицу времени при градиенте температур, равном единице. Теплопроводность зависит от химического состава продукта и при увеличении содержания воды увеличивается.

Из-за низкой теплопроводности кожи коэффициент теплопроводности одних мускул заметно больше, чем мускул с кожей (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициент теплопроводности мяса кур

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Объект исследования | Толщина, мм | | W, % | , кг/м^3 | , Вт/(м\*К) | |
| цыпленок | курица | цыпленок | курица |
| Грудные мышцы | 5,18 | 5,41 | 69,7 | 1070 | 0,38 | 0,44 |
| Кожа | 1,70 | 1,24 | 38 | 1030 | 0,03 | 0,02 |
| Мускулы с кожей | - | - | - | 1030-1070 | 0,37 | 0,39 |

Эти опыты проводились с 8-недельными цыплятами и 18-месячными курами. Температура объектов исследования менялась от 277,4 до 299,6 К при направлении теплового потока перпендикулярно волокнам мышц.

Установлено влияние температуры (Т = 273-293 К) на коэффициент теплопроводности ( в Вт/(м\*К)) мяса птицы.

Для темного мяса

 = 0,245 + 0,000865Т;

для светлого мяса

 = 0,311 + 0,000605Т.

Из выше написанного следует, что теплопроводность светлого мяса больше, чем темного. Это обусловлено тем, что в мясе светлой мускулатуры содер-

жится больше влаги, чем в темной (16).

Коэффициент теплопроводности мяса птицы, по данным разных авто-

ров, различается незначительно (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициент теплопроводности мяса птицы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Мясо | W, % | Т, К | Направление теплового потока относительно волокон мяса | , Вт/(м\*К) |
| Индейки  мускулы  груди  ноги | 74  74 | 274  277  275  275 | Перпендикулярно  Параллельно  Перпендикулярно | 0,52  0,50  0,52  0,50 |

Таблица 4

Теплофизические характеристики мяса птицы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Мясо | Т, К | W, % | , кг/м^3 | с, Дж/(кг\*К) | , Вт/(м\*К) | а\*10^8, м^2/с |
| Куриное | - | - | 1030 | 3307 | 0,41 | 12,0 |
| Индейки | 273-293 | 74 | 1070 | 3517 | 0,519 | 13,8 |

Удельная теплоемкость С – количество теплоты, поглощенной или выделяемой 1 кг продукта при повышении или понижении температуры на 1 С. Для однородного тела с = С/m. Измеряется в кДж/(кг\*К)

**Азотистые вещества и**

**аминокислотный состав белков**

Из азотистых небелковых веществ мышечной ткани выделяют: Карно-

зин, ансерин, карнитин, креатин, креатинфосфат, аденозинтрифосфорная кислота, которые при жизни птицы выполняют специфические функции в процессе обмена веществ и энергии. Другая часть азотистых веществ – пури-

новые основания, свободные аминокислоты и др. – представляет собой про-

межуточные продукты обмена белков. Наконец часть азотистых веществ, например мочевина, мочевая кислота и аммонийные соли, является конечны-

ми продуктами обмена белков. В общем в свежих мышцах содержится 0,3%

небелкового азота в расчете на сырую ткань, или 1,2% в расчете на сухой остаток(13).

Содержание отдельных азотистых веществ в свежих мышцах характе-

ризуется следующими данными ( в % на сырую ткань).

|  |
| --- |
| Карнозин……………….0,2-0,3 Аденозинтрифосфор-  Ансерин………………..0,09-0,15 ная ислота………………….0,25-0,4  Карнитин……………….0,02-0,05 Инозиновая кислота…………0,01  Холин…………………..0,08 Пуриновые основания……….0,07-0,23  Креатин + креа- Свободные аминокислоты…....0,1-0,7  тинфосфат…………… .0,2-0,55 Мочевина…………………….0,002-0,2 |

После убоя птицы азотистые вещества и продукты их превращения участвует в создании специфического вкуса и аромата мяса.

**Карнозин** ( -аланилгистидин). Специфический дипептид

Карнозин стимулирующе действует на секрецию пищеварительных же-

лез. При жизни птицы карнозин участвует в процессах окислительного фос-

форилирования, что способствует образованию в мышце макроэргических фосфатных соединений (АТФ и КрФ).

**Ансерин** (метилкарнозин). Гомолог карнозина

Ансерин впервые выделен из мышечной ткани гусей. Ансерину припи-

сывают те же функции, что и карнозину.

**Карнитин.** Производное -амино--оксимасляной кислоты

Роль карнитина в превращениях мышечной ткани еще не достаточна ясна. Считают, что он является одним из источников метильных групп.

**Холин.** Аминоэтиловый спирт с тремя метильными группами у атома азота

Холин необходим для образования фосфолипидов и ацетилхолина – соединения, играющего важную роль в процессе передачи нервного возбуж-

дения при сокращении мышц.

Свободный холин вызывает перистальтику кишечника. Как веществу, поступающему с продуктами питания, ему приписывается значение витами-

на.

**Глютатион** (глютаминилцистеилглицин). Специфический трипептид

Глютатион является сильным восстановителем и, подобно цистеину, легко подвергается окислению. В живых тканях глютатион в основном находится в восстановленной форме и по мере необходимости переходит в окисленную форму

Глютатиону, очевидно, принадлежит особая роль в поддержании окис-

лительно-восстановительного потенциала мышечной клетки и активации ферментов, содержащих в активном центре SH-группы.

Креатин. По строению является метилгуанидинуксусной кислотой

Аминокислотный состав белков индейки первой категории представлен в таблице 5.

Таблица 5

Аминокислоты, мг в 100 г продукта (20)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Количество | Показатель | Количество |
| Белок, %  Незаменимые аминокислоты  В том числе:  Валин  Изолейцин  Лейцин  Лизин  Метионин  Треонин  Тирозин  Триптофан  Фенилаланин  Цистеин  Заменимые аминокислоты | 19,5  7620  930  963  1587  1636  497  875  616  329  803  121  11834 | В том числе:  Аланин  Аргинин  Аспарагиновая кислота  Гистидин  Глицин  Глут. к-та  Оксипролин  Пролин  Серин  Общее количество  Лимитирующая  аминокислота,  Скор, % | 1218  1168  2007  540  1137  3280  181  831  735  19454  нет |

**Жирнокислотный состав липидов**

При оценке пищевой ценности продукта большое значение придается содержанию липидов и особенно незаменимых жирных кислот, которые не могут синтезироваться в организме человека (линолевая, линоленовая, арахи-

доновая).

Биологическая ценность жиров характеризуется коэффициентом эффективной метаболизации (КЭМ), представляющим собой отношение концентрации содержания арахидоновой кислоты (С20:4) к сумме всех других полиненасыщенных кислот с 20 и 22 углеродными атомами, следующим об-

разом:

КЭМ = С20:4/(С20:2 + С20:3 + С20:5 + С22:5 + С22:6)

Липиды мяса птицы представлены в таблице 6.

Таблица 6

Липиды, г в 100 г продукта(20).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сумма липидов  триглицериды  фосфолипиды  холистерин  Жирные кислоты (сумма)  Насыщенные  В том числе:  С12:0 лауриновая  С14:0 миристиновая  С15:0 пентадекановая  С16:0 пальмитиновая  С17:0 маргариновая  С18:0 стеариновая | 22,00  16,06  4,40  0,21  18,35  5,82  0,02  0,23  0,03  4,1  0,07  1,35 | С20:0 арахиновая  Мононенасыщенные  В том числе:  С14:1 миристолеиновая  С16:1 пальмитолеиновая  С17:1 гептадеценовая  С18:1 олеиновая  С20:0 гадолеиновая  Полиненасыщенные  В том числе:  С18:2 линолевая  С18:3 линоленовая  С20:4 арахидоновая | 0,02  8,46  0  1,78  0,05  6,42  0,21  4,07  3,88  0,15  0,04 |

Так как многие полиненасыщенные кислоты, необходимые для расчета коэффициента отсутствуют, то подсчитаем его для полосатого тунца:

С20:2 = 6,520 С20:5 = 5,160

С20:3 = 1,360 С22:5 = 5,940

С20:4 = 0,420 С22:6 = 15,54

КЭМ = 0,420/34,560 = 0,012 (16)

Липиды, входящие в состав мышечных волокон, выполняют функции двоякого рода. Часть их, главным образом фосфолипиды, является пласти-

ческим материалом и входит в структурные элементы мышечного волокна – миофибриллы, клеточные мембраны, прослойки гранул.

В состав миофибрилл входят различные глицерофосфолипиды, многие из них способствуют проявлению активности ряда ферментов. Особенно большим содержанием фосфолипидов отличается саркоплазматический рети-

кулум и сарколеммные мембраны. Однако общее содержание фосфолипидов в сарколеммной мембране значительно ниже, чем в митохондриях, причем качественный состав их в ней не отличается от состава субклеточных структур.

Другая часть липидов выполняет роль резервного энергетического материала, такие липиды содержатся в саркоплазме в виде мелких капелек на полюсах митохондрий. В большом количестве липиды содержатся в межклеточных пространствах, между пучками мышц в соединительных прослойках (13).

**Состав углеводов**

Одним из основных углеводов мышечной ткани является гликоген – важнейший энергетический материал. он расходуется при мышечной работе и накапливается при отдыхе. Содержание его зависит от тренированности и упитанности птицы, а также физиологического состояния.

Мышечный гликоген представляет собой сильно разветвленный поли-

сахарид, построенный из сотен молекул глюкозы. молекулярная масса его равна 1\*10^6. Большая степень разветвленности мышечного гликогена необ-

ходима, поскольку действию ферментов подвергаются концы молекулы; чем больше свободных концов, тем быстрее может быть использована молекула гликогена или быстрее может быть заново синтезирована во время таких периодов клеточного метаболизма, когда происходит его регенерация. В пе-

риод распада молекул гликогена наряду с последовательным разрушением его боковых цепей под действием эндоамилаз происходит и образование его частей – «затравок», которые также могут затем расти за счет присоединения глюкозы. Мышечная ткань отличается высокой концентрацией ферментов и факторов системы, синтезирующей гликоген.

В мышечных волокнах обнаруживается определенная связь гликогена с миофибриллами. Наблюдается локализация гликогена у анизотропных дис-

ков и он не обнаруживается в изотропных. Кроме того, гликоген более или менее равномерно распределен в саркоплазме ( с преобладанием в около-

ядерной саркоплазме). Возможно, что связь гликогена с миозином анизотропных дисков миофибрилл и миогеном саркоплазмы обеспечивает необходимый темп расщепления полисахарида при его гликолитическом рас-

паде. В этих превращениях более лабильной является фракция легкораство-

римого гликогена. Наряду с этим труднорастворимый гликоген метаболичес-

ки не инертен и является резервом, находящимся в состоянии непрерывного обновления.

В процессе интенсивной мышечной работы гликоген подвергается ана-

эробному гликолитическому распаду с образованием молочной кислоты. В процессе превращения гликогена образуются фосфорные эфиры гексоз и триоз, пировиногралная кислота и другие продукты распада, однако количес-

тво их относительно невелико.

Гликоген распадается в мышцах не только фосфорилитическим, но и гидролитическим (амилолитическим) путем под дествием-амилазы, нейтра-

льной -амилазы, олиго-1,4 – 1,4-глюкантрансферазы и амило-1,6-глюкозида-

зы. В качестве конечных продуктов такого распада гликогена образуются глюкоза, линейные и разветвленные олигоглюкозиды. Дальнейшее расщеп-

ление олигоглюкозидов осуществляется специфичными -олигоглюкозида-

зами (13).

**Витамины**

Витамины представлены в таблице 7(20).

Таблица 7

Витамины в 100 г. продукта (тушки индейки первой категории)

|  |  |
| --- | --- |
| Витамин А, мг……………………0,01  -каротин, мг………………………сл.  Витамин Е, мг……………………0,34  Витамин В6, мг…………………..0,33  Витамин В12, мкг…………………-  Биотин, мкг………………………..-  Витамин С, мг……………………..- | Ниацин, мг………………………...7,8  Пантотеновая  кислота, мг……………………….0,65  Рибофлавин, мг…………………..0,22  Тиамин, мг………………………..0,05  Фолацин, мкг……………………..9,6  Холин, мг…………………………139 |

**Свойства воды, входящей в состав сырья**

Содержание воды в мышцах колеблется в зависимости от возраста птицы: чем она моложе, тем больше влаги в мышцах. Неодинаково содержание воды в различных группах мышц и уменьшается по мере увеличения содержания жира. Вода, входящая в состав мышечной ткани, не-

однородна по физико-химическим свойствам и роль ее неодинакова.

Различают две формы воды – свободную и связанную. Свободная жидкая вода имеет квазикристаллическую, тетраэдрическую координирован-

ную структуру. Она ограничена степенями свободы за счет образования водородных связей между отдельными молекулами. Этим объясняется высо-

кая диэлектрическая постоянная воды. С помощью тяжелой воды и примене-

ния метода ядерно-парамагнитного резонанса установлено, что свободная во-

да мышечной ткани также имеет явно выраженную подобную координиро-

ванную, тетраэдрическую структуру. Другая часть воды находится в связан-

ном состоянии – ионная и гидратная вода, активно удерживаемая главным образом белковыми веществами и некоторыми другими химическими компонентами клеток (например, углеводами, липидами). Такое состояние объясняется наличием химической или физико-химической связи между водой и веществом. Около 70% воды ткани ассоциируется с белками мио-

фибрилл.

Гидратация белковых молекул обусловлена полярными свойствами мо-

лекул воды (дипольным строением) и наличием функциональных групп (аминных, карбоксильных, гидроксильных, пептидных и др.) в молекуле бел-

ков. При этом диполи воды образуют гидратные слои вокруг активных групп

и белковой молекулы в целом. При гидратации часть воды, связываясь с гидрофильными группами белка, располагается вокруг белковых молекул в виде мономолекулярных слоев. Первые слои удерживаются довольно прочно, а последующие – значительно слабее, располагаясь в виде рыхлого диффузного облака. Окружая функциональные группы соседних белковых цепей, связанная вода существенно влияет на стабилизацию их простран-

ственной конфигурации, и, следовательно, определяет их функциональную деятельность.

На некоторых участках молекул белков могут образоваться водные мостики.

Связанная вода удерживается белком довольно прочно. Она характери-

зуется рядом специфических свойств: более низкая точка замерзания, мень-

ший объем, отсутствие способности растворять вещества, инертные в химическом отношении ( находящиеся в небольших концентрациях) – сахара, глицерин, некоторые соли. Связанная вода составляет 6-15% от масс-

сы ткани.

За слоем гидратной воды расположены слои относительно слабо удер-

живаемых молекул воды, представляющей собой раствор различных веществ, - это свободная вода. В ткани ее содержится от 50 до 70%. Удерживается она большей частью за счет осмотического давления и адсорб-

ции структурами клеток – сеткой белковых мембран и белковых волокон, а также в результате заполнения макро- и микрокапиллярных внутриклеточ-

ных и межклеточных пространств ткани. Поэтому такую воду рассматривают как иммобилизованную воду, которая в значительном количестве сравните-

льно легко может быть удалена из ткани (13).

**Характеристика ферментов сырья**

Мышечная ткань осуществляет свои функции благодаря активному участию ферментных систем, специфически локализованных в структурах ткани. Ферментные системы обеспечивают получение большого количества энергии, необходимой для осуществления мышечной деятельности. Мышечные клетки характеризуются большой концентрацией ферментов гли-

колиза, а также ферментов числа трикарбоновых кислот и дыхательной цепи.

Считается, что осуществление гликолиза и связанное с ним выделение энергии не нуждается в высокой дифференциации структурно-ферментного аппарата, а поэтому протекает в матриксе саркоплазмы. Вместе с тем разли-

чные воздействия на мышечную ткань повышают интенсивность гликолити-

ческих процессов, что может свидетельствовать о выходе ферментов из ограничивающих структур и их активации.

В матриксе саркоплазмы содержатся многие ферменты синтеза белков, липидов и полисахаридов.

Аэробное окисление продуктов обмена происходит в митохондриях (саркосомах). Большинство ферментов, участвующих в процессах окисления, обнаруживается именно в этих органеллах. Во всех мышечных клетках мито-

хондрии занимают значительную часть саркоплазмы, и в каждой из них го-

раздо больше крист ( складчатые внутренние мембраны митохондрий), чем в менее многочисленных митохондриях других клеток. процессы, протекаю-

щие в складчатых внутренних мембранах митохондрий при участии локализованных в них ферментных систем, играют основную роль в снабже-

нии мышечной клетки энергией.

Разные мышцы в зависимости от функциональных особенностей харак-

теризуются различным соотношением концентрации ферментных систем, ка-

тализирующих анаэробные и аэробные превращения. Так, в красных мышеч-

ных волокнах содержится больше митохондрий, чем в белых; активность дыхательных ферментов в них в 6 раз больше, чем в белых. В белых мышцах интенсивность анаэробного гликогенолиза примерно в 2 раза выше, чем в красных.

Интенсивность окисления жиров в мышцах относительно невелика, но после углеводов они являются важнейшим источником энергии. При недос-

татке углеводов в процессы обмена вовлекается большее количество жиров.

К циклу трикарбоновых кислот непосредственно примыкают реакции окис-

ления жирных кислот. В митохондриях обнаружены ферменты, окисляющие жирные кислоты.

Такие процессы обмена аминокислот, как дезаминирование и переами-

нирование, также примыкают к циклу трикарбоновых кислот. Многие ферменты дезаминирования аминокислот обнаружены в митохондриях. Син-

тез многих аминокислот, как и «непрямое» их дезаминирование, осуществля-

ется реакциями переаминирования. Переаминирование аминокислот связано

с активностью аминофераз, содержащихся в митохондриях.

Вместе с тем ферменты переаминирования обнаружены также в жидкой части саркоплазмы.

Таким образом, в митохондриях мышц содержатся сложные фермен-

тные системы, составляющие единый комплекс, к которому примыкают фер-

менты других компонентов клетки. Изменение физико-химического состоя-

ния этих органелл сказывается на активности их ферментов. Деструкция ми-

тохондрий нарушает координированное осуществление сложного комплекса взаимосвязанных процессов обмена, происходящих в них.

Саркоплазматический ретикулум содержит, кроме активируемой иона-

ми магния АТФ-азы, также обладающую очень высокой активностью АМФ-аминогидролазу.

В ядрах содержатся гликолитические, окислительные, гидролитические ферменты, а также ферменты белкового синтеза. Кроме того, в ядрах имеют-

ся ферменты синтеза нуклеиновых кислот (ДНК-полимераза и РНК-полиме-

раза).

С миофибриллами связана основная АТФ-азная активность, которой, как известно, обладает миозин и она зависит от присутствия катионов Na , K ,

Li , Ca , Mg , NH . Очищенный миозин активируется ионами кальция и ингибируется ионами магния. Наряду с этим имеется также растворимая АТФ-аза, отличная от миозина, содержащаяся в различных структурах клет-

ки: в ядрах, митохондриях и мембранных элементах саркоплазмы. Это АТФ-аза активируется ионами магния.

АТФ-азной активностью обладает определенная часть молекулы мио-

зина – его компонент – Н-миозин. Многократно переосажденный миозин наряду с АТФ-азной активностью АМФ-аминогидролазы, ацетилхолинэсте-

разы. Активность этих ферментов сосредоточена в L-миозине. Кроме того, миофибриллы характеризуются глютаминазной активностью. В проявлении активности ферментов в миофибриллах играют роль фосфолипиды. При де-

липировании миофибрилл в них резко снижается активность АТФ-азы, АМФ-аминогидролазы и ацетилхолинэстеразы.

В сарколеммной мембране обнаружено наличие АМФ-аминогидролазы и весьма активной ацетилхолинэстеразы.

К рибосомным относят ферменты, принимающие участие на тех стади-

ях синтеза белка, которые происходят на рибосомах. Эти ферменты участву-

ют в прикреплении, передвижении и отделении от рибосомной поверхности И-РНК и Т-РНК; перенос недостроенных полипептидов от одной молекулы Т-РНК и сопутствующее образованию пептидной связи. К рибосомным ферментам относят также рибонуклеазу 1, ГТФ-азу и др.

Лизосомы содержат клеточные гидролазы: кислую рибонуклеазу, дезоксирибонуклеазу, кислую фосфатазу, катепсины, эстеразы, гликозидазы. В живой клетке эти ферменты могут действовать в основном на фагоцити-

рованный материал, попавший внутрь лизосомы. Мышечной клетке это необходимо для обновления ее важнейших структур и компонентов. Если целостность лизосомы нарушена, то гидролазы высвобождаются и перевари-

вают компоненты клетки.

Наличие в лизосомах липопротеидной мембраны надежно удерживает гидролитические ферменты и предотвращает переваривание субстратов мы-

шеечного волокна тотчас после убоя. Однако в дальнейшем, под воздействи-

ем различных факторов, происходит высвобождение гидролаз

**Структурно-механические свойства сырья**

Структурно-механические характеристики представляют собой фундаментальные физические свойства продуктов. Они проявляются при механическом воздействии на обрабатываемый продукт и характеризуют его сопротивляемость приложенным извне усилиям, обусловленную строением и структурой продукта. Эти характеристики используются для расчета процес-

сов в рабочих органах машин с целью определения их механических пара-

метров (геометрических, кинематических и динамических); они отражают существенные аспекты качества продуктов. Кроме того, структурно-механи-

ческие характеристики учитываются при расчете различных физических процессов (22).

**Сдвиговые характеристики.**

В я з к о с т ь к р о в и. Кровь состоит из плазмы и форменных элемен-

тов. Плазма составляет 60% объема крови и представляет собою сложный раствор, содержащий белки, глюкозу, холестерин и его эфиры, фосфатиды, жиры и свободные жирные кислоты, небелковые азотистые и минеральные вещества. Форменные элементы крови (40%) представлены красными кровя-

ными шариками (эритроциты), белыми (лейкоциты) и кровяными пластинка-

ми (тромбоциты). Общее представление о составе крови дано на рис. (1).

Сухие вещества плазмы крови (7).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Б | | | М | Л | С | Аз |
| Ф | Г | А |

Рис. (1). Б – Белки, 7,5%; Ф – Фибриноген, 0,2%; Г – Глобулины, 2,8-3,0%; А – Альбумины, 4,3%; М – Минеральное вещество, 1%; Л – Липиды, 1%; С – Сахар, Аз – Азотистые вещества.

При увеличении концентрации сухих веществ вязкость крови возрастает и уменьшается при увеличении температуры, что наглядно видно из табл. 8-10. В таблицах приведены данные исследований пищевой стабилизированной крови и плазмы, полученной из этой же крови промышленным сепарирова-

нием. Концентрирование осуществляется ультрафильтрацией на лаборатор-

ной установке. Вязкость измеряли с помощью вискозиметра Гепплера и рео-

вискозиветра Ротовиско.

Таблица 8

Зависимость вязкости крови \*10^3 (в Па\*с) от концентрации сухих веществ и температуры

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Концентрация сухих веществ, кг на 1 кг крови | Температура, С | | | |
| 10 | 20 | 30 | 40 |
| 0,261 | 92 | 59 | 46 | 36 |
| 0,213 | 31 | 19 | 14 | 10 |
| 0,182 | 15 | 10 | 7 | 5 |
| 0,152 | 11 | 7 | 6 | 4 |
|  |  |  |  |  |

Данные таблицы 8 получены при градиенте скорости 380 с ^(-1), а

табл. 9 – при температуре 20 С. Следует отметить, что при концентрации 0,261 кровь представляет собой типичную степенную жидкость.

Таблица 9

Зависимость вязкости крови \*10^3 (в Па\*с) от концентрации сухих веществ и градиента скорости

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Концентрация сухих веществ, кг на 1 кг крови | Градиент скорости, с | | | | |
| 40 | 100 | 200 | 380 | 570 |
| 0,261 | 109 | 85 | 71 | 59 | 53 |
| 0,213 | 41 | 27 | 21 | 19 | 18 |
| 0,182 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 0,152 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

Таблица 10

Зависимость вязкости плазмы крови \*10^3 ( в Па\*с) от концентрации и температуры

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Концентрация сухих веществ, кг на 1 кг крови | Температура, С | | | |
| 10 | 20 | 30 | 40 |
| 0,1920 | 18,3 | 12,0 | 8,3 | 6,7 |
| 0,1635 | 11,5 | 7,7 | 5,5 | 4,5 |
| 0,1190 | 5,6 | 3,9 | 2,9 | 2,4 |
| 0,0835 | 3,1 | 2,3 | 1,8 | 1,5 |

При меньшей концентрации изменения эффективной вязкости от гра-

диента скости не описываются степенным законом, а плазма крови представ-

ляет собой ньютоновскую жидкость (см. табл. 10). При повышении концен-

трации сухих веществ вязкость крови возрастает менее интенсивно по сравнению с вязкостью бульона.

**Компрессионные характеристики.**

К о м п р е с с и н н ы е х а р а к т е р и с т и к и ц е л ы х т к а н е й

м я с а п р и о б ъ е м н о м с ж а т и и. Характеристики изучали с помощью цилиндров с поршнями при одностороннем нагружении. Объем цилиндра 0,0009 м^3, пределы изменения гидростатического давления – от 1\*10^5 до 13\*10^5 па. При этом были определены следующие реологические характе-

ристики: мгновенный модуль упругости давления 11,6\*10^5 ^0,4; макси-

мальная деформация при длительности действия давления 180 с – 1,34\*

\*10^(-5) ^0,78; кинетика изменения относительных деформаций после разгрузки – 7,5\*10^(-7) ^0,61   exp(-8,9  ^0,78 (где  - длитель-

ность восстановления объема, с; пределы изменения от 0 до 10с).

**Прочностные характеристики.**

П р о ч н о с т н ы е х а р а к т е р и с т и к и ц е л ы х т к а н е й

м я с а . При растяжении предел прочности различных мышц мяса определил Николаев. Длина образцов составляла от 0,01 до 0,02 м при поперечном сечении 0,005\*0,002 м или 0,0075\*0,002 м; скорость растяжения составляла 3\*10^(-5) или 6\*10^(-5) м/с. По-видимому если считать мясо нелинейным реологическим телом, то прочностные характеристики будут зависеть от геометрических размеров образца и кинематики нагружения.

Авторы установили корреляционную связь между прочностными ха-

рактеристиками и органолептической оценкой нежности. Их данные показы-

вают, что для сырого мяса напряжение разрыва зависит от вида мышцы (длиннейшая мышца спины, полусухожильная, трапецевидная мышцы); для вареного мяса такой дифференциации не наблюдается. С улучшением неж-

ности (более высокая органолептическая оценка в баллах) напряжение разрыва и модуля упругости уменьшаются, причем для сырого мяса эта зависимость более пологая, для вареного – более крутая.

П р о ч н о с т н ы е х а р а к т е р и с т и к и ц е л ы х т к а н е й м я с а п р и с р е з е. Прочность мяса при срезе через матрицу исследовали с помощью пуансонов с углами заточки 90, 80 и 30. В процессе взаимодей-

ствия пуансона с материалом производили одновременную регистрацию усилий и деформаций на автоматических самопишущих приборах КСП-4. Образцы мяса толщиной 0,015 м при температуре от +10 до -1,5 С исследовали на прочность при резании поперек волокон при постоянной скорости перемещения пуансона 4,6\*10^(-3) м/с.

Разрушение структуры пуансоном происходит в две стадии. При де-

формации мяса до 90+5% мышечные волокна разрезаются непосредственно режущей кромкой пуансона. Соединительная ткань, как более прочная, уплотняется и срезается при увеличении деформации до 98+0,3%, т.е. когда пуансон начинает входить в отверстие, выполняющее роль матрицы.

Значения величин усилий разрезания мышечных волокон, приведенных к единице длины режущей кромки пуансона, соответственно равны для пуансона с углом заточки 90 - 3,85\*10^3 Н/м, 80 - 3,52\*10^3 Н/м и 30 – 2,68\*

10^3 Н/м.Величины предельных усилий при полном срезе образца изменяют-

ся в зависимости от угла заточки пуансонов от 5,4\*10^3 до 6,2\*10^3 Н/м, при этом деформация образцов приближается к 98%.

Влияние масштабного фактора рассматривали при срезе образцов, высоту которых изменяли от 0,005 до 0,015 м. При увеличении высоты образцов уменьшается величина напряжения среза, вычисленная по началь-

ной высоте образцов. При изменении высоты образцов от 0,005 до 0,015 м предельное усилие среза увеличивается от 2,7\*10^3 до 6,2\*10^3 Н/м и соответственно линейно уменьшается напряжение – от 5,4\*10^5 до 4,1\*10^5 Па.

При резании мяса лезвием наименьшие энергозатраты соответствуют углу встречи ножа и продукту около 60. При скорости подачи мяса от 0,05 до 0,09 м/с, при угле заточки ножа 18 и 25 и угле встречи 50-60 удельные усилия резания различаются незначительно и составляют 6000-7000 н/м.

**Плотность.**

П л о т н о с т ь к о с т и . Плотность приведена в таблице 11 и 12. Данные довольно близки по значению. Некоторое различие объясняется, по-видимому, тем, что авторы по-разному именовали кости. Имеются данные о плотности реберной кости, величина которой определена равной 1300-1380 кг/м^3. Однако они существенно превышают данные других авторов.

Насыпная плотность кости интенсивно меняется с увеличением давле-

ния. Этот процесс сопровождается разрушением и уплотнением кости. Масса кости характеризует ее с естественными внутренними полостями и макропо-

рами. Масса плотной части кости без естественных пустот будет больше. Укладочная масса кости делением массы обваленной кости, уложенной в емкость вручную с наименьшими пустотами, на объем, в который кость укладывали.

Таблица 11

Плотность кости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Кость | Насыпная плотность, кг/м^3 | | Средняя плотность, кг/м^3 |
| До дробления | После дробления |
| Рядовая | 163-175 | 600-700 | - |
| Трубчатая | 800-825 | 900-950 | 1730 |
| Плотная масса | - | - | 1300-1590 |
| Очищенная плотная масса | - | - | 1900-2400 |
| Свежая с соединительной тканью | - | - | 1400-1750 |
| Обезжиренная сухая | - | - | 1700-1900 |

Таблица 12

Плотность и укладочная масса кости

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Кости | Средняя плотность, кг/м^3 | Укладочная плотность, кг/м^3 |
| Кости скелета | 1260 | 412 |
| Шейные и спинные позвонки | 1200 | 486 |
| Тазовая кость | 1275 | 333 |
| Кости конечностей  задних  передних | 1270  1340 | 558  423 |
| Кости позвонка с отростками ребер | 1220 | 336 |

**Фрикционные характеристики.**

В н е ш н е е т р е н и е м я с а .Исследования проводили на трибо-

метре с тележкой, движение которой сообщалось от электродвигателя. образец продукта высотой 0,005 м^2, рамку устанавливали на исследуемую поверхность, в течение 60 с создавали предварительный контакт, затем включали осциллограф и электродвигатель. тележка имела четыре скорости смещения: 0,00547; 0,0171; 0,0342; 0,0513 м/с.

В динамическом режиме истинные коэффициенты трения зависят от скорости смещения, материала пластин, но не зависят от давления контакта; при этом липкость остается практически постоянной, что обусловлено весьма

малым временем контакта продукта с поверхностью. Для начала движения процесс усложняется. при различных давлениях контакта липкость должна была бы быть различной, но нередко через экспериментальные точки можно в пределах ошибки эксперимента провести одну линию, т.е. для различных давлений контакта липкость остается постоянной(22).

**Технологическая схема**

Приемка

Убой и обескровливание

Тепловая обработка

Снятие оперения

Туалет тушек

Полупотрошение Полное потрошение

Формовка

Охлаждение

Маркировка

Упаковка

Транспортировка

Хранение

П р и е м к а .

1) Мясо птицы принимают партиями.Под партией понимают любое количес-

тво мяса птицы одного вида и категории, одной даты убоя, выработанное на одном предприятии, оформленное одним документом о качестве и ветери-

нарным свидетельством.

2) Для проверки соответствия качества мяса птицы требованиям настоящего стандарта из разных мест партии производят выборку 5% ящиков.

3) При получении неудовлетворительных результатов приемки проверке подлежит каждая тушка партии.

4) Контроль содержания токсичных элементов, афлатоксина В1, антибиоти-

ков, гормональных препаратов, нитрозаминов и пестицидов осуществляется в соответствии с установленным порядком.

До начала обработки производят ветеринарно-санитарный осмотр пти-

цы. Убой и переработку больных и подозрительных на заболевание птиц производят отдельно от здоровых с полным потрошением. Подготовленную к убою птицу взвешивают и направляют в убойный цех.

У б о й и о б е с к р о в л и в а н и е .

Убой птицы производят, в основном, электроглушением вручную или в ав-

томатических аппаратах. Продолжительность оглушения 15-30 с. Электро-

глушение вручную производят при помощи двух металлических колец, ко-

торые надевают на большой и указательный пальцы. С внутренней стороны кольца изолированы. Контакты прижимают к голове птицы над глазными ве-

ками. Обескровливание производят внутренним или наружным способами. После вскрытия сосудов кровь собирается в желобе, расположенном под подвесным конвейером. Продолжительность стекания крови 2-3 мин. Выход крови 4-4,5% к живой массе птицы.

Обескровливание должно быть наиболее полным для предохранения мяса птицы от быстрой порчи. Плохо обескровленные тушки имеют на по-

верхности красные пятна, особенно заметные на крыльях и крестце. Товарный вид тушек плохой, ухудшается вкус, мясо становится более влажным и приобретает терпкий специфический привкус.

Т е п л о в а я о б р а б о т к а

Обработку тушек сухопутной птицы производятся водой в ванне при температуре 52-54 С в течение 35-45 с. Обработку производят в один или два приема.

С н я т и е о п е р е н и я с т у ш е к .

Для снятия оперения необходимо преодолеть силу удерживания опере-

ния, которая зависит от размеров пера и глубины залегания пера в первой сумке кожи. Сила удерживания оперения довольно значительна у водоплава-

ющей птицы.

Оперение птицы разделяют на три группы: крупное перо (хвостовое, маховое первого и второго порядка), среднее (покровное перо тела птицы и мелкое перо крыльев) и мелкое (нитевидное перо или волос). Сила удержива-

ния пера у этих групп различна. Крупное перо удаляется вручную или с по-

мощью машин. В машинах для удаления крупного пера применяют способ двустороннего зажима пера двумя рабочими резинками, рифлеными валика-

ми, вращающимися в подшипниках навстречу один другому.

Среднее перо снимают в машинах при помощи одностороннего или двустороннего контакта рабочего органа машины с пером. Чтобы не было повреждения поверхности тушки движущимся рабочим органом, перед уда-

лением покровного пера тушку необходимо обрабатывать горячей водой или паро-воздушной смесью для ослабления удерживания пера. Остаток опе-

рения после машинной обработки удаляют вручную.

Тушки птицы должны быть хорошо обескровлены, чистые, без остат-

ков пера, пуха, пеньков и волосовидных перьев, воска.

Допускается: у тушек первой категории – единичные пеньки и легкие ссадины, не более двух разрывов кожи длиной до 1 см каждый, незначительное слущивание эпидермиса кожи.

На тушек второй категории – незначительное количество пеньков и ссадин, не более трех разрывов кожи длиной до 2 см каждый, слущивание эпидермиса кожи, не резко ухудшающее товарный вид тушки.

|  |  |
| --- | --- |
| Первая категория  Мышцы тушки хорошо развиты. Фор-  ма груди округлая. Отложения под-  кожного жира на груди, животе и в виде сплошной полосы на спине. Киль грудной кости не выделяется. | Вторая категория  Мышцы тушки развиты удовлетвори-  тельно, форма груди угловатая. Небольшие отложения подкожного жира на спине и животе. Допускается отсутствие жировых отложений вполне удовлетворительно развитых мышцах. Киль грудной кости выделя-  ется. |

Т у а л е т т у ш е к .

При туалете выдавливают содержимое желудочно-кишечного тракта из клоаки, очищают ротовую полость от сгустков крови и тампонируют горло бумагой. Тушки сухопутной птицы опаливают в опалочной печи в течение 5-6 с. После опалки тушки подаются конвейером в душевую камеру для охлаж-

дения. При этом с тушек смываются остатки оперения.

П о л у п о т р о ш е н и е.

Удаляют только кишечник и клоаку, не разрывая кишечника. Ножом делают кольцевой разрез вокруг клоаки и продольный разрез брюшной полости по направлению к килю грудной кости. Осторожно извлекают кишечник вместе с клоакой.

П о л н о е п о т р о ш е н и е .

При полном потрошении из тушек извлекают внутренние органы. Производят следующие операции:

* Отделение и обработку сердца и печени
* Удаление жира с кишечника
* Отделение железистого желудка и кишечника
* Съем жира с желудка
* Обработка желудка: разрезание, освобождение от содержимого, промывку и удаление кутикулы
* Отделение головы
* Удаление зоба, трахеи и пищевода
* Отделение кожи от шеи
* Отделение легких, почек и половых органов
* Охлаждение пищевых субпродуктов
* Инспекция тушек
* Обмывание тушек
* Охлаждение тушек

Ф о р м о в к а.

Ножки сгибают в заплюсневых суставах и прижимают к груди, крылья складывают и прижимают к бокам. Тушки формуют тремя способами: «в кармашек», шпагатом в одну нитку и шпагатом в две нитки.

При формовке «в кармашек» на брюшке тушки надрезают кожу и в эти разрезы вправляют ножки, крылышки подвертывают за спинку. При формовании шпагатом в одну нитку или две тушку кладут на спинку, иглу с ниткой пропускают через мягкие части ножек и через тушку над филейной частью грудки, затем поворачивают тушку на бок, пропускают иглу через крыло, через кожу шейки и второе крыло, концы ниток стягивают и завязы-

вают (18).

О х л а ж д е н и е .

Методы применения криогенных жидкостей могут быть различными: с использованием погружения (иммерсионный), орошения, продувания газа и комбинированного охлаждения.

Погружной метод отличается наиболее высокой скоростью охлажде-

ния. Применение этого метода ограничивается в основном из-за больших потерь, связанных с повышенным расходом криогента, а также трудностей в регулировании температуры продуктов.

В современных условиях охлаждение тушек птицы осуществляется в камерах при 0…-1 С и =95%, а в камерах туннельного типа при температуре -0,5…-4 С. Продолжительность охлаждения в камерах туннельного типа сос-

тавляет 6-8 ч., а при поштучном охлаждении тушек на полках этажерочных тележек – 2-3 ч.

При охлаждении птицы происходит усушка мяса(табл. 14).

Таблица 14

Нормы усушки при интенсифицированном охлаждении (в % к массе остывшего мяса).

|  |  |
| --- | --- |
| Режим холодильной обработки | Индейки |
| При охлаждении остывшего мяса птицы до +4 С | 0,5 |

Охлаждение можно производить парами жидкого азота или в холодном рассоле с добавлением в него жидкого азота.

Технология двухстадийного охлаждения птицы сначала орошением, а затем погружением включает:

-предварительный обмыв и охлаждение тушек водопроводной водой в тече-

ние 10-15 минут, что уменьшает микробную обсемененность на 70% по срав-

нению с исходной;

-погружение тушек в рассол с жидким азотом.

Метод орошения предусматривает использование паров азота для предварительного охлаждения продукта, что позволяет устранить опасность резкой усадки, а следовательно, растрескивания поверхности продукта. Поверхность продукта постепенно сокращается и таким образом подготавли-

вается к последующему соприкосновению с каплями жидкого азота.

У п а к о в к а , м а р к и р о в к а , т р а н с п о р т и р о в к а .

Тушки всех видов птицы выпускают индивидуально упакованными в пакеты из полимерной пленки, разрешенной Минздравом РФ для контакта с пищевыми продуктами, или без упаковки.

Полупотрошеные тушки упаковывают в пакет из полимерной пленки вместе с предварительно отделенными ногами.

Маркировку тушек птицы, кроме индивидуально упакованных в пакеты из полимерной пленки, производят электроклеймом или наклеиванием этике-

ток. Электроклеймо, для первой категории цифру 1, для второй категории цифру 2, наносят на наружную поверхность голени: у тушек индеек на обе ноги. Изображение клейма должно быть четким.

Бумажную этикетку розового цвета для первой категории и зеленого для второй категории наклеивают на ногу полупотрошеной тушки ниже заплюс-

невого сустава, а потрошеной – выше заплюсневого сустава.

На этикетке должно быть указано слово «Ветосмотр» и номер предприятия.

На пакете с тушкой, запечатанном липкой лентой или металлической скрепкой, или ярлыке, вложенном в пакет, должны быть указаны:

* наименование предприятия-изготовителя, его подчиненность и товарный знак;
* вид птицы, категория и способ обработки тушек птицы;
* пищевая и энергетическая ценность;
* слово «Ветосмотр»;
* цена 1 кг;
* обозначение настоящего стандарта.

Транспортную тару маркируют по ГОСТ 14192-71. Маркировку наносят не-

пахнущей краской или наклеивают бумажный ярлык(11).

Х р а н е н и е .

Охлажденное мясо птицы хранят в холодильных камерах при темпера-

туре 0…-2 С и относительной влажности 80-85%. Срок хранения неупакован-

ных тушек составляет 5 суток, упакованных в полиэтиленовые пакеты – 5-6 суток (17).

**Физико-химические и химические изменения мяса птицы**

**при охлаждении**

Охлаждение пищевых продуктов преследует одну общую цель – понижение их температуры до заданной конечной, вследствие чего задержи-

ваются биохимические процессы и развитие микроорганизмов. Конечная температура и скорость охлаждения играют немаловажную роль в успешном достижении указанной цели.

При большом разнообразии способов охлаждения все они могут быть подразделены на три группы по физическому принципу отвода тепла: тепло-

проводностью, конвекцией и радиацией; вследствие фазового превращения; охлаждение в результате конвекции и фазового превращения воды.

Мясо птицы нежнее говядины, содержит больше белка, меньше глико-

гена – сразу после убоя реакция мяса слабощелочная. Последующий распад гликогена, накопление молочной и фосфорной кислот во время созревания способствует изменению реакции среды до кислой. В дальнейшем, при рас-

пада белка, реакция приближается к нейтральной. Для свежего мяса птицы характерна слабощелочная реакция. При охлаждении скорость распада резко замедляется (19).

С о р б ц и о н н а я с п о с о б н о с т ь. Одной из характерных особен-

ностей мышечной ткани является ее способность реагировать на самые не-

значительные воздействия. При действии на живую ткань различных хими-

ческих раздражителей наблюдается неспецифический комплекс изменений,

который выражает единую реакцию протоплазмы, проявляющуюся в резуль-

тате воздействия на клетки раздражающего агента. К неспецифическим из-

менениям относятся степени дисперсности коллоидов протоплазмы и ядра, увеличение вязкости и сдвиг протоплазмы в кислую сторону, освобождение и выход из поврежденных клеток различных веществ, одновременное прони-

кновение в клетку Na и Cl .

Были получены данные при изучении сорбционной способности мы-

шечной ткани птицы. Уменьшение сорбционной способности ткани при тем-

пературе хранения -2 С наблюдалось на 10-12-е сутки. По времени и характе-

ру изменения свойств мышечной ткани наблюдаемое в этот период пониже-

ние сорбционной способности совпадает с наступлением окоченения, кото-

рое характеризуется напряженным состоянием мышечной ткани.

В процессах охлаждения мяса до криоскопической температуры и хра-

нения при ней замедляются биохимические процессы. Уменьшение сорбционной способности, отмечаемое на 10-12-е сутки, и соответствующее состоянию окоченения сменяются к 12-14-м суткам ее увеличением, которое продолжается на протяжении всего дальнейшего хранения.

К о л и ч е с т в о м и т о х о н д р и й. Большой чувствительностью к различного рода повреждающим факторам характеризуются органеллы клет-

ки. Наиболее чувствительны к альтерирующим воздействиям митохондрии, основной функцией которых является превращение энергии окисления в энергию резервных макроэргических веществ.

Количество митохондрий в клетках определяется степенью потребле-

ния ими энергии. В мышечных волокнах митохондрии распределены нерав-

номерно: значительное количество их сконцентрировано вблизи А-дисков, так как именно в этой зоне потребляется большое количество энергии.

Около 25% белков, содержащихся в митохондриях, составляют фер-

менты дыхательной цепи и окислительного фосфорилирования. Эти фермен-

ты находятся во внутренних мембранах и поэтому чувствительны к повреж-

дающим факторам. Степень повреждения митохондрий в мышечной ткани в результате того или иного способа обработки обычно оценивают по измене-

нию активности фермента сукцинатдегидрогеназы, прочно связанного с внутренними мембранами митохондрий. Сукцинатдегидрогеназы относятся к ферро-флавопротеидам и входят в состав сукцинатоксидазной системы, явля-

ющейся основной ферментативной системой цикла Кребса.

Понижение температуры хранения способствует сохранению активнос-

ти сукцинатдегидрогеназы биологических объектов.

Наибольшая активность сукцинатдегидрогеназы характерна для парного мяса, что вполне естественно, учитывая ее участие в дыхательном процессе. При хранении охлажденного мяса вследствие развития автолиза происходит снижение активности фермента, причем наблюдается почти линейная зависимость ее изменения во времени.

При ферментации мяса перед ходильной обработкой активность сукци-

натдегидрогеназы в охлажденном мясе несколько снижается. Причина этого кроется в развитии посмертных процессов во время ферментации.

А к т и в н а я к и с л о т н о с т ь. После прекращения жизни птицы наблюдается сдвиг активной реакции внутритканевой жидкости в кислую сторону. При снижении рН активируются многие ферментативные системы, в мышечной ткани развивается посмертное окоченение, протеолиз, процессы, изменяющие вкус, консистенцию и запах продукта. Температура при которой находится мясо, оказывает вполне определенное влияние на изменение рН.

При понижении температуры значительно уменьшается скорость снижения рН (8, 21)

Основной причиной снижения рН в послеубойный период является анаэробный гликолиз. В мышечной ткани, как известно, содержится гликоген, представляющий собой запасной полисахарид, энергия расщепле-

ния которого используется при сократительной активности мышц.

В процессе автолиза в кислой среде из лизосом мышц в саркоплазму переходят различные гидролазы, в том числе амилазы и олигоглюкозидазы. Под их влиянием часть гликогена начинает расщепляться амилолитическим

путем. при накоплении в мышечной ткани редуцирующих углеводов снижается скорость подкисления и конечная величина рН оказывается нес-

колько выше.

Амилолиз гликогена почти отсутствует в начале хранения и развива-

ется позднее, когда в мышечной ткани уже накапливается определенное количество молочной кислоты и рН смещается в кислую сторону.

Гликолитические ферменты физически не зависят друг от друга, что объясняет их устойчивость к действию повреждающих факторов. Поэтому в экстремальных условиях процесс гликолиза, как правило, сохраняется. Так, активность ферментов гликолиза хорошо сохраняется при низких температу-

рах (15). В то же время направленность гликолиза и энергетический выход могут значительно измениться вследствие различной реакции отдельных ферментов на повреждающее воздействие.

Гидролиз липидов, приводящий к накоплению свободных жирных кислот, также может способствовать уменьшению рН внутритканевой жид-

кости. Липолитические ферменты не только не снижают активности при понижении температуры, но и повышают ее.

А т ф и а т ф – а з н а я а к т и в н о с т ь . реакции, участвующие в сократительной деятельности мышечной ткани, происходят за счет энергии, аккумулированной в аденозинтрифосфорной кислоте и освобождающейся при ее гидролитическом расщеплении.

АТФ относится к ряду фосфорнокислых эфиров, которые обладают потенциальной химической энергией, заключенной в фосфатных связях. При дефосфорилировании АТФ происходит отщепление от ее молекулы концевой фосфатной группировки и образование АДФ. При протекании этой реакции выделяется энергия.

После прекращения жизни птицы одновременно с гликолизом начинается интенсивный гидролиз креатинфосфата, являющегося одним из источников АТФ. Поэтому в первые минуты содержании АТФ в мышечной ткани еще достаточно велико и белки актомиозинового комплекса находятся в диссоциированном состоянии.

По мере расщепления креатинфосфата происходит все ускоряющееся дефосфорилирование АТФ. После того, как гидролизуется большая часть креатинфосфата, начинается интенсивный распад АТФ, который превалирует над ресинтезом.

Установлено (19), что имеется определенная связь между рН, содержа-

нием АТФ и временем прохождения посмертного окоченения в мышечной ткани. Чем выше конечное значение рН, тем меньше содержание АТФ и, следовательно, тем позднее развивается посмертное окоченение.

Более медленное расщепление креатинфосфата при пониженных тем-

пературах также способствует замедлению распада АТФ. Реакции дефосфо-

рилирования креатинфосфата и АТФ строго синхронизированы. Так, в ин-

тервале температур 17-37 С они имеют одинаковую величину температурно-

го коэффициента, равную 1,55. Можно полагать, что эта синхронность сохраняется при более низких температурах. При пониженных температурах более длительны процессы аэробного окисления липидов и их составляю-

щих, в частности жирных кислот, что также замедляет расщепление нуклео-

тидов.

В совокупности эти явления приводят к тому, что в условиях темпе-

ратур, близких к криоскопическим, уменьшается скорость расщепления АТФ.

Реакция дефосфорилирования АТФ происходит при участии АТФ-азы миозина и всегда сопровождается повышением активности АТФ-азы в ох-

лажденной мышечной ткани. Эти процессы строго синхронизированы с уменьшением рН до конечной величины при развитии посмертного окочене-

ния.

Степень расслабления мышечной ткани после разрешения посмертного окоченения определяется конечным содержанием АТФ. В сократительной деятельности мышц одна из функций АТФ заключается в пластифицирую-

щем действии на мышечные волокна.

К о л и ч е с т в о м а к р о- и м и к р о э л е м е н т о в . В биохимичес-

ких изменениях мышечной ткани существенную роль играют минеральные вещества. В настоящее время стало очевидным, что без участия того или ино-

го элемента не осуществляются ни один сколько-нибудь важный процесс, ни одна физиологическая функция. Ионы металлов являются неотъемлемым компонентом всех биологических систем.

Основным условием сокращения мышцы является взаимозамена натрия и калия, кальция и магния в некоторых соединениях, входящих в состав тканей. Минеральный баланс мышц не является постоянным и может харак-

теризовать изменения в мышечной ткани.

В основе процессов, происходящих в мышечном волокне, лежит общее для всех клеток явление – наличие разности потенциалов между внутренним содержимым клетки и окружающей ее внешней средой. Эта разность потен-

циалов обусловлена высокой концентрацией ионов калия внутри клетки и ионов натрия снаружи.

В периоды развития автолитических процессов наблюдаются направ-

ленные изменения содержания натрия и калия в мышечной ткани. Переход мышечной ткани из состояния pre rigor в окоченевшее сопровождается уменьшением содержания калия в мышцах примерно в 2 раза. В состоянии посмертного окоченения наблюдается дальнейший выход ионов калия из мышцы, что говорит об ослаблении их связи с белками. Разрешение посмер-

тного окоченения сопровождается переходом ионов калия в связанное состояние. В то же время изменение содержания ионов натрия в мышечной ткани при посмертном окоченении носит противоположный характер.

При хранении охлажденной птицы происходит вполне определенные изменения ионов калия в мышечной ткани, соответствующие отдельным ста-

диям автолиза. В состоянии посмертного окоченения при экстрагировании водой в течение 1 ч из мышцы выделяется около 40% ионов калия, что подтверждает ослабление их связи с белками. В состоянии расслабления наблюдается переход ионов калия в связанное состояние.

Перемещение ионов одновалентных металлов в охлажденной мышеч-

ной ткани взаимосвязано с конформационными изменениями миофибрил-

лярных белков.

С о с т а в и с в о й с т в а б е л к о в . В биохимии мышечной ткани центральное место принадлежит белковой системе. Конформационные прев-

ращения миофибриллярных белков, четко ориентированные в пространстве и синхронизированные во времени, обусловливают посмертные изменения мышечной ткани. Частичный протеолиз белков при естественной фермента-

ции мяса является основным фактором, определяющим биологическую ценность и вкусовые достоинства продукта. От характера и степени измене-

ния как миофибриллярных, так и саркоплазматических белков во многом зависит обратимость процессов, происходящих в мышечной ткани под влиянием холода.

Структурные изменения белков на стадиях посмертного окоченения и его разрешения заключаются в основном в конформации актомиозинового комплекса. При длительном хранении птицы повышаются электростатичес-

кий заряд белковых молекул и их подвижность, свидетельствующие о появ-

лении низкомолекулярных фракций.

В процессе хранения мяса наблюдается изменения состава миофибрил-

лярных белков: уменьшается количество миозина в экстракте при =0,6 и одновременно увеличивается общее содержание миозиновых фракций в экс-

тракте при =1,2. Причиной этого, по всей вероятности, является агрегиро-

вание молекул миозина при понижении рН. При хранении в течение длитель-

ного времени возрастает содержание фракции актина в экстракте при =1,2, что происходит по-видимому, в результате катептического протеолиза бел-

ков. Кроме того, при хранении мяса повышается экстрагируемость при малой

ионной силе минорных белков, в частности М-протеина.

Об изменениях свойств белков в автолизирующей мышечной ткани часто судят по показателю растворимости, под которым подразумевают сте-

пень их экстрагирования буферными растворами определенной ионной силы. По растворимости саркоплазматических белков можно иметь представление о процессах их агрегации с миофибриллярными белками, протеолизе и дена-

турации; по растворимости миофибриллярных белков – о прохождении мышечной тканью отдельных стадий автолиз, целостности миофибрилляр-

ной структуры, а также о протеолизе и денатурации.

Непосредственно после прекращения жизни миозин и актин простран-

ственно разделены и существуют в виде двух самостоятельных белков, поэ-

тому растворимость актомиозиновой фракции парного мяса сразу после убоя велика.

При развитии посмертного окоченения под влиянием энергии гидроли-

тического расщепления АТФ происходят конформационные изменения миозина и актина, в результате чего образуется актомиозин, имеющий значи-

тельно большую молекулярную массу, нежели составляющие его структур-

ные субъединицы. В результате образования актомиозина уменьшается его растворимость, минимальное значение которой по времени совпадает с наи-

большей величиной развиваемого напряжения при посмертном окоченении. При разрешении последнего растворимость актомиозина возрастает, что объясняется разъединением комплекса с образованием пространственно не связанных миозина и актина. Таким образом, фазовый характер изменения растворимости актомиозина определяется периодичностью конформацион-

ных превращений белков, а степень экстрагируемости актомиозионовой фракции позволяет с достаточной точностью судить о времени и степени прохождения посмертных процессов в мышечной ткани.

Отмечаемое при хранении уменьшение растворимости миофибрилляр-

ных белков, несомненно, обусловлено их соединением с образованием акто-

миозинового комплекса и подтверждает наступление стадии посмертного окоченения мышечной ткани. Снижение в этот период рН до конечного значения, расщепление гликогена и АТФ, а также возрастание свободных ионов кальция в межфибриллярном пространстве свидетельствуют о наличии в мышечной ткани условий, необходимых для развития посмертного окоче-

нения. Этот период характеризуется возрастанием упругости и снижением влагоудерживающей способности мяса, снижение рН обуславливает, кроме того, изоэлектрическое осаждение миозина.

Через некоторое время растворимость актомиозина увеличивается, что указывает на диссоциацию белков, наступающую при разрешении посмер-

тного окоченения и переходе мышечной ткани в расслабленное состояние. рН вновь возрастает, а содержание свободных ионов кальция в миофибрил-

лах уменьшается.

Растворимость саркоплазматических белков в первоначальный период хранения снижается. В охлажденном мясе это снижение происходит в тече-

ние 1-2 сут хранения и составляет 20%.

Изменения небелковых компонентов мышечной ткани коррелирует с изменениями саркоплазматических и миофибриллярных белков при хране-

нии. На поздних стадиях автолиза их растворимость возрастает и превышает растворимость в парном мясе.

К а т е п т и ч е с к и й п р о т е о л и з б е л к о в. Протеолитическое разложение белков происходит главным образом под влиянием ферментов, выделяющихся из лизосом при повышении кислотности внутри тканевой жидкости. При снижении рН в результате развития анаэробного гликолиза в охлажденной мышечной ткани создаются условия для повышения проница-

емости лизосомальных мембран и выхода гидролитических ферментов в межфибриллярное пространство.

Одним из наиболее изученных ферментов лизосом является кислая фосфатаза. Кислая фосфатаза легко освобождается из лизосом и при автолизе мышечной ткани.. В индейке при 2 С ее активность увеличивается уже через несколько часов, достигая максимальной величины через 24 часа, после чего происходит постепенная инактивация фермента. Наибольшая активность кислой фосфатазы отмечена в парном мясе; по мере хранения охлажденного мяса активность уменьшается.

Ф е р м е н т а т и в н а я а т а к у е м о с т ь б е л к о в . Биологическая ценность белков зависит от многих факторов, наиболее важным из которых является баланс незаменимых аминокислот и перевариваемость, или атакуемость белков протеолитическими ферментами.

Глобулярные белки в нативном состоянии плохо гидролизуются ферментами желудочно-кишечного тракта из-за недоступности многих пептидных связей, необходимых для реакции с активным центром фермента (23). Следовательно, структура белков имеет большое значение для их гидролизуемости протеиназами. В некоторых случаях изменения белка при денатурации приводит к уменьшению ферментативной атакуемости.

Полагают, что трипсин гидролизует пептидные, амидные и эфирные связи, в образовании которых участвуют карбоксильные группы аргинина и лизина. Химотрипсин характеризуется более широкой субстратной специфи-

чностью. Он гидролизует пептидные связи, в образовании которых участвуют карбоксильные группы метионина, фенилаланина, тирозина и триптофана.

Изучена атакуемость трипсином саркоплазматических и миофибрил-

лярных белков грудной мышцы индейки, хранившейся при 2 и -2 С. Воздей-

ствию трипсина в меньшей степени подвергаются саркоплазматические белки, в большей – миофибриллярные. При хранении птицы ферментативная атакуемость белков возрастает. По достижении наибольшего значения в охлажденной мышечной ткани на 5-е сутки хранения ферментативная атаку-

емость белков снижается.

Возможными причинами повышения устойчивости белков к воздей-ствию пищеварительных ферментов в период посмертного окоченения могут быть возникновение специфических связей, не разрушаемых этими фермен-

тами, и уменьшение доступности пептидных связей вследствие агрегирова-

ния белковых молекул. Нарастание ферментативной атакуемости белков при разрешении окоченения и созревании мяса можно объяснить их изменением в результате увеличения рН и ослабления связи между актином и миозином.

Снижение ферментативной атакуемости белков при длительном хране-

нии мышечной ткани является очевидно, следствием воздействия нескольких факторов. Так, уменьшение переваримости саркоплазматических белков мо-

жет происходить из-за ингибирующего действия на этот процесс продуктов протеолиза белков.

Переваримость белков тесно связана с их усвояемостью. Степень усво-

яемости белков in vitro устанавливается путем проведения их гидролитичес-

кого расщепления до и после протеолиза ферментами желудочно-кишечного тракта. Усвояемость аминокислот, так же как и переваримость белков, снижается в момент посмертного окоченения. Она зависит от температуры хранения; пониженные температуры замедляют снижение усвояемости ами-

нокислот. Так, наименьшая степень усвояемости аминокислот при хранении охлажденного мяса при -2 С отмечается на 5-сутки хранения и составляет 70,1% (в парном мясе – 88,7%).

Одной из причин снижения усвояемости аминокислот при посмертном окоченении является уменьшение растворимости белков.

К о м п о н е н т ы , о б у с л а в л и в а ю щ и е в к у с и а р о м а т.

К веществам, которые участвуют в образовании вкуса и запаха мяса, отно-

сятся низкомолекулярные пептиды, углеводы, нуклеотиды (инозиновая и гуа-

ниловая кислоты), азотистые экстрактивные вещества (креатин, гипоксан-

тин), жирные кислоты и другие, в том числе свободные аминокислоты (10,12)

При хранении охлажденного мяса птицы начиная с 10-12 сут в результате развития процессов протеолиза и амилолиза в мышечной ткани наблюдается увеличение содержания свободных аминокислот, причем накап-

ливаются именно те аминокислоты, которые участвуют в образовании вкуса и запаха.

Ароматические вещества, и в частности карбонильные соединения, накапливаются в ходе автолиза мяса при субкриоскопических температурах хранения.

Из летучих веществ были выделены следующие карбонильные соеди-

нения: ацетон, изомасляный, кротоновый, валериановый альдегиды, диаце-

тил, метилэтилкетон.

В процессе хранения охлажденного мяса содержание изомасляного, кротонового и валерианового альдегидов, метилэтилкетона, диацетила, изо-

бутанола увеличивается, а содержание метилдисульфида и метил бутанола, представляющих собой высококипящие соединения, уменьшается.

Наибольшее суммарное содержание выделенных из охлажденного мяса летучих соединений наблюдается на 6-7-е сутки.

При дальнейшем хранении, с одной стороны, продолжается накопление таких соединений, как диацетил, метилэтилкетон, имеющих низкий порог чувствительности, а с другой – уменьшается содержание высококипящих соединений.

Наблюдаемое некоторое уменьшение содержания изомасляного и кро-

тонового альдегидов на 1-2-е сутки хранения у охлажденного , объясняется уменьшением в мышечной ткани содержания свободных аминокислот, явля-

ющихся продуцентами этих соединений.

В процессе автолиза мышечной ткани при субкриоскопических темпе-

ратурах происходит интенсивное накопление как вкусовых, так и аромати-

ческих веществ.

К о м п о н е н т ы , о б у с л а в л и в а ю щ и е ц в е т. Одной из важ-

ных качественных характеристик мяса животных является цвет, зависящий от наличия в мышечной ткани миоглобина и его производных. Для миогло-

бина характерна способность обратимо связывать кислород с образованием оксимиоглобина. В процессе оксигенации гемм не окисляется и железо оста-

ется двухвалентным. Легко присоединяя и отдавая кислород, миоглобин снабжает им различные органы и ткани. При сокращении мышц, когда вслед-

ствие сильного сжатия мышечных волокон они хуже омываются кровью, миоглобин играет роль кислородного депо.

По мере развития посмертных процессов, снижения рН, потери актив-

ности цитохромовых ферментов, уменьшения степени набухаемости и про-

никновения вследствие этого вглубь мышечной ткани развивается процесс оксигенации. Цвет мяса приобретает более чистую окраску. Одновременно в условиях избытка кислорода оксимиоглобин окисляется и в мышечной ткани накапливается метмиоглобин, что является причиной последующего потем-

нения мяса. В сравнении с температурой 2 С при понижении температуры до -2 С наблюдается большая стабильность цвета. При пониженных температу-

рах увеличивается растворимость газов в межклеточном соке, возрастает глубина проникновения кислорода, что способствует развитию процесса ок-

сигенации, вместе с тем замедляется скорость окисления миоглобина и сох-

раняется активность цитохромовых ферментов. В этих условиях в мышечной ткани преобладает оксимиоглобин и мясо в течение длительного времени сохраняет ярко-красную окраску и чистоту цвета.

В л а г о у д е р ж и в а ю щ а я с п о с о б н о с т ь м ы ш е ч н о й

т к а н и. Вода является одним из важнейших составных частей пищевых про-

дуктов. Степень взаимодействия воды с химическими компонентами и влия-

ния на консистенцию продукта определяется как ее количеством, так и тер-

модинамическим состоянием. От характера и степени ее взаимодействия с другими компонентами зависит стойкость продуктов при холодильном хра-

нении. Чем больше воды и прочнее ее связь с мышечной тканью птиц, тем выще вкусовые качества мяса.

При посмертном автолизе изменение влагоудерживающей способности мяса носит фазовый характер: в периоды прижизненного и постмортального расслабления мышечная ткань обладает достаточно высокой влагоудержива-

ющей способностью, в то время как происходящие при посмертном окочене-

нии изменения свойств белков и структуры ткани неизбежно сопровождают-

ся снижением их лиофильных свойств.

Повышенное отделение влаги происходит на 5-7-е сутки хранения при -2 С в зависимости от вида индивидуальных особенностей биологического объекта. К этому времени в мышечной ткани практически завершается разложение АТФ, возрастает содержание свободного кальция в миофибрил-

лах, а рН достигает наименьшей величины, то есть создаются условия, необ-

ходимые для конформационного изменения сократительных белков. При соединении актина и миозина их лиофильные группы оказываются малодос-

тупными для молекул воды, которые при этом переходят в свободное состо-

яние и легко отделяются от актомиозинового комплекса при механическом воздействии на мышечную ткань. Кроме того, образование крупных макро-

молекул актомиозина, обладающего пониженной гидратацией, свидетель-

ствует о переходе всей коллоидной системы из золе- в гелеобразное состоя-

ние с последующим синерезисом, который заключается в сжатии с самопро-

извольным отделением влаги.

К о л и ч е с т в о л и п и д о в . В процессе хранения птицы при 0 С наблюдается фазовое изменение общего содержания кислот (увеличение на 3, 5 и 8-е, уменьшение – на 4, 6 и 7-е сутки). При длительном хранении пти-

цы наблюдается значительное накопление свободных жирных кислот. В охлажденной птице при температуре хранения -2 С до 34 сут почти не происходит гидролитического распада глицеридов. Содержание свободных жирных кислот увеличивается за этот период от 112,00 до 201,22 мг на 100 г жира в основном из-за накопления пальмитиновой, стеариновой, олеиновой и линолевой кислот. В период от 20 до 34 сут хранения наблюдается стабили-

зация изменения жирных кислот, после чего отмечается более интенсивное их накопление. Таким образом, при температуре хранения -2 С сокращается скорость прохождения гидролитического процесса.

Накопление свободных жирных кислот в липидах коррелирует с умень-

шением растворимости белков мышечной ткани. Это служит косвенным до-

казательством того, что в белках в значительной степени снижается раство-

римость вследствие их взаимодействия со свободными жирными кислотами.

Об этом свидетельствует и увеличение степени денатурации белков мышеч-

ной ткани при холодильном хранении по мере возрастания содержания сво-

бодных жирных кислот.

Свободные жирные кислоты, вызывающие денатурационные измене-

ния белков, приводят к нежелательным изменениям консистенции мышечной ткани и ускоряют окислительные процессы в тканевом жире.

Содержание перекисных соединений в жирах птицы обычно невелико. Небольшую величину перекисных чисел пищевых жиров можно объяснить тем, что перекисные вещества частично превращаются в другие соединения, не содержащие перекисного кислорода.

При окислительных процессах в жирах птицы, как правило, отмечается появление перекисных веществ, наличие которых обнаруживается задолго до появления неприятных вкуса и запаха.

В жире птицы, хранившейся при 0 С, перекисное число постепенно увеличивается (3). В процессе хранения птицы при -2 С происходит более медленное накопление перекисных веществ. Вследствие разрушения перекисных соединений в жире увеличивается содержание альдегидов и кетонов. Причем этот процесс происходит гораздо интенсивнее при 0 С (4).

**Микробиологические изменения**

В охлажденном мясе протекают процессы созревания. Понижая температуру, замедляют ферментативную активность, рост и размножение микроорганизмов. При этом большую роль играет фактор Q10, равный 2-4, т.е. с понижением температуры на 10 К скорость протекания ферментатив-

ных процессов уменьшается на Ѕ или до ј.

Влияние низких температур при охлаждении мяса на микроорганизмы некоторых групп не одинаково. На термофильных и мезофильных микроор-

ганизмах, температурный оптимум которых соответственно 50-60 С и 20-

25 С, неблагоприятное влияние низких температур отражается сильнее, тогда как психрофильные бактерии (температурный оптимум 10-20 С) более прис-

пособлены. Часть мезофильных микроорганизмов погибает, большая часть замедляет процессы своего развития, частично даже приостанавливает их и остается в мясе в состоянии анабиоза. К этой группе микроорганизмов относятся многие виды бактерий из семейства Enterobacteriaceae, а также из родов бацилл и клостридий.

Ограничение микробной активности можно продемонстрировать на примере активного внедрения в мясо подвижных микроорганизмов. В табл.13 показано изменение проникающей способности микроорганизмов типа Proteus vulgaris.

Таблица 13

Степень проникновения микроорганизмов в мясо

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Продолжительность, ч | Глубина, см | Количество микроорганизмов на 1 г | | |
| при 24 С и относительной влажности воздуха 70% | при 4 С и относительной влажности воздуха 92% | при – 10 С |
| 12 | 1  3  5  10  15 | 5,2\*10^3  4,3\*10^3  1,8\*10^3  1,1\*10^3  - | 415  220  -  -  - | 180  -  -  -  - |
| 24 | 1  3  5  10  15 | 6,3\*10^3  5,0\*10^3  2,1\*1-^3  1,8\*10^3  880 | 415  220  -  -  - | 180  -  -  -  - |

Снижая температуру до 4 С, активное проникновение этих микроорга-

низмов, скорость которого в неохлажденном мясе 0,8 см/ч, полностью приостанавливают. Большое значение имеет и быстрота охлаждения, важно, чтобы низкие температуры быстро достигали толщи мяса. Проведенные исследования показали, что и другие микроорганизмы при комнатной темпе-

ратуре в течение 24-48 ч способны проникать в мясо на глубину 4-5 см. Наибольшую активность проявляют сальмонеллы, которые могут проникать на глубину до 14 см, так что при разделении частей разрубленного мяса оно сравнительно быстро может быть обсеменено микробами. Таким образом, охлаждением достигается лишь незначительное сокращение количества микроорганизмов.

Психрофильные микроорганизмы при охлаждении мяса продолжают развиваться, хотя ограниченно. Постепенно увеличивается количество микроорганизмов этой группы, тем более что при подавлении мезофильной микрофлоры для них создаются улучшенные условия жизнедеятельности. Ввиду того, что интервал температур расположен несколько выше 0 С и обеспечивает условия развития бактерий, последние благодаря своей способности быстро размножаться подавляют рост дрожжей и плесневых грибов, и только в местах с менее подходящими для этих микроорганизмов условиями ( например места, подверженные более интенсивному высыха-

нию) развиваются дрожжи и плесневые грибы. Поэтому на охлажденной туше или отдельных ее частях можно найти микроорганизмы различных ви-

дов.

Среди психрофильных бактерий большую роль играют микробы семей-

ства Pseudomonadaceae, в особенности микроорганизмы рода Pseudomonas. В сравнении с другими родами бактерий они отличаются высокой интенсив-

ностью размножения. Часто встречающиеся в мясе бактерии Ps. fluorescens и Ps.aeruginoza обладают способностью вырабатывать так называемые бакте-

риоцины, которые ограничивают рост других бактерий или даже убивают их. Наиболее чувствительны к ним Staphylococcus, aureus, Proteus vulgaris и Achromobacter viscosus, а также Bacillus subtilis, Lactobacillus casei и Lb. aci-

dophilus. По этой причине оба вида этих бактерий быстро занимают домини-

рующее положение среди всех психрофильных бактерий.

Исследования показали, что бактерии рода Pseudomonas и родственные им бактерии рода Achromobacter за 14 дней хранения охлажденного мяса сос-

тавили 84% всего содержания микроорганизмов ( в начале хранения 4%). Из всех бактерий, обнаруженных в испортившемся охлажденном мясе, 90% принадлежали к роду Pseudomonas. Образуя протеазы, они расщепляют бе-

лок, хотя и замедленно из-за низких температур. Вследствие этого стойкость при хранении и качество мяса зависит от количества этих бактерий. Другие бактерии психрофильной группы относятся к родам Aeromonas, Streptococ-

cus, Staphylicoccus и Lactobacillus.

Отсюда следует, что мясо убитой птицы, предназначенное для охлаж-

дения, должно иметь низкую начальную обсемененность микроорганизмами, тем самым достигается и низкое содержание психрофильных бактерий. Важ-

но, чтобы в помещениях для хранения охлажденного мяса число этих псих-

рофильных бактерий было небольшим. Такие микроорганизмы называют микрофлорой холодильных помещений. При соприкосновении со столами, стенами, крючьями, стеллажами, весами в ходе обработки мяса интенсивно обсеменяется, причем при последующей разделке психрофильные микроор-

ганизмы, попадая на новые стерильные поверхности мяса, находят лучшие условия развития. Таким образом, мясо дополнительно обсеменяется микробами этой группы. Поэтому необходимы мероприятия, направленные на резкое сокращение таких микроорганизмов.

В отличие от парного мяса в охлажденном мясе быстро размножаются микроорганизмы, что не всегда допустимо. Момент начала размножения микроорганизмов в значительной степени зависит от начальной бактериаль-

ной обсемененности мяса. Если мясо обсеменено небольшим количеством микроорганизмов, этот момент наступает по истечении 3-5 дней или позднее.

При более сильном обсеменении размножение микроорганизмов может начаться уже в первые дни, а иногда и в первые часы.

Решающим условием повышения стойкости при хранении охлажденно-

го мяса является соблюдение максимально ограниченного диапазона температур охлаждения. Из исследований, проведенных на мясе птицы, из-

вестно, что отклонение от заданной температуры на 1 К приводит к значи-

тельной активизации микроорганизмов и тем самым снижению сохраняемости мяса. Поэтому при хранении охлажденного мяса температуру предпочтительно выдерживать около 0 С. Стойкость свежего мяса при хра-

нении в зависимости от температуры приведена ниже.

|  |  |
| --- | --- |
| Температура, С | Продолжительность хранения мяса, дни |
| 0 – (-1)  1  2  4  6 | 13  11  9  5  4 |

Размножение психрофильных бактерий в охлажденном мясе постепен-

но приводит к увеличению числа микроорганизмов, которое значительно превышает их первоначальное содержание и изменяет в мясе органолепти-

ческие показатели. Момент появления этих изменений и их масштабы зави-

сят от целого ряда факторов, среди которых наряду с температурой важную роль играет относительная влажность воздуха. При этом сначала изменяется качество мяса, а затем могут появиться признаки его разложения. размноже-

ние микроорганизмов на поверхности мяса можно обнаружить на ощупь: об-

разуется слизь. На этой стадии на 1 см^2 поверхности обнаруживают (10-30)\*10^7микробов. Количество микробов (20-30)\*10^6 на 1 см^2 считается опасным. При наличии на 1 см^2 10^9 микроорганизмов мяса покрывается толстым слоем слизи. Мясо под ней по запаху и вкусу уже претерпело изме-

нения и в большинстве случаев к использованию непригодно. Продукты разложения мяса с присущими ими запахом и вкусом значительно ограничи-

вают и переработку такого мяса.

Увеличение количества микроорганизмов и их видов, а также измене-

ние органолептических показателей, происходящее в мясе, определяют пре-

делы его хранения.

Стойкость при хранении охлажденного мяса можно увеличить допол-

нительными методами. Важную роль играет хранение мяса в газообразной среде с примесями азота. Азот оказывает эффективное действие на аэробные бактерии, в особенности на бактерии рода Pseudomonas, замедляя или прек-

ращая их рост(9).

**Анализ и моделирование**

В промышленности наиболее распространены те способы охлажде-

ния, которые осуществляются передачей тепла продуктом конвекцией, радиацией и вследствие теплообмена при фазовом превращении. Охлаждаю-

щей средой является воздух, который движется с различной скоростью. Аппаратурное оформление этого способа охлаждения весьма разнообразно. Успешно осуществляется охлаждение в обычных камерах, снабженных устройством для распределения охлажденного воздуха по объему, в котором размещается продукт в различной таре или без тары в подвешенном верти-

кальном положении. Лучший технологический эффект достигается в камерах охлаждения туннельного типа с продольной или поперечной циркуляцией охлаждающей воздушной среды. В последнем случае удается получить более равномерное распределение температуры и скорости движения воздуха и тем самым по всему объему равномерно охладить продукцию.

Относительно новым способом охлаждения является охлаждение мяса в перенасыщенном влагой воздухе. Воздух, выходящий из турбодетан-

дера, расширяется. При этом температура и давление воздуха понижаются, он переходит в состояние перенасыщенности влагой и поступает в камеру для охлаждения продуктов. Степень перенасыщения, скорость и температуру воздуха можно изменять. Регулирование позволяет получить температуры от положительных до отрицательных значений, а степень перенасыщения дос-

тигать 1,25. Вследствие хорошей теплоотдачи продолжительность охлажде-

ния мясных полутуш сокращается. Так, за 9 ч охлаждения температура в центр бедра от 28 С была снижена до 2 С при температуре воздуха -0,6-(-1)С и степени перенасыщения 1,25.

Охлаждения мяса в воздухе можно осуществить при постоянном режиме в течение всего процесса охлаждения. В этом случае температуру воздуха стремятся поддерживать около 0 С, а относительная влажность в зависимости от системы охлаждения саморегулируется и составляет 87-97%. При спрейдечной системе охлаждения побудительная циркуляция воздуха возникает вследствие разности в 8-10 С между температурами охлаждаемого рассола и воздуха камеры, а также создается эжекцией при разбрызгивании рассола. При этих условиях скорость движения воздуха достигает 0,15-0,25 м/с, а продолжительность охлаждения мяса – 30-36 ч и в толщине бедра достигается температура 2-4 С.

Для сокращения продолжительности увеличивают скорость движения охлаждающей среды, а также понижают ее температуру. Хороший эффект достигается при скорости движения воздуха у поверхности бедра в зависи-

мости от его толщины 1-2 м/с. Продолжительность охлаждения снижается более чем в 2 раза. Если при охлаждении применяют отрицательные темпе-

ратуры, то продолжительность процесса сокращается. Так, при темпе-

ратуре воздуха -8-(-12) С вместо 0 С и указанной скорости движения воздуха продолжительность охлаждения до средней конечной температуры по объе-

му бедра 3-4 С составляет 6-8 ч. При таком интенсивном охлаждении наблю-

дается значительная разность между температурами поверхности мяса и центра толстой части бедра. Охлажденное таким образом мясо необходимо выдерживать в камерах хранения при средней температуре 2 С до достиже-

ния одинаковой температуры по всему объему. Выравнивание температуры происходит довольно быстро.

Полутуши после охлаждения хранятся в подвешенном состоянии на подвесных путях в камерах хранения, где строго поддерживаются заданная температура и относительная влажность воздуха.

При хранении охлажденного мяса не должно быть интенсивной циркуляции воздуха, так как усиливается испарение влаги, что приводит к увеличению потерь массы. Охлажденное мясо хранится при температуре около 0 С и относительной влажности 85-90%. В зависимости от упитанно-

сти мясо без снижения качества и каких-либо пороков может сохраняться в течение 7-11 сут.

Исследованиями было установлено, что мясо в полутушах можно охладить до температуры -2 С при отсутствии кристаллизации содержащейся в мясе воды. При хранении охлажденного мяса на холодильниках температу-

ру камер хранения следует поддерживать -2+0,5 С, а относительную влаж-

ность воздуха – до 95-97%, что способствует сокращению усушки.

Для охлаждения битой птицы применяют воздух, тающий лед и ледя-

ную воду.

Воздушное охлаждение является самым длительным способом. Продолжительность охлаждения в камерах с естественной циркуляцией воз-

духа при температуре 0-1 С может составлять 24 ч и более, а в специальных интенсифицированных камерах, в которых поддерживается температура 0 –

- (-2) С и осуществляется искусственная циркуляция воздуха со скоростью до 4 м/с, снижается до 3-6 ч в зависимости от массы и упитанности. Воздушное охлаждение применимо только для тушек, подвергнутых сухой ощипке и тепловой обработке при температуре 54,4 С, в противном случае мясо обезвоживается и теряет товарный вид.

Охлаждение птицы в тающем льде осуществляется в специальных ван-

нах или непосредственно в таре, куда птицу укладывают вперемешку с колотым льдом. Продолжительность охлаждения тушек птицы составляет 2 –

- 4 ч. большая трудоемкость процесса, неполное использование объема тары существенно ограничивают применение этого способа охлаждения птицы. Наиболее эффективным является метод охлаждения тушек птицы в ледяной воде или в водоледяной смеси температурой 0-2 С. Продолжительность охлаждения птицы снижается до 20-50 мин.

После охлаждения в ваннах с ледяной водой кожа на тушках станови-

тся светлой и чистой, исчезают пятна от ушибов и кровоизлияний. Кожа и подкожная ткань поглощают некоторое количество воды, вследствие чего форма тушек округляется и они приобретают лучший товарный вид, при этом масса тушек увеличивается на 5-10%.

Длительность полного технологического цикла можно вычислить по формуле:

Т цикла = Т1 + Т2 + Т3 + Т4 + Т5 + Т6 + Т7 + Т ожидания + Т транспортировки

Где Т1, Т2, Т3, Т4, Т5, Т6, Т7 – примерное время убоя, тепловой обработки, потрошения, снятия оперения, формовки, охлаждения, маркировки и упаковки птицы (час.)

Тожидания - приближенное время ожидания сырья перед технологическими операциями (час.)

Ттранспортировки – время транспортировки сырья в цехе между технологически-

ми операциями (час.)

Время оглушения составляет от 15 до 30 секунд, процесс обескровливания – 5 минут, тепловая обработка – 35-45 секунд, полное потрошение приблизи-

тельно 25 минут, формовка – 3 минуты, процесс охлаждения – от 40 до 50 минут, упаковка и маркировка – 6 минут, общее время ожидания – 60 минут и время транспортировки – 35 минут.

Т цикла = 0,006 + 0,08 + 0,011 + 0,42 + 0,05 + 0,8 + 0,1 + 1 + 0,58 = 3,1 часа

Зависимость между температурой и временем технологической опера-

ции представлена на графике:

Тушка перед тепловой обработкой имеет температуру 28 С

Тепловую обработку производят при температуре 52 С

Снятие оперения при температуре 48 С

Потрошение при 25 С

Формовка при 25 С

Охлаждение в среднем до 0 С

**Заключение**

Продукты в охлажденном состоянии сохраняют высокие вкусовые свойства и пищевые достоинства. Поэтому необходимо снабжать население и перерабатывающие предприятия главным образом охлажденными скоропор-

тящимися продуктами. Базой для полного обеспечения населения охлажден-

ными продуктами служат широкая развитая сеть заготовительных, производ-

ственных и распределительных холодильных предприятий, наличие автомо-

бильного, железнодорожного, речного и морского холодильного транспорта, а также широкое обеспечение торговой сети холодильными установками.

Охлаждение пищевых продуктов преследует одну общую цель – понижение их температуры до заданной конечной вследствие чего задержи-

ваются биохимические процессы развитие микроорганизмов. Конечная температура и скорость охлаждения играют немаловажную роль в успешном достижении указанной цели(5).

Непосредственно, охлаждение с применением жидкого азота позволяет интенсифицировать понижение температуры объекта, способствовать более длительному хранению продукта вследствие бескислородного охлаждения из-за вытеснения воздуха азотом, так как азот на 4% легче воздуха, лучшему санитарному состоянию объекта и уменьшению содержания общей обсеме-

ненности микроорганизмами, по причине подавления азотом роста аэробной микрофлоры на поверхности мяса.

Добавления жидкого азота не только в процессе охлаждения, но и непосредственно в лед для торможения развития микрофлоры, улучшения качества птицы и удлинение сроков хранения на 30% по сравнению с существующими в промышленности стандартными методами(1).

Список используемой литературы

1. Быкова В.М., Белова З.И. Справочник по холодильной обработке ры-

бы. – М.: Агропромиздат, 1986. – 308 с.

1. А.С. Гинзбург, М.А. громов, Г.М. Красовская Теплофизические харак-

теристики пищевых продуктов. – М.: Пищ. пром-ть, 1980. – 288 с.

1. Головкин Н.А., Галкин А.В. Гидролиз куриного жира при различных режимах холодильной обработки тушек птицы// Мясная индустрия СССР. – 1971. - №6. – с. 20-23
2. Головкин Н.А. Консервирование продуктов животного происхождения при субкриоскопических температурах. – М.: Пищевая промышленно-

сть, 1987. – 375 с.

1. Головкин Н.А. Холодильная технология пищевых продуктов. – М. 1984. – 287 с.
2. Иванова Р.П., Сергеева Е.Л., Шаробайко В.И. Изменения миофибрил-

лярных белков в процессе холодильной обработки и хранения мяса// Холодильная техника. – 1983. - №1. – с. 30-32

7. Кузин А.М. Общая биохимия. – М.: Высшая школа, 1961. – 267 с.

1. Лори Р.А. Наука о мясе / пер. с англ. Ф.Н. Гебуньковой; Под ред. В.М. Горбатова. – М. Пищ. пром-ть, 1973. – 198 с.
2. Микробиология продуктов животного происхождения / Г.-Д. Мюнх.,Х. Заупе, М. Шрайтер и др. Пер. с нем. – М.: Агропромиздат, 1985. – 592 с
3. Мохначев И.Г., Кузьмин М.П. Летучие вещества пищевых продуктов. – М.: Пищ. пром-ть, 1966. – 191 с.
4. Мясо птицы. Технические условия / ГОСТ 21784-76. – М. Гос. Комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам.
5. Пальмин В.В., Гоноцкий В.А. Химическая природа вкуса и аромата мяса и мясопродуктов // ЦИНТИпищепром. 1987. – с. 34
6. Пальмин В.В., Павловский П.Е. Биохимия мяса. – М. 1975. – 375 с.
7. Применение холода в пищевой промышленности: микробиология холодильного хранения, холод в мясной и мол. пром-ти. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 272 с.
8. Пушкарь Н.С., Белоус А.М. Введение в криобиологию. – Киев: Наук. думка, 1975. – 343 с.
9. Семенов Б.Н., Григорьев А.А., Жаворонков В.И. Технологические исследования обработки тунца и рыб тунцового промысла. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 184 с.
10. Семенов Б.Н. Основы криогенной технологии гидробионтов. Ч. 1.6 Учеб. пособие / Комитет РФ по рыболовству; КТИРПиХ. – Кал-д: КТИРПиХ, 1992. – 76 с.
11. Семенов Б.Н. Основы производства продуктов питания из сырья животного происхождения. Калининград. 2001. – 250 с.
12. Семенов Б.Н. Применение азотных технологий в процессе охлаждения, замораживания, хранения и транспортирования скоропортящихся продуктов. Ч. 1. / Б.Н.Семенов, Л.А. Акулов, Е.И. Борзенко и др. – Калининград, 1994. – 278 с.
13. Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов. Справочник. – 1987. – 186 с.
14. Соловьев В.И. Созревание мяса (теория и практика процесса). – М.: Пищ. пром-ть. – 1966. – 340 с.
15. Структурно-механические свойства пищевых продуктов/ А.В. Горбатов, А.М. Маслов, Ю.А. Мачихин и др.: под ред. А.В. Горбатова. – М.: Легкая и пищ. пром-ть, 1982. – 296 с.
16. Черников М.П. Протеолиз и биологическая ценность белков. – М.: Медицина, 1975. – 230 с.