

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Доцент, канд.техн.наук В.М.Горбатов,
Всесоюзный научно-исследовательский институт
мясной промышленности
Проф. д-р техн.наук А.В.Горбатов,
Московский технологический институт мясной и
молочной промышленности,
Москва, СССР

Глубокоуважаемые коллеги, дамы, господа, товарищи!

Разрешите открыть сессию по теме: "Проблемы совершенствования технологии производства мясных продуктов".

Технологию можно определить как науку о способах воздействия на сырье, материалы и полуфабрикаты различными добавками и соответствующими орудиями производства с целью получения готового продукта с определенными свойствами и качественными показателями.

В последние годы в технологии мясопродуктов все чаще используются методы физико-химической механики — науки о способах и закономерностях формирования структур дисперсных систем с заранее заданными технологическими (физическими, биохимическими и др.) свойствами. Физико-химическая механика ставит своей задачей:

а) установить существо образования и разрушения структур в дисперсных и нативных системах в зависимости от совокупности физико-химических, биохимических, механических и других факторов;

б) исследовать, обосновать и оптимизировать пути получения структур с заранее заданными технологическими (в самом широком понимании этого слова) свойствами.

Важнейшая проблема ФХМ в аспекте технологии заключается в уточнении закономерностей и механизма действия малых добавок поверхностно-активных веществ в процессах структурообразования, при возникновении контактных взаимодействий, деформировании и разрушении ма-

териалов. В этих процессах механические свойства имеют первенствующее значение среди других физических свойств (термических, электрических и др.). В задачу управляющей реологии входит исследование и обоснование такого сочетания различных видов воздействия, при котором обеспечивается заданный уровень реологических характеристик в течение всего технологического процесса. Инженерная физико-химическая механика имеет перечисленные выше задачи и, кроме того, разрабатывает способы приложения установленных закономерностей для расчета технологических процессов, машин и аппаратов и оперативного контроля основных показателей качества по значениям величин реологических и других технологических свойств.

Технология традиционно рассматривает процессы изменения и производства продуктов, чаще всего используя для этого биохимические методы. Однако процесс неотделим от машины или аппарата, в которых он осуществляется. Поэтому, рассматривая проблемы совершенствования технологии, необходимо их увязывать с проблемами совершенствования оборудования, отыскания новых способов обработки и соответствующих конструкций аппаратов.

Мясная промышленность чрезвычайно разнообразна по характеру используемых процессов. Их можно классифицировать на механические (измельчение, резание, дробление, дозирование и т.д.), гидромеханические (осаждение, сепарирование, фильтрация, перемешивание и т.д.), тепловые (нагревание, выпаривание, варка, обжарка и т.д.), массообменные (сушка, перегонка и ректификация, экстракция, кристаллизация и т.д.), холодильные (охлаждение до умеренных и сверхнизких температур, сублимация и т.д.), ферментативные и микробные и др. В основе каждой названной группы процессов лежат общие физические и биохимические закономерности, предопределяющие характер их протекания.

Следует обратить внимание, что существующие в настоящее время в мясной промышленности процессы в ряде случаев уже достигли естественного предела скорости и по своей природе не могут быть интенсифицированы. Поэтому для дальнейшего развития производства необходимы поиски научно-технических решений — новых как по характеру и виду самих процессов, так и по машинам и аппаратам, в которых они осуществляются. Эти решения должны базироваться на современных достижениях науки и техники.

За последние годы разработаны высокоинтенсивные процессы и аппаратура, основанные на электрофизических методах: электротермия, включая токи высокой и сверхвысокой частоты; с успехом используются инфракрасный нагрев, ультразвук, импульсная техника и т.д. Эти разработки позволяют по-новому строить технологические процессы, организовать поточное механизированное и автоматизированное производство, увеличить производительность труда, повысить выход готового продукта и улучшить его качество, сократив при этом технологические потери, а также металло- и энергоемкость машин и установок.

Совершенствование технологических процессов переработки мясопродуктов может реализоваться двумя основными путями: 1) интенсификацией традиционных процессов; 2) созданием и внедрением новых, а также комбинацией традиционных и новых процессов. Например шведская фирма "Indra A.B.", совместно с фирмами "Scanpra A.B." - Швеция и "National Industrial Manufacturing" - США разработали линию быстрозамороженных котлет производительностью 1000 кг/час, которая включает формовку изделий, поверхностную обжарку с подпрессовкой между двумя пластинами для образования корочки - 2 мин, 290°C, дожарку в микроволновом туннеле (5,5x1,2x0,9 м) до 77°C при мощности 30 кВт, охлаждение и заморозку и упаковку.

Несмотря на большое разнообразие сырья и способов его переработки, главные проблемы технологии и ее совершенствования могут быть определены с достаточной точностью.

1. Биохимическое изучение технологического качества сырьевых ресурсов, включая контроль селекции, всей системы агротехники, а также условия содержания и кормления сельскохозяйственных животных

В мясную науку сегодня пришли и оказывают существенную помощь новые отрасли знания - молекулярная биология и кибернетика. Молекулярная биология открывает природу атомномолекулярных процессов, лежащих в основе наследственных свойств и явлений изменчивости живых организмов, что особенно важно для мясной отрасли промышленности, так как живая природа является и основным поставщиком сырья для мясной промышленности.

Перед работниками биологической науки стоит проблема, каким образом устранить факторы, способствующие получению бледной, мягкой, водянистой мышечной ткани у свиней. Это серьезная проблема, и необходимо много уделить внимания для устранения этих факторов и получения мышечной ткани от свиней нормальной консистенции и цвета. Наука о селекции сегодня идет быстрыми шагами вперед. Ей помогают генетика, использование гормонов животного происхождения, ганадостимуляторы и целый ряд других факторов, дающих возможность повышения поголовья и массы отдельной головы, повышения качества скота, снижения времени созревания его для возможной переработки на мясо. В качестве типичного примера можно привести следующий: увеличение массы убойного животного с 280 до 400 кг повышает производительность труда при его первичной переработке на 25% и увеличивает массу шкуры до 26-27 кг, т.е. на 30%.

2. Сохранение качества сырья и его биологической ценности при заготовке и хранении

Качество сырья предопределяет качество готового продукта, иными словами, качество готового продукта генетически связано с качеством сырья.

Говоря о сохранении качества сырья и количественных показателей выхода мяса, следует остановиться на важности процесса доубойного и убойного факторов. В последнее время большое внимание уделялось вопросам важности стресса при определении качества мяса. Различная степень физиологического стресса, например голодание, усталость, страх, агрессия между отдельными видами животных, транспортировка — все это отражается на качественных показателях. На стресс оказывает влияние расстояние и длительность перевозок, даже вид транспорта, плотность загрузки, температурные условия и последующие виды отдыха. Явления стресса включают потери массы, травмы, иногда и удушья, бактериемию и неправильное обескровливание.

3. Рациональная технология переработки сырья

В мясной промышленности, даже при применении традиционной технологии, появился ряд новых факторов, которые приводят к ухудшению качества мяса (жесткость, отсутствие аромата, цвет). Это не случайные явления, как оказалось при последующем их изучении, а следствие сокращения мышц во время посмертного гликолиза и наступления посмертного окоченения. Интенсификация процессов охлаждения дополнительно создала ряд проблем качественных показателей например явление "холодного сокращения мышц". Можно, конечно, избежать "холодного сокращения" с тем, если держать горячую парную тушу при температуре не ниже 10°C до тех пор, пока pH мышцы не будет ниже 6,7.

Крупнейшей проблемой современной науки о мясе является создание рациональной технологии переработки сырья, уточнение новых принципов такой технологии. В этой области возникло множество разнообразных вопросов и это понятно, если учесть, что биохимия распространяется на очень большое количество производств. В принципе все эти процессы переработки сырья сводятся к следующему. При тех или иных воздействиях живые клетки животного сырья оказываются нарушенными, но заключенные в них ферменты сохраняются в активном состоянии, именно они и вызывают в производственных смесях те биохимические изменения, которые превращают сырье в готовые продукты, повышают его пищевую ценность, усвояемость, придают ему приятный вкус, аромат, делают его более перспективным, устойчивым при хранении и т.п. При производстве колбас и копченостей иногда на ферментативные процессы может накладываться влияние изменений, вызываемых вносимыми в производственные смеси микроорганизмами, так называемыми стартовыми культурами. Впрочем, эти культуры действуют при помощи выделяемых ими ферментов.

Во всех технологических производствах, а их десятки, задача технологии состоит в том, чтобы, учитывая качество сырья и используя те или иные воздействия, обеспечить ход названных выше процессов в требуемом направлении, усиливая одни и ослабляя другие реакции в производственной смеси, повышая тем самым качество готовой продукции и ее биологическую ценность.

Уже сейчас технология мясной промышленности располагает значительным числом примеров, показывающих, что только глубокое понимание свойств таких ферментов, как различные протеазы, альфа и бета-

амилазы, оксидазы и др. позволяют значительно рационализировать технологические процессы и, если нужно, спасти положение даже тогда, когда исходное сырье по своему качеству не соответствует стандартным требованиям производства.

Далее следует подчеркнуть, что разработка современной прогрессивной технологии должна базироваться на всесторонне изученных физических свойствах сырья и продуктов (структурно-механических, электро- и теплофизических, оптических и проч.). Эти свойства, являясь внешним проявлением внутренней сущности объектов, позволяют рассчитать оптимальные режимы обработки и оптимальные энергетические воздействия на обрабатываемый продукт.

4. Механизация и автоматизация соответствующих технологических процессов

Механизация и автоматизация ряда технологических процессов оказываются технически и экономически целесообразными в случае массового поточного производства единообразной промышленной продукции. В настоящее время на предприятиях мясной промышленности осуществлена механизация значительной части основных производственных процессов и, в несколько меньшей степени, — вспомогательных операций. Автоматизация в известной мере содержится трудностью оперативного инструментального контроля параметров, характеризующих качество продуктов, или параметров, влияющих на качественные характеристики сырья и продуктов.

При современном уровне развития науки и техники, казалось бы, многие процессы мясной технологии можно полностью механизировать и автоматизировать. Действительно, существует множество машин непрерывного действия: фаршеприготовительные агрегаты, устройства для непрерывного смешивания и измельчения, весовые и объемные дозаторы, насосы для межоперационного транспортирования сырья, конвейеры и пр. Эти устройства допускают компоновку их в непрерывную линию. Однако мясные продукты даже одного вида не имеют постоянного химического состава и отличаются, хотя и незначительно, по механическим и другим физическим свойствам. В процессе переработки продуктов следует непрерывно корректировать величины определяющих характеристик с тем, чтобы получить готовый продукт

заранее заданного высокого качества. Для такой корректировки необходимы надежные приборы контроля, позволяющие осуществлять оперативную обратную связь с рабочими органами обрабатывающей машины. Поскольку зачастую необходимых приборов нет, успешное управление процессом переработки сырья во многом зависит от опыта оператора. Это обстоятельство затрудняет полную автоматизацию таких процессов и получение готовых продуктов со стабилизированными качественными показателями.

5. Повышение пищевой и вкусовой ценности мясной продукции, включая обогащение ее белками, витаминизацию, улучшение органолептических свойств

В общем, по данным профессора А.А. Соколова, пищевой продукт должен обладать следующими основными свойствами: высокой пищевой ценностью, безвредностью, способностью в максимальной мере сохранять первоначальные качества за время хранения и транспортировки, удобством обращения в сфере потребления.

Проблему рациона питания, т.е. набора различных пищевых продуктов, достаточного для удовлетворения потребностей человека, можно признать решенной. Однако проблема пищевой ценности каждого отдельного продукта, несмотря на обширные и многочисленные исследования, в силу ее сложности и несовершенства методов изучения, еще далека от решения и не вышла за пределы более или менее удачных гипотез, а подчас — догадок. Более того, до настоящего времени даже в само понятие — пищевая ценность — исследователи вкладывают различное содержание. Все же многовековой опыт питания людей и факты, накопленные наукой о питании, позволяют сделать некоторые обобщения.

Пищевую ценность любого продукта питания в первую очередь определяют питательные свойства его составных частей, их биологическая ценность, доступность к усвоению. Количественно преобладающими компонентами мясных продуктов являются белки, липиды (преимущественно триглицериды) и вода. Кроме того, в их состав входят витамины, вещества, стимулирующие секреторно-моторную деятельность пищеварительного аппарата, а также другие природные и искусственно вводимые вещества.

Имея в виду значение органолептических характеристик для пищевой ценности продукта, следует различать те из них, которые обусловлены природой продукта, и те, которые искусственно придают продукту при его изготовлении. Первые тесно связаны с составом и состоянием продукта (или сырья) и могут рассматриваться как индикатор их состояния.

Значение аромата и вкуса продукта как одного из факторов его пищевой ценности столь велико, что в некоторых случаях стремление к достижению нужного эффекта в этой области оправдывает снижение значения (правда, незначительного) других факторов пищевой ценности. Например, при копчении мясных продуктов какая-то доля белков становится менее усвояемой. В подобных случаях нужно выбрать такие условия и режим обработки, которые обеспечивают должный эффект при максимальной усвояемости белков.

Использование специй для улучшения аромата и вкуса наибольшее распространение получило при производстве фаршевых изделий. По установившейся традиции вид и количество добавляемых специй увязывают с видом и сортом изделий.

6. Рациональное использование побочных продуктов убоя скота

В мясной промышленности много ценных отходов, своевременное и комплексное использование которых позволит организовать новые направления и производство высокопитательных продуктов.

Побочные продукты можно реализовать в следующих 3 направлениях: на корма для скота; как сырье для других отраслей промышленности; как сырье для вторичной переработки — производства мясопродуктов. Это совершенно понятно, и в мясной промышленности имеется уже традиционное разделение всех видов так называемых отходов для использования в указанных трех направлениях.

Особо следует подчеркнуть использование отходов мясного производства (крови, субпродуктов и проч.) для приготовления из них полноценных мясопродуктов. Эти продукты содержат белок хорошего качества и, конечно, намного лучшего, чем растительные белки, но в непривлекательном виде. После извлечения белка побочные продук-

ты могут быть переработаны в мясные: те же самые бифштексы, фарше-
вые продукты и использованы потребителем.

7. Разработка новых ускоренных методов технологиче- ского контроля

Традиционно в мясной промышленности технологический контроль осуществляется двумя способами: научным – химическим и субъективным – органолептическим. Химическими, биохимическими и органолептическими методами определяют: содержание белков, жира, влаги, активности воды мяса, соли, крахмала, витаминов, вредностей, водо-связывающей способности, pH.

Обычно эти способы трудоемки и могут быть осуществлены в лаборатории, т.е. после того, как продукт уже готов к реализации. Тем не менее ряд фирм и организаций довольно успешно разрабатывает экспресс-методы и способы определения этих характеристик в потоке. Особенное внимание отдается определению нежности длиннейшего спинного мускула, которая хорошо коррелирует с нежностью других частей туши (игольчатое зондирование, резание дисковым ножом, использование различных инденторов и пр.).

На наш взгляд пристального внимания заслуживают методы технологического контроля, основанные на измерении физических свойств сырья и продуктов (в частности – реологические). Эти методы с успехом могут быть использованы как для определения характеристик твердых продуктов, так и текучих в лабораторных и производственных условиях. Для этого необходимо решить следующие задачи:

1) выявление основных характеристик, необходимых для расчета и совершенствования технологических процессов и оценки качества изделий;

2) разработка методов измерения характеристик как в стационарных (лабораторных) условиях, так и в потоке. Разработка методик расчета физических характеристик;

3) разработка датчиков и приборов для измерения величин свойств на основе научно обоснованных математических моделей реальных продуктов и оперативного регулирования свойств (с обратной связью к обрабатывающей машине);

4) разработка научно обоснованных методов расчета оборудования с целью определения оптимальных геометрических, энергетических,

кинематических и динамических параметров работы машин; разработка принципиально новых машин и аппаратов и их рабочих органов для реализации новых или интенсифицированных технологических процессов;

5) определение "эталонных" показателей свойств сырья и готовых продуктов, основываясь на существующих в настоящее время методах оценки качества изделий;

6) управление структурой и качеством мясных продуктов путем внесения добавок, изменения режимов и способов механической и технологической обработки и проч.;

7) комплексное исследование различных физических свойств (в значительном диапазоне изменения определяющих продукт технологических факторов) для установления аналогии изменения свойств, их моделирования, прогнозирования и расчета как величин свойств, так и производственного оборудования и приборов контроля.

Реализация исследований по названным пунктам позволяет стабилизировать выход изделий, получать готовые продукты постоянного заранее заданного качества, научно обосновать понятие качества продуктов, рассчитывать, совершенствовать и интенсифицировать технологические процессы и т.д.

8. Создание на основе научно обоснованных методов

новых видов продуктов, которые по своей биологической ценности и питательным свойствам значительно превысят существующие

У этой проблемы имеются два аспекта.

I. Продолжающийся бурный рост городского населения стимулирует развитие мясной промышленности, дальнейшую ее специализацию. Увеличивается выпуск разнообразных мясных продуктов, для которых время кулинарной обработки минимально. Таким образом, мясная промышленность берет на себя роль индустриальной "домашней хозяйки", призванной обеспечить население разнообразными, полноценными и, разумеется, вкусными продуктами питания, практически сразу готовыми к употреблению. Расфасовка продуктов должна соответствовать физиологическим нормам потребления. Такая индустриальная кулинария должна быть экономичной, что достижимо лишь при механизации и автоматизации основных технологических процессов на крупных специализированных предприятиях мясной промышленности.

П. Большое значение приобретает прогнозирование природных, технических и даже социальных процессов во всех отраслях науки, связанной с обеспечением населения земного шара продуктами питания.

Существенный интерес возникает в связи с возможностью использования растительного белка, который во много превышает выход животного белка. В настоящее время, по данным международных организаций, пахотные земли на земном шаре от общего количества земной поверхности составляют только 10%, а земли, засеянные травой, которые могут быть использованы для выращивания травоядных животных, составляют 30%. Эту малопроизводительную землю можно было бы использовать для выращивания растений, содержащих белок самой высокой питательной ценности. К растениям в первую очередь относятся бобовые; они обеспечивают 20-кратный выход белка по сравнению с говядиной. Микробный и микрочеточный белок, получаемый при непрерывной ферментации, обеспечивает 100-кратный выход белка.

Независимо от желательных органолептических и питательных характеристик мяса имеется возрастающая вероятность того, что мы будем в дальнейшем удовлетворять значительную долю наших потребностей в аминокислотах при помощи растительного и даже при помощи микробного и одноклеточного белка.

Овощи и бобовые имеют очевидные количественные преимущества в производстве белка по сравнению с мясом. Хотя растительные белки содержат недостаточное количество лизина и метионина, эти компоненты могут быть восполнены за счет дополнительных ресурсов. В любом случае некоторые растительные белки, например соевые, содержат набор основных аминокислот, подобных мясным, тем не менее необходимо учитывать, что растительный белок в естественном виде часто характеризуется небольшой концентрацией на единицу массы и поэтому его использование требует нежелательно большого количества пищи.

В растительных белках почти полностью отсутствует витамин B_{12} , которого много в продуктах животного происхождения, кроме того, мало железа. На это необходимо обратить внимание при использовании растительных белков, из которых уже сейчас делают текстурированные белки, продукты типа бифштексов, гуляшей и т.д.

По-видимому, еще проблематично использование в рационе питания человека белков, синтезированных микроорганизмами ферментации нефти, метанового газа и других материалов, которые несъедобны, но эффективнее в производстве, чем животные белки. Проводятся работы над синтезом аминокислот с высоким содержанием нуклеиновых кислот, но эти работы еще не нашли широкого применения в промышленности.

Вполне реальной с химической и технической точек зрения представляется и задача синтеза веществ, обуславливающих все оттенки запаха и вкуса природных пищевых продуктов. Химия запахов за последнее десятилетие стала одной из крупнейших теоретических областей. Ее развитие было замедлено из-за отсутствия точных методов анализа. Однако с созданием современных методов и приборов наука о химии запахов пошла значительно вперед.

Заканчивая разбор этого тезиса, следует обратить внимание на следующее.

В США разработаны и проводятся в жизнь программы для школьных столовых по включению продуктов из соевых белковых препаратов в питание школьников. Это — один из путей популяризации указанных препаратов среди населения, наряду с такими мероприятиями как выставки, дегустация и т.п.

Прогнозы показывают, что в 1980 г. от I до 6% общего спроса на мясо будет удовлетворено благодаря заменителям мясных продуктов. Американцами подсчитано, что в 1985 г. растительные белки обеспечат 10% общего потребления мяса, причем ежегодный прирост их продукции составит 20%.

В восьмидесятых годах будет развернуто производство заменителей, полностью имитирующих мясные продукты. Упомянутые исследования проводились с учетом наблюдавшегося в последнее время во всем мире повышения цен на мясо, а также принимая во внимание тот факт, что мясная промышленность является хотя и важным, но не единственным потребителем растительных белков.

9. Создание на научной основе продуктов детского и диетического питания

Длительное время в СССР и за границей вопросам специфического детского питания не уделялось должного внимания. Однако, как показали многочисленные исследования, для полноценного развития де-

ти нуждаются в специально приготовленной пище. В некоторых странах производство ее превратилось в специализированную отрасль пищевой промышленности. Продукты детского питания, в зависимости от возраста детей, подразделяют в основном на три группы: для детей в возрасте до одного года; от одного до трех лет и детей старше трех лет.

По видам сырья продукты детского питания подразделяют на приготовленные на молочной, мясной, плодоовощной и злаковой основах и комбинированные. Ассортимент таких продуктов разнообразен и включает мясные, мясо-овощные консервы, фрикадельки, мясные паштеты, пасты, запеканки и другие продукты на мясной основе, сухое молоко, сухое молоко с добавками, молочные смеси и каши, заменители женского молока, диетические молочные продукты и прочие на молочной основе, а также овощные и фруктовые консервы.

10. Интенсификация технологических процессов

Эта проблема заслуживает особого внимания, и основные ее направления показаны выше. Здесь, на наш взгляд, следует показать один из порочных способов интенсификации.

Многие технологические процессы мясной промышленности продолжительны. В основном это определяется низкой скоростью ферментативных и микробиологических изменений в продуктах. Разработка непрерывных технологических процессов — это прежде всего сокращение технологического цикла переработки с тем, чтобы его продолжительность позволяла реализовать процесс в непрерывном аппарате. При этом, однако, интенсифицированная технология не должна быть укороченной.

Всем известно, что сырокопченые колбасы — высококачественный продукт с длительным сроком хранения. Наиболее продолжительный этап производства сырокопченых колбас — сушка. Она длится около 30 сут. при $+12^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 75%. Если рассматривать сушку сырокопченой колбасы только как обезвоживание (то есть исключительно как теплофизический процесс), то ее продолжительность можно существенно снизить. Но беда в том, что в результате такой ускоренной сушки необходимые микробиологические и ферментативные изменения не успевают произойти. Аналогичные трудности возникают при попытке с помощью одних только внешних воздей-

вий интенсифицировать варку ветчинных и колбасных изделий, обескровливание животных после убоя и т.д. Поэтому действенная интенсификация технологических процессов в мясной промышленности почти всегда должна содержать в себе возможность изменения в желательном направлении скорости микробиологических, ферментативных, механических и других процессов.

Создание непрерывного оборудования для получения пищевых продуктов оказывается, как правило, возможным лишь после принципиальных изменений в технологии.

Таким образом, изложенное выше показывает, что современный этап развития мясной промышленности требует особенно точного и всестороннего производственного контроля проведения технологических процессов. На основе опыта и интуиции сейчас действовать невозможно, а биохимические процессы требуют более точного контроля над их прохождением с помощью химических и физических методов.

В заключение можно сказать, что только мясные животные могут превращать грубые растительные корма, растущие на большей части поверхности земли, в полноценные продукты питания. Как бы не были неэффективны мясные животные, они не имеют видимой альтернативы для использования вышеупомянутых площадей, которые могли бы уменьшить недостаток сырья на международной основе. Как бы высоки не были цены на мясо, его будут покупать в таком количестве, в каком позволят это индивидуальные возможности каждого, независимо от того, станет ли растительный мир основным источником белка в рационе человека.

PROBLEMS OF IMPROVING MEAT PRODUCTS TECHNOLOGY

Docent, Cand. Tech. Sci. V.M.Gorbatov, The All-Union Meat Research Institute,

Prof. Dr. Tech. Sci. A.V.Gorbatov, The Moscow Technological Institute of Meat & Dairy Industries
Moscow, USSR

Dear colleagues, ladies, gentlemen, comrades,
Let me open the Session devoted to "Problems of improving meat products technology".

Technology can be defined as a science of the methods for effecting raw materials and semi-prepared foods with various ad-

ditives and corresponding production means in order to obtain a finished product having certain properties and quality characteristics.

Recently, meat products technology used fairly frequently methods of physico-chemical mechanics, PCM, i.e. of the science of the methods and regularities of disperse system structure formation having pre-set technological (physical, biochemical, etc.) properties. Physico-chemical mechanics has the following tasks:

a) to establish the subject matter of structure formation and breakage in disperse and native systems as related to the totality of physico-chemical, biochemical, mechanical and other factors;

b) to study, substantiate and optimize the ways of obtaining structures with pre-set technological (in the most broadest sense of the word) properties.

The most important problem of PCM from the viewpoint of technology is to specify the action regularities and mechanism of surfactants in small doses in the processes of structure formation, contact interactions, materials deformation and destruction. In these processes mechanical properties are of primary importance among other physical properties (thermal, electric, etc.). Monitoring rheology is to study and substantiate such a combination of different effects which provides the pre-set level of rheological characteristics during the whole technological process. Engineering physico-chemical mechanics has the above-listed tasks and, in addition, develops the methods for applying the regularities found to calculate technological processes, machines and apparatuses and to operatively control the basic quality indices by the values of rheological and other technological properties.

Technology considers, traditionally, the processes of product alterations and manufacture, using most often biochemical methods. This is, however, inseparable from the machine or the apparatus in which the process is performed. Therefore, when considering problems of improving a technology, it is necessary to relate them to the problems of improving equipment, of searching for new processing procedures and of respective apparatus designs.

The meat industry is extremely diverse judging by the processes used. They can be classified into mechanical (grinding, cut-

ting, crushing, dosing, etc.), hydromechanical (precipitation, separation, filtration, mixing, etc.), heat (heating, evaporation, cooking, hot smoking, etc.), mass-exchange (drying, distillation, rectification, extraction, crystallization, etc.), refrigerating (chilling down to moderate and super-low temperatures, freeze-drying, etc.), fermentation and microbial and other ones. Every group of processes is based upon general physical and biochemical regularities pre-determining the pattern of their course.

It should be mentioned that the new available processes in the meat industry in some cases reached already the natural rate limit and, in their nature, cannot be intensified. Therefore, for further development of production new scientifico-technical solutions are needed - new both in their character and kind and in the machines and apparatuses which enable their realization. Such solutions must be based upon modern achievements of science and technique.

Within the recent years highly intensive processes and apparatuses have been developed based upon electrophysical methods: electrothermy including high and super-high frequency current, IR-heating, ultra-sound, impulse technique, etc. These developments allow to design technological processes in a new way, to establish continuous mechanized and automated production, to raise labour productivity, to improve the yields and quality of the finished products, cutting processing losses, metal and energy consumption of machines and installations.

Improvements in meat processing procedures can be attained in two basic ways, viz., by intensifying conventional processes or by creating and implementing new processes, as well as by combining conventional and new processes, e.g., the Swedish company "Indra A.B." together with the "Scanpro A.B." (Sweden) and the "National Industrial Manufacturing Co." (USA) companies developed 1,000 kg/hr line for quick-frozen patties which includes moulding, surface frying at 290°C for 2 min. with subpressing between two plates to form a crust, complete frying in a 300 kw microwave tunnel (5.5 x 1.2 x 0.9 m) up to 77°C, chilling, freezing and packaging.

Despite considerable variability in raw materials and in their processing methods, the principal problems of technology and of its improvements may be identified with sufficient accuracy.

1. Biochemical studies into the processing quality of raw material resources, including control of animal selection, the agrotechnical system, as well as of maintenance and feeding conditions of farm animals.

The meat industry is now assisted greatly by other branches of knowledge, viz., molecular biology and cybernetics. Molecular biology discloses the nature of atomic-molecular processes underlying inheritable properties and variability of living organisms, the latter being of primary importance for the meat industry since the living nature is its basic supplier of the raw material.

The biological science is confronted with a problem how to eliminate the factors contributing to PSE-pork. It is a serious problem, and it is necessary to pay much attention to the elimination of these factors and to the production of pork muscle having normal consistency and colour. The science of selection is today advancing rapidly. It is assisted by genetics, the use of animal hormones and gonadostimulators and by quite a number of other factors which enable increasing animal population and the weight of each animal, improving livestock quality, diminishing the period required by the animals to get matured enough to be processed into meat. The following may serve a typical example: an increase of slaughter animal weight from 280 to 400 kg raises labour productivity in primary processing by 25% and the hide weight to 26-27 kg, i.e. by 30%.

2. Preservation of raw material quality and biological value during procurement and storage

Raw material quality predetermines the quality of the finished product, in other words, the quality of the finished product is genetically connected with the quality of the raw material.

Speaking about the preservation of raw material quality and the quantitative indices of meat yields, I should dwell upon the importance of ante-mortem and slaughter factors. Recently, great attention has been given to the role of stress in determining meat quality. Physiological stress of various kinds, e.g. fasting, fatigue, fear, fighting, transportation, all this affects meat quality. Stress depends on transportation distance and time, even on transport means, loading degree, environmental temperature, subsequent

resting. The stress phenomenon involves weight losses, traumas, sometimes asphyxia, bacteriemia and wrong bleeding.

3. Rational technology of raw material processing

In the meat industry, even in conventional technologies, there appeared a number of new factors which cause meat quality deterioration (toughness, loss of flavour, discolouration). As it turned out during further studies, these are not incidental phenomena, but a result of muscle shortening during post-mortem glycolysis and rigor mortis onset. Chilling processes intensification brought into existence still other problems related to quality characteristics, e.g., so-called muscle "cold shortening". It is, of course, possible to prevent "cold shortening" if a fresh-killed carcass is stored at temperatures not lower than 10°C until muscle pH becomes less than 6.7.

A biggest problem of the modern science of meat is the development of a rational technology of raw materials processing, the specification of new principles of such a technology. In this field numerous questions have arisen, and this is understandable regarding that biochemistry is involved in many production processes. In principle, all livestock processing methods come to the following.

Under any given effect animal live cells are destroyed but the enzymes contained in them are still active; it is these enzymes that cause biochemical changes which help to convert the raw material into a finished product, increase its food value and digestibility, impart it a pleasant flavour, make it more prospective, stable in storage, etc. In sausage and smoked meats production these enzymic alterations may be superimposed with the changes caused by microorganisms introduced into product mixes; they are so-called starter cultures. Though, these cultures effect is due to the enzymes produced by them.

In all technological operations (and there are scores of them! the task of a technologist is, taking into account the qualities of the raw material and using some effects, to ensure the course of the above operations in a desirable direction, thus enhancing some reactions and weakening others, improving the quality and biological value of finished products.

Even now the meat technology disposes of a considerable number of examples demonstrating that only a deep understanding of the properties of such enzymes as various proteases, alpha- and beta-amylases, oxidases, etc., allows to greatly rationalize technological processes and, if necessary, to remedy the situation when the initial raw material quality does not meet production standards.

Further, it should be emphasized that the development of a modern progressive technology must be based upon comprehensively studied properties of the raw materials and products (structuro-mechanical, electro- and heat-physical, optical, etc.). These properties, being an external manifestation of the internal essence of objects, allow to calculate the optimum processing regimes and energetic effects on the processed product.

4. Mechanization and automation of respective technological operations

Mechanization and automation of a number of technological processes prove to be technically and economically expedient in case of mass continuous commercial production of uniform products. At present, at meat packing plants the basic production processes are, to a considerable degree, mechanized, the auxiliary operations being mechanized to a lesser degree. Automation is, to a definite extent, delayed by difficulties of an operative instrumental control of the parameters characterizing product qualities or influencing the quality indices of the raw materials and products.

With a modern level of science and technology development it might seem possible to mechanize or automate completely many processes of meat production. In fact, there is a lot of continuous machines: for sausage mix formulation, for continuous mixing and comminution, for voluminous and weight dosing, pumps for material handling, conveyors, etc. These devices allow to combine them into a continuous line. However, even similar meat products are not constant in their chemical composition and differ, though slightly, in mechanical and other physical properties. During processing one should always correct the values of the determinant characteristics in order to obtain a finished product of a pre-set high quality. For this, reliable control instruments are needed, which provide an operative feedback to the working members of a processing machi-

ne. Since the necessary instruments are often unavailable, a successful control of raw material processing depends greatly on the operator's experience. This circumstance makes it difficult to completely automate such processes and to obtain finished products of stable quality indices.

5. Improvements in meats food value and palatability, including protein enrichment, vitaminization, organoleptical qualities amelioration

In general, according to Prof. A.A.Sokolov, a food product must possess the following main properties: a high food value, wholesomeness, an ability to maximum retain the initial qualities during storage and handling, convenience for consumers.

The problem of human diet, i.e. a mixture of foods sufficient to satisfy human needs, can be considered as settled. However, the problem of the food value of each product, despite extensive and numerous studies, is still far from being settled and did not go beyond more or less satisfactory hypotheses and sometimes even guesses owing to its complicated nature and imperfect research methods. Moreover, up to now research workers apply a different meaning to the notion of food value proper. And still century-old experience of human nutrition and the facts accumulated by nutrition science allow for some generalizations.

The food value of each food product is, first of all, determined with the nutritional properties of its components, their biological value, availability for digestion. Quantitatively predominant components of meat products are proteins, lipids (mostly, triglycerides) and water. In addition, they contain vitamins, stimulators of the secretory-motor activity of the digestive organs, as well as other natural and artificially introduced substances.

Bearing in mind the significance of organoleptical characteristics for the food value of a product, one should differentiate those determined by the product nature and those imparted to the product during its processing. The former ones are closely related to product (or raw materials) composition and condition and may be regarded as an indicator of their condition.

The importance of aroma and taste as a factor of product food value is so high that in some cases the aspiration for attaining

the desirable effect in this field justifies a decrease (though a slight one) in other factors of food value. E.g., in meats smoking a portion of proteins becomes less digestible. In such cases one should choose such processing conditions and regimes that provide a due effect at the maximum assimilation of proteins.

Spices to improve flavour found a wide application, mostly, in comminuted processed meat. By the established tradition, the kind and amount of the spices used are related to the kind and grade of products.

6. Rational utilization of cattle slaughter by-products

There are many valuable by-products in the meat industry, which timely and complex utilization may allow to find new ways of manufacturing highly-nutritional products.

By-products can be used in three ways: for feeding cattle; as the raw material for other industries; as the raw materials for re-processing into meat products. It is quite clear, and in the meat industry there is already a traditional division of so-called wastes of all kinds into the above three groups.

The use of meat "wastes" (blood, by-products, etc.) for processing into full-value meat products should be mentioned specifically. These products contain protein of a good quality, at least of a much better quality as compared to plant proteins, though they have an unattractive appearance. After protein extraction by-products can be processed into meat products, e.g. beefsteaks, comminuted processed meats, etc., and eaten by consumers.

7. Development of new accelerated methods of technological control

Traditionally, the technological control in the meat industry is performed in two ways: objectively by chemical analyses and subjectively by organoleptical methods. By means of chemical, biochemical and organoleptical methods they determine such characteristics as the contents of protein, fat, water, salt, starch, vitamins; water-binding capacity; meat water activity; pH.

These methods are usually labour-consuming, and they can be practised in a laboratory, i.e. after the product is ready for sa-

le. Nevertheless, a number of institutes and companies are developing rather successfully express methods and procedures to determine the above characteristics in a production flow. Special attention is paid to the methods for determining l.dorsi tenderness which has a good correlation with the tenderness of other parts of a carcass (needle probing, cutting with disc knives, the application of different penetrators, etc.).

To my mind, the methods of technological control based upon measuring the physical properties of raw materials and end products (rheological methods, in particular) deserve intent attention. Such methods can be satisfactorily used to determine characteristics of both solid products and flowing ones under laboratory or production conditions. For this, it is necessary to solve the following tasks:

- 1) to reveal the main characteristics needed to estimate and improve technological processes and to evaluate product quality;
- 2) to develop methods for measuring these characteristics under both stationary (laboratory) and production conditions; to develop procedures to calculate physical characteristics;
- 3) to develop sensors and instruments to measure the values of properties, based upon scientifically substantiated mathematical models of real products and to operatively control properties (with a feedback to a data-processing machine);
- 4) to develop scientifically substantiated methods for calculating the equipment in order to find the optimum geometrical, energetic and dynamic parameters of machines operation; to develop principally new machines and apparatuses and their working members to perform new or accelerated technological properties;
- 5) to determine standard indices of the properties of raw materials and finished products on the basis of the now available methods for evaluating product qualities;
- 6) to control meats structure and quality by using additives, changing the regimes and procedures of mechanical and technological treatment, etc.;
- 7) to study different physical properties as a complex (within a broad range of changes in the technological properties which determine a product) in order to find a similarity in properties alteration, to model and predict properties and to estimate both property values and processing equipment and controlling instruments.

Investigations by the above-given points allows to stabilize product yields, to obtain finished products of a permanent pre-set quality, to substantiate scientifically the notion of product quality, to calculate, improve and intensify technological processes, etc.

8. Development - on the basis of scientifically substantiated methods - of new products which will be superior as compared to the existing ones in their biological value and nutritional properties

This problem has two aspects.

I. **Continuing** impetuous growth of the urban population stimulates the development of the meat industry, its further specialization. The output of various meat products, which require the minimum cooking time, grows. Thus, the meat industry plays the role of an "industrial housewife" destined to provide the population with diverse full-value and, of course, palatable foods which are, practically, ready-to-eat ones. Their packaging should agree with physiological norms of consumption. Such industrial cooking must be economic, this being possible only in case of mechanization and automation of the main technological processes at big specialized meat processing plants.

II. Of great importance becomes the prediction of natural, technical and even social processes in all branches of science connected with the world population provision with food products.

Considerable interest is provoked owing to a possible use of plant proteins which yields are many times as high as compared to animal proteins. At present, by the statistics of international organizations, the world arable land equals only 10% of the total earth area, while the grassland which can be used for maintaining herbivores constitutes 30%. This low-capacity land could be used for growing plants containing protein of the highest nutritive value. To them we can refer, above all, legumes: their protein yields are 20-fold as compared to beef. The yields of microbial and micro-cellular proteins, obtained by continuous fermentation, are 100-fold.

Irrespective of desirable organoleptical and nutritive characteristics of meat it becomes more probable that in future we shall satisfy a considerable portion of our demands for amino acids with plant and even microbial and unicellular proteins.

Vegetables and legumes have obvious quantitative advantages from the viewpoint of protein yields over meat. Though plant proteins contain insufficient levels of lysine and methionine, the latter can be supplemented from some other sources. In any case certain plant proteins, e.g., the soy ones, contain a set of amino acids similar to those of meat; it should, however, be borne in mind that plant proteins in their native form are often characterized with a low concentration per unit weight and, therefore, objectionably large amounts of plant foods are needed.

Plant proteins contain, practically, no vitamin B₁₂, which is ample in animal foods; in addition, they contain little iron. It should be regarded when using plant proteins which are now processed into texturized products and analogs like beefsteaks, goulash, etc.

Evidently, the utilization in the human diet of proteins, synthesized by microorganisms during fermentation of petroleum, methane gas and other materials which are inedible but more efficient in production than animal proteins, is still problematic. The synthesis of amino acids with a high content of nucleic acids is still being studied and is not widely used on the commercial scale yet.

From chemical and technical viewpoints, the synthesis of the substances which provide all shades of odour and taste of natural foods seems quite real. For the last decade the chemistry of flavours has become a largest theoretical branch. Its development was delayed due to the absence of accurate analytical methods. The appearance of modern methods and instruments advanced markedly the science of flavour chemistry.

Concluding the discussion of this thesis, I would mention the following.

In the USA school lunch programs have been developed and are being implemented, which are aimed at incorporating soy protein products into the ration of schoolchildren. It is one of the ways of advertising the above products among population along with exhibitions, tasting sessions, etc.

Predictions indicate that in 1980 1-6% of the total demand for meat will be satisfied with meat replacers. In the USA they cal-

culated that in 1985 plant proteins would cover 10% of the total meat consumption, the annual rate of their production growth constituting 20%.

In the 80-ies the production of replacers imitating completely meat products will be set up. The above-mentioned studies have been carried out with regard for a world-wide meat prices rise observed recently, as well as for the fact that the meat industry is an important, though not a single consumer of plant proteins.

9. Scientifically-substantiated development of baby- and dietetic foods

For a long time both in the USSR and abroad the problems of specific baby- and junior foods were not given due attention. But as numerous studies showed, for their full-value development babies and junior children need specially prepared foods. In some countries their production was transformed into a specialized branch of food industries. These foods are divided, mainly into three groups as related to age: 1) for up to one-year-old babies; 2) for 1-3-year-old children; 3) for children older than 3 years.

By the kind of raw materials baby-foods are differentiated as prepared on milk, meat, fruit-and-vegetable or cereal bases or combined (mixed). Their assortment is wide, including canned meat, canned meat with vegetables, meat balls, meat paté, pastes, baked puddings and other meat-based products, powdered milk, powdered milk with fillers, milk mixes and gruels, woman's milk replacers, dietetic milk products and other milk-based foods, as well as canned vegetable and fruit foods.

10. Intensification of technological processes

This problem deserves special attention, its basic trends were shown above. Here, to my mind, one faulty way of intensification must be indicated.

Many technological processes of the meat industry are time-consuming. It is, primarily, determined with slow enzymic and microbiological changes in foods. The development of continuous technological processes implies, first of all, a reduction of the

processing cycle, so that its time would allow to carry out the process in a continuous apparatus. Here, however, an accelerated technology should not be merely shortened.

It is well-known that dry sausage is a high-quality product of a long storage life. The most time-consuming stage in its production is drying. It takes about 30 days at 12°C, R.H. 75%. If one considers drying of dry sausages as dehydration only (i.e. solely as a heat-physical process), then its duration can be cut considerably. But the trouble is that, as a result of such accelerated drying, the time for the necessary microbiological and enzymatic changes is sufficient. Similar difficulties arise when one tries to accelerate ham and sausage products cooking, carcass bleeding, etc. by external effects only. Efficient intensification of technological procedures of the meat industry must, therefore, nearly always imply possible desired alterations in the rate of microbiological, enzymatic, mechanical and other processes.

The development of continuous equipment for edible food products is rendered possible, as a rule, only after principal changes in a technology.

Thus, the above-said shows that the modern stage of the meat industry development requires especially accurate and comprehensive production control of technological processes time-course. It is now impossible to act on the basis of experience and intuition; biochemical processes demand for a more precise control by means of chemical and physical methods.

In conclusion, it may be stated that it is only meat animals that can convert coarse plant fodders, growing on the most part of the earth surface, into valuable food products. No matter how ineffective meat animals are, they have no clear alternative to the utilization of the above-mentioned acreage which could reduce raw material insufficiency throughout the world. However high are meat prices, it will be bought in such amounts that can be afforded by each consumer, irrespective of the fact whether the flora will or will not become the basic source of protein in a human diet.