



**Костанайский государственный  
университет  
им. А. Байтурсынова**

**Кехтер Ирина Васильевна,  
старший преподаватель кафедры  
технологии переработки и  
стандартизации  
КГУ имени А. Байтурсынова**

# ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



К физическим методам обработки сырья относят процессы электростатического, электроконтактного, высокочастотного, сверхвысокочастотного, инфракрасного, радиационного, импульсного и ультразвукового методов обработки продуктов. Использование новых методов позволит по-новому построить технологические процессы, значительно увеличить производительность труда, повысить выход готовой продукции и улучшить его качество, повысить требования к гигиенической безопасности пищевых продуктов и снижение остроты экологической проблемы, снизить металлоемкость и энергоемкость машин и установок, а значит и повысить эффективность производства в целом.

# ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МЯСНОГО СЫРЬЯ

Сущность обработки пищевых продуктов в электростатическом поле состоит в том, что ионизированный газ, перемещаясь в электрическом поле, сообщает заряд тонкодисперсным частицам вещества (копильный дым, пыль, краска и другие), которые, приобретая заряд, также совершают упорядоченное направленное движение от одного электрода к другому.

Процессы с применением высоковольтной ионизации применяют для электрокопчения, электроочистки газов, электросепарирования, электроантисептирования, электропанировки и других.

Ионизации газов достигают двумя путями:

- несамостоятельной ионизацией, которая возникает, если пространство между электродами подвергают воздействию внешнего источника теплоты (ультрафиолетовое излучение, высокая температура, рентгеновские лучи и другие);
- самостоятельной ионизацией, возникающей в результате повышения напряжения в цепи до некоторой определенной величины, при которой заряженные частицы, разгоняясь в электрическом поле и сталкиваясь с нейтральными молекулами газа, ионизируют их.

# Процесс электрокопчения

Электрофоретическое осаждение компонентов копильного дыма на различных пищевых продуктах представляет собой процесс электрокопчения. Этот способ так же основан на явлении самостоятельной ионизации.

В результате осаждения дыма на поверхности продукта и проникновения его компонентов внутрь происходит окрашивание поверхности изделия в коричнево-золотистые тона, продукт приобретает специфический аромат и вкус копчения, а также достигаются бактериальный и антиокислительный эффекты.

Процесс электрокопчения при средней плотности дыма протекает очень быстро (2-5 мин). Однако при этом не происходит сушки продукта, в связи с чем весьма затруднительна его сравнительная оценка с обычным тепловым копчением. Использование инфракрасного излучения для подсушки продукта позволяет получать сравнимые результаты.

# Современная электрическая цифровая КОПТИЛЬНЯ



# ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МЯСА

В настоящее время следует считать доказанным практическую возможность интенсификации различных технологических процессов с использованием электроконтактных методов (ЭК). Применение этих методов резко ускоряет течение процессов, повышает производительность труда, снижает потребность в производственных площадях.

В пищевой промышленности прогрессивным является использование процессов, осуществляемых путем непосредственного контакта электрического тока с продуктом.

Электроконтактным (ЭК) методам свойственно:

- простота аппаратного оформления;
- высокий КПД;
- быстротечность;
- достаточно высокая равномерность температурного поля;
- доступность контроля и регулирование энергетических параметров.



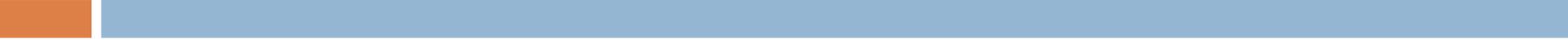
В последнее время получил развитие один из ЭК процессов - **электростимуляция** парного мяса с целью улучшения его качественных показателей. Этот процесс используют для предотвращения «холодового» сжатия мышц при интенсивной холодильной обработке и для увеличения нежности мяса. В его основе лежит процесс сокращения мышечных волокон под действием электрического тока.

После убоя животных в тканях развивается комплекс изменений, которые в итоге влияют на качество готового продукта. Изменения протекают достаточно медленно (в течение нескольких суток: говядина 14-20 суток), и это, естественно, при промышленной переработке в больших масштабах требует существенных площадей и соответственно значительных затрат энергии на поддержание температурно-влажностного режима. При использовании электростимуляции данный процесс сокращается до 5-6 суток.



Под созреванием мяса понимают комплекс ферментативных процессов, протекающих после прекращения жизни животного, в результате чего происходит размягчение мышечной ткани и накопление в мясе веществ, улучшающих его вкус и аромат.

В результате некоторого промежутка времени воздействия электрического тока на парное мясо оно подвергается размягчению. Электростимуляцию можно применять на стадии обескровливания либо на стадии передачи туш, полутуш на холодильник. Применение электростимуляции на стадии обескровливания позволяет не только сократить длительность процессов созревания мяса, но и повысить само качество мяса за счет лучшего проведения процесса обескровливания.



Следующим перспективным направлением использования непосредственного подвода электроэнергии к обрабатываемому продукту является применение в пищевой промышленности процессов с использованием ЭК-нагрева (при тепловой обработке, размораживании).

ЭК-нагрев обладает специфической особенностью. Быстрое возрастание температуры по всему объему изделия позволяет создать новый промежуточный процесс - электростимуляцию - кратковременный процесс (15-60 секунд) нагрева продукта (колбасного фарша) в диэлектрической форме до температуры 50-70 °С. Полученные изделия обладают упругой консистенцией и хорошо сохраняют форму при дальнейшей обработке.

Сущность ЭК-нагрева состоит в том, что электрический ток, проходя через продукт, обладающий сопротивлением, вызывает его нагрев. Серьезную проблему представляет выбор частоты тока. Электрохимические исследования показали, что приемлемой может быть признана частота 8-10 Гц.



При электроконтактном нагреве мясопродуктов отмечено улучшение биологической ценности готового продукта (усвояемость белков). Гистологические исследования показали лучшее бактерицидное действие ЭК-нагрева по сравнению с другими методами нагрева (ИК). То есть в целом качество готовой продукции, полученной электроконтактным методом, отвечает современным требованиям.

# ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ И СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ МЕТОДОВ НАГРЕВА МЯСОПРОДУКТОВ

Высокочастотный (ВЧ) и сверхвысокочастотный (СВЧ) нагрев пищевых продуктов позволяет значительно интенсифицировать термические процессы.

Процесс трансформации энергии электромагнитного поля высокой или сверхвысокой частоты в теплоту принято называть диэлектрическим нагревом или ВЧ (СВЧ)-нагревом.



Существенный технологический результат при использовании токов ВЧ- и СВЧ-обработки можно получить для ряда процессов, среди которых основное место занимают тепловые и массообменные (нагрев, стерилизация, размораживание, сушка, пастеризация).

Применение СВЧ-нагрева позволяет значительно интенсифицировать технологические процессы пищевых производств, связанные с нагревом продукции, а также разработать их новые виды, особенно комбинируя СВЧ-нагрев с традиционными способами энергоподвода, таким как варка, сушка, стерилизация, пастеризация, размораживание, сублимация и т.д. СВЧ-нагрев позволяет реализовать безотходные и энергосберегающие технологии, значительно увеличить выпуск готовой продукции без больших капитальных затрат, улучшить санитарно-гигиенические условия труда.

В пищевой промышленности важным и трудоемким процессом является размораживание продуктов. Использование диэлектрического нагрева позволяет резко сократить продолжительность размораживания, а также улучшить качественные показатели продукции.

Преимущества метода следующие:

- относительно короткое время размораживания;
- отсутствие повышенной температуры на поверхности продукта;
- отсутствие роста бактерий;
- потери сока при нагревании мяса на порции незначительные (менее 1 %);
- длительность размораживания не зависит от толщины блоков (при ВЧ-нагреве);
- незначительная занимаемая площадь.



Вследствие кратковременности размораживания микробиальная обсемененность мяса после СВЧ-нагрева на порядок ниже, чем у сырья, размороженного в воздушной среде.

Доказано, что СВЧ-поле в отношении микрофлоры обладает бактерицидным и бактериостатическим действием. Было показано, что стерилизующий эффект СВЧ-поля явно выражен - выживаемость бактерий (кишечная палочка) после такой обработки в два и более раз меньше, чем при тепловой обработке.

Установлено, что СВЧ-нагрев обеспечивает эффективную пастеризацию (не менее 99,5 %) мяса. Микробиологические исследования указывают на отсутствие микробов в период двухмесячного хранения.

Для СВЧ-термообработки используют различные агрегаты. В большинстве случаев промышленные СВЧ-устройства непрерывного действия для нагрева пищевых продуктов представлены в виде линейных конвейеров.

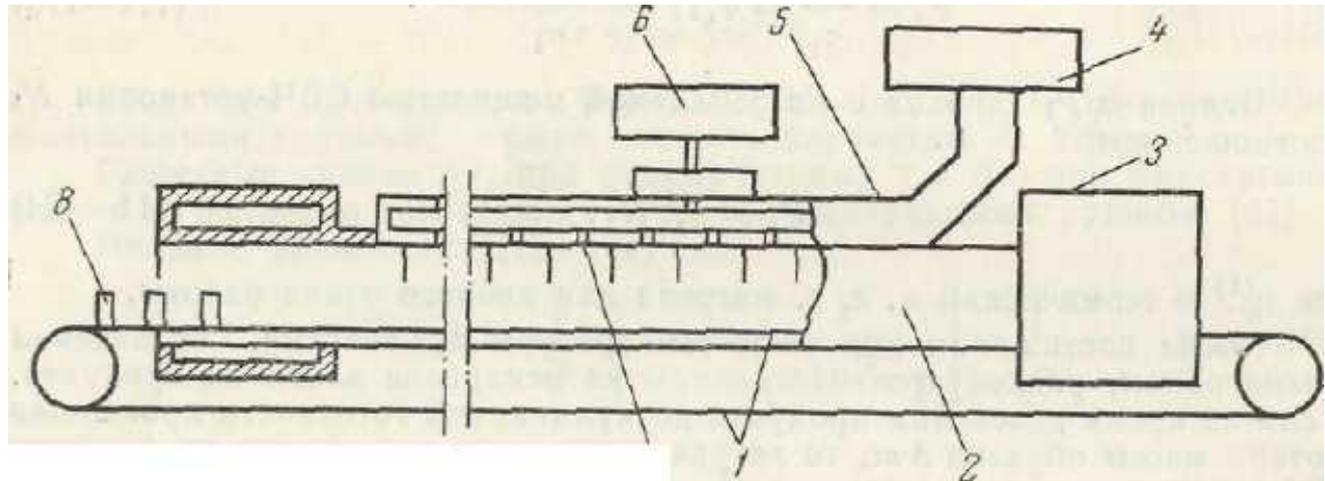


Рис. 5.1. Конвейерная СВЧ-установка с распределенным вводом энергии в рабочую камеру:

1 - конвейерная лента; 2 - рабочая камера; 3 - ловушка; 4 - СВЧ-генератор; 5 - волновод; 6 - источник сухого воздуха (газа); 7 - щели в волноводе; 8 - продукт

# ОБРАБОТКА МЯСА ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Инфракрасное (ИК) излучение нашло достаточно широкое применение в различных отраслях промышленности: мясной, молочной, хлебопекарной и т.д. (обжарка, варка, запекание, дезинфекция и пр.)

ИК-излучение представляет собой результат сложных внутримолекулярных процессов, связанных с поглощением веществом энергии и ее непрерывным преобразованием в излучение. ИК-излучение возникает в результате перехода электронов атомов с более высокого на более низкий энергетический уровень.



В настоящее время в качестве источников ИК-излучения применяют электрические или керамические излучатели с газовым обогревом.

Доказано, что органолептическая оценка продуктов, запеченных ИК-энергией, не уступает таковой для продуктов, обработанных традиционным способом, а по некоторым показателям (вид, вкус) превосходит их.

Перевариваемость белков мяса после ИК-обработки по сравнению с традиционной практически одинакова. Гистологические исследования подтверждают высокие качественные показатели готовой продукции.

Особенности ИК-нагрева позволяют экономить значительное количество сырья.

Замечено, что практически во всех случаях ИК-обработки наблюдается повышение качества и выхода готовой продукции, снижение энергетических затрат, упрощение конструкции аппаратуры. Особенно высокие значения фиксируются для такой качественной характеристики продукции, как выход готовых изделий.

# УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ МЕТОДЫ

Значительную группу технологических процессов можно интенсифицировать на базе акустических методов с использованием ультразвуковых и звуковых колебаний. Наиболее полно исследованы возможности использования в технологических процессах пищевых производств ультразвука и низкочастотных (инфразвуковых) колебаний.

Под действием звуковых колебаний коллагенные волокна мышечной ткани мяса разрушаются, мясо становится нежным и мягким. Для этого предварительно замороженное мясо помещают в рассол, где генерируются УЗ-колебания. Возможен также непосредственный контакт мяса с источником УЗ.

УЗ-обработка шкур при тузлуковании сокращает процесс в 2-3 раза, при этом резко улучшаются санитарно-гигиенические условия, наблюдается очистка поверхности шкур от микроорганизмов.

Под действием УЗ происходит гемолиз крови, при чем оптимальная частота составляет 100 кГц. УЗ ускоряет диффузионные процессы, резко ускоряет посол мяса.



Диспергирующая и эмульгирующая способность УЗ весьма ценна для пищевой технологии, так как, используя это явление, удастся получать различные гомогенизаторы и стойкие эмульсии. В мясной промышленности этот метод используют при получении жировых эмульсий, предназначенных для колбасного производства.

Важным является использование УЗ колебаний в процессе сушки. Использование УЗ позволяет вести сушку при температурах значительно ниже тех, которые допустимы при более высокой скорости сушки.

При высокой интенсивности звука распад бактериальной клетки происходит чрезвычайно быстро (1/200 секунд).

Под действием ультразвука быстро погибают грамположительные и грамотрицательные анаэробные и аэробные, патогенные и непатогенные бактерии. Весьма чувствительны к ультразвуку палочковидные, кокковые, лучистые грибки и другие микроорганизмы.

# ОБРАБОТКА РАДИАЦИОННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Для этой цели используют только рентгеновское и  $\gamma$ -излучение и поток ускоренных электронов.

**Влияние на мясо.** Под действием ионизирующих излучений изменяется цвет мяса, появляются специфические, не свойственные ему, запах и привкус, иногда изменяется консистенция.

В мясе, облученном в мороженом состоянии, окраска изменяется в меньшей степени, чем в охлажденном, но иногда появляется коричневый оттенок, иногда зеленоватый. При обработке ионизирующими излучениями вареного мяса нормальный серо-коричневый пигмент (гематин) превращается в нехарактерный красный (гемохромоген).

В мясе, подвергнутом облучению, обнаружены изменения его составных частей: белков, жиров и др.

В больших количествах в облученных мясопродуктах образуются карбонильные соединения. Это дает основание полагать, что они являются основными компонентами запаха облученного мяса.



Мясные продукты имеют различную чувствительность к изменению органолептических свойств под воздействием ионизирующего облучения. Так, меньше неприятного запаха и вкуса развивается в свинине, чем в говядине, телятине и баранине. Вкус тощей говядины при облучении изменяется сильнее, чем мяса нормальной упитанности.

Наименьшие изменения вкуса и запаха претерпевают под влиянием облучения вареные мясные продукты, некоторые кулинарные изделия из говядины, свинина, мясо кур и кроликов, печень и почки говяжьи.

Улучшение качества облученного мяса достигается удалением кислорода, замораживанием до очень низкой температуры ( $-70^{\circ}\text{C}$ ) перед облучением и облучением при этой температуре.

# ИМПУЛЬСНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

Импульсный подвод энергии к продукту вызывает не только количественные, но и качественные изменения процессов, что особенно специфично для электрофизических методов.

В качестве источников импульсных нагрузок можно использовать различные системы: механические, гидравлические, электроимпульсные, магнитно-импульсные, оптические, низкочастотные вибрации, пульсационная техника и др.

Виброобработка оказывает влияние на цвет и консистенцию колбас. Образцы, изготовленные с применением вибрации, имеют более яркий цвет и плотную консистенцию, что подтверждается и данными по определению напряжения среза.

Пульсационные методы при минимальных затратах обеспечивают довольно значительную интенсификацию процессов перемешивания, гомогенизации, экстракции, посола и др.

# Механические способы обработки мяса

Технологический процесс обработки мяса складывается из следующих операций:

1. Дефростация мороженого мяса
2. Зачистка поверхности и срезание ветеринарных клейм
3. Обмывание
4. Обсушивание
5. Деление на отруба
6. Обвалка отрубов
7. Выделение крупнокусковых частей
8. Жировка мяса и приготовление полуфабрикатов натуральных и рубленых

**прием мяса, осмотр, взвешивание.**

охлажденное мясо

остывшее мясо

замороженное мясо

зачистка поверхности мяса от клейма и загр.

обмывание щетками

обсушивание

деление на отрубы

обвалка мяса

выделение крупнокус. полуфабрикатов

жиловка и зачистка от пленок и чрящей

нарезка полуфаб.  
порцион. мелкокус.

изготовление  
котлетной массы

формирование  
полуф-ов

передача в  
заготов. цех

размораживание 2-х видов

# Размораживание

Цель размораживания – максимальное восстановление первоначальных свойств мяса.

Размораживание может быть :

- Медленное
- Быстрое

При медленном размораживании туши, полутуши или четвертины навешивают на крючья в специальных камерах так, чтобы они не соприкасались друг с другом, со стенками и полом.

Влажность в камерах поддерживают в пределах 90-95 %.

Температуру воздуха постепенно повышают от 0 до 6-80С.

Процесс длится 3-5 суток и считается законченным при достижении температуры 0-10С. При таком режиме кристаллы льда тают медленно, и образующаяся влага успевает впитаться в мышечные волокна, которые набухают и в значительной степени восстанавливают свои свойства. Однако этот способ очень длительный, и поскольку для него требуются холодильные камеры, его можно применять только на крупных предприятиях.





Дефростер. Оборудование для дефростирования (размораживания) мяса. Можно размораживать мясо в блоках.

Дефростация – размораживание замороженного мяса до температуры  $0^{\circ}\text{C}$  в толще мышц, т.е. приведение мяса к охлажденному виду.

# Быстрое размораживание

При быстром размораживании мясо (туши, полутуши и четвертины) помещают в специальные камеры, в которые подают воздух температурой 20-25°C и влажностью 85-95%. При таких условиях размораживание продолжается всего 12-24 ч. Можно проводить быстрое размораживание непосредственно в цехах. Для этого туши или полутуши размораживают при комнатной температуре, а затем помещают в холодильные камеры с температурой от 0 до 20°C и выдерживают там около 24 ч при относительной влажности воздуха 80-85%

# Размораживание

Выдержка необходима для выравнивания температуры во всех частях туши, завершения процесса гидратации, что способствует снижению потерь мясного сока при разделке. Потери мясного сока и снижение массы мяса при медленном размораживании в воздушной среде составляет от 0,5 - 3%, при быстром – до 12%. Мясной сок содержит: воды – около 88%, белков – 8, экстрактивных и минеральных веществ – около 3 и витаминов группы В – до 12% общего содержания их в мясе.

Не рекомендуется размораживать мясо в воде, а также разрубать туши, полутуши и четвертины для ускорения их размораживания на более мелкие куски, так как это приводит к еще более значительным потерям мясного сока, снижению пищевой ценности мяса и ухудшению качества полуфабрикатов.

# Обмывание и обсушивание

В толще мышц мясо практически стерильно, а поверхность его сильно загрязнена. При дальнейшей обработке микроорганизмы могут попасть внутрь полуфабрикатов и вызвать их порчу. Для уменьшения бактериального загрязнения и удаления механических загрязнений туши (или их части) обмывают. Обмывание теплой водой (20-30°C) снижает поверхностное микробное обсеменение на 95-99%. Использование одной и той же воды для повторного обмывания мяса недопустимо. Мясо подвешивают на крючья и обмывают чистой проточной водой из брондспойта, шланга или специальной щеткой-душем. Обмывать мясо можно и в ваннах капроновыми или травяными щетками. Обмытые туши для охлаждения промывают холодной водой (температура 12-15°C). Затем их обсушивают и разделывают.



# Обсушивание

Обсушивают туши циркулирующим, пропущенным через фильтры воздухом, температура которого 1- 60С. На небольших предприятиях мясо укладывают на решетки, расположенные под моечными ваннами, или подвешивают на крючья и обсушивают на воздухе или салфетками их хлопчатобумажной ткани. Обсушивание препятствует размножению микробов, кроме того, при разделке мясо не скользит в руках.

# Деление на части

- Разруб туш на части производится обвальщиком в начале конвейерной линии. Эту операцию выполняют с помощью большого ножа-рубака или мясницкого топора. В целях соблюдения требований охраны труда обвальщики используют кольчужные сетки. Рабочие места обвальщиков, организуемые вдоль конвейерной линии, оснащаются производственными столами с выдвижными ящиками для инструментов (ножей, мусатов), разделочными досками, которые крепятся на столах с помощью штырей. Обвальщики используют обвалочные ножи (большой и малый)

# Рабочее место обвальщика



# Деление на части

- Обсушенные туши делят на части (отрубы) в зависимости от свойств мышечной и соединительной тканей (пригодные для жарки, варки, тушения, приготовления мясной рубки и т.д.) и от особенностей анатомического строения (корейка туш мелкого скота с реберными костями – для приготовления приготовления натуральных рубленых котлет, грудинка целиком – для фарширования, мякоть без костей – для нарезки порционных и мелкокусковых полуфабрикатов).

**Шея** – для фарша, котлет, супа

**Покромка** – для фарша, котлет, супа

**Спинка (толстый край, тонкий край)** – для жарки и запекания крупными кусками

**Кострец** – для жарки, фарша, котлет, супа

**Хвост** – для холодца, супа

**Вырезка** – для жарки и запекания крупными кусками

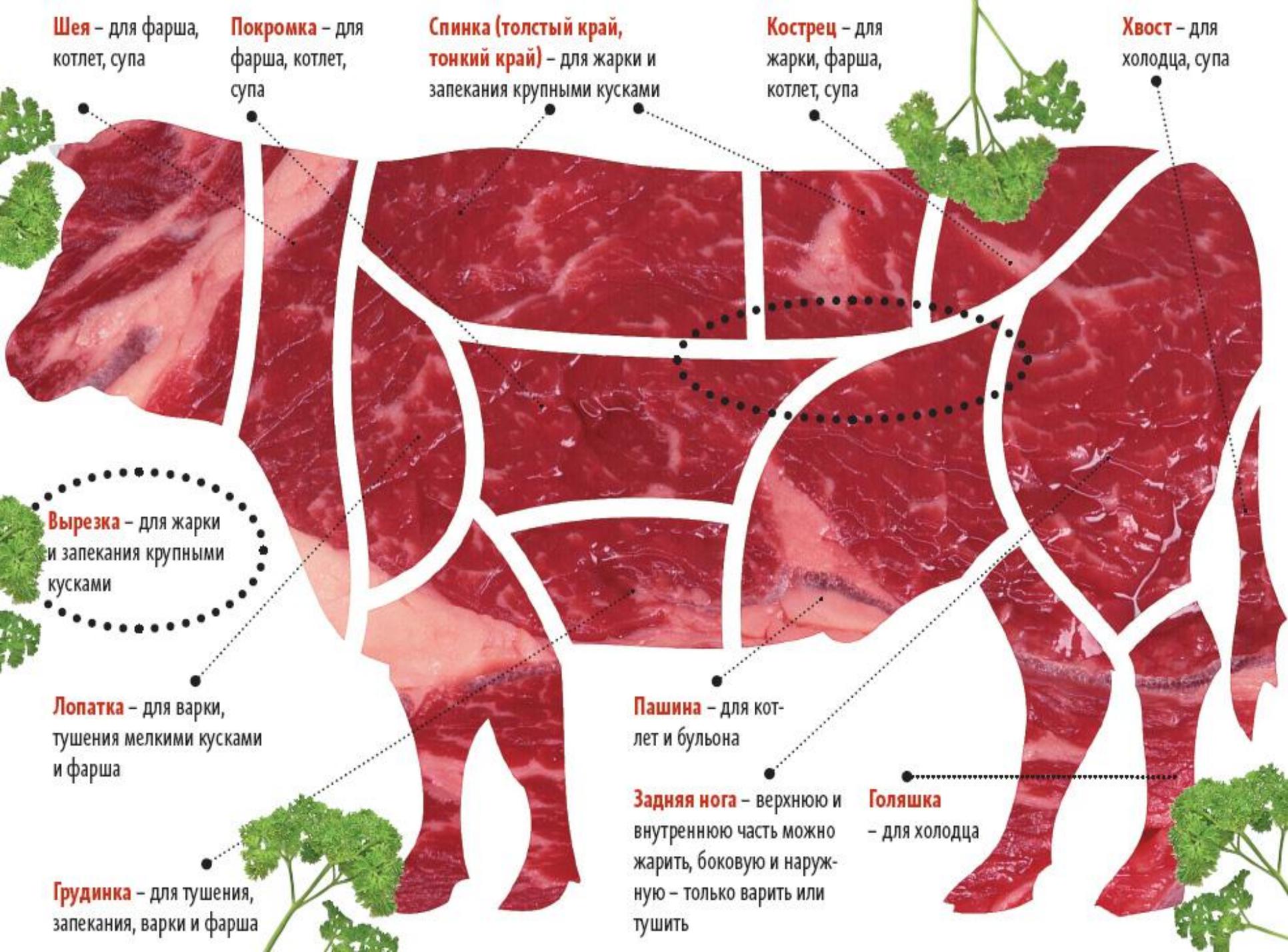
**Лопатка** – для варки, тушения мелкими кусками и фарша

**Грудинка** – для тушения, запекания, варки и фарша

**Пашина** – для котлет и бульона

**Задняя нога** – верхнюю и внутреннюю часть можно жарить, боковую и наружную – только варить или тушить

**Голяшка** – для холодца



# СХЕМА РАЗРУБА СВИНИНЫ



# Схема розруба баранини



# Обвалка

- **Обвалка** –это отделение мякоти от костей. Отходы, которые образуются после обвалки (кости, сухожилия, хрящи) можно использовать для приготовления бульонов.

Отделение мякоти от реберных и позвоночных костей



Вырезание тазовой кости



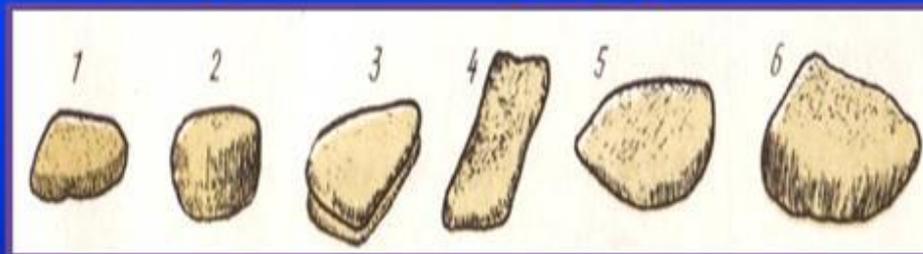
# Жиловка и зачистка

- Зачистка мякоти состоит в срезании грубых сухожилий, пленок и неровных тонких краев. Зачищают мясо так, чтобы из зачищенных частей удобно было нарезать порционные куски.

# Приготовление полуфабрикатов

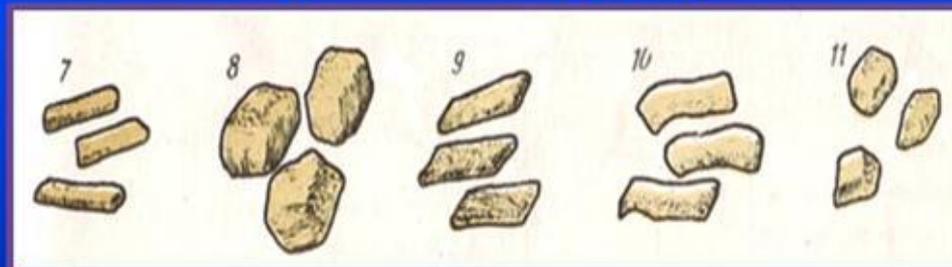
- Из зачищенных кусков мяса готовят полуфабрикаты для тепловой обработки. Полуфабрикаты подразделяют в зависимости от размера формы и технологической обработки на следующие группы:
  1. Крупнокусковые
  2. Порционные
  3. Мелкокусковые
  4. Рубленые

## Порционные полуфабрикаты



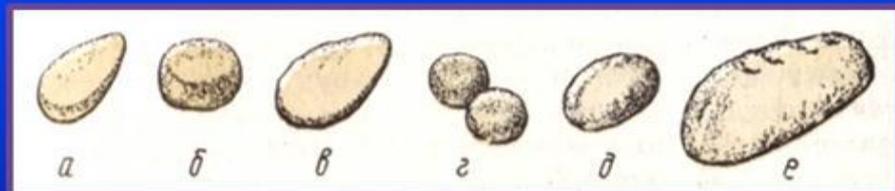
1. бифштеке
2. филе
3. лангет
4. антрекот
5. ромштеке
6. для запекания

## Мелкокусковые полуфабрикаты



7. бефстроганов
8. шашлык
9. поджарка
10. азу
11. гуляш

## Изделия из рубленой массы



- а. котлеты
- б. биточки
- в. шницели
- г. тефтели
- д. зразы
- е. рулеты

Приготовление полуфабрикатов