

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УПАКОВКИ МЯСОПРОДУКТОВ
И ВЛИЯНИЕ УПАКОВКИ НА ИХ КАЧЕСТВО

Д-р хим.наук, проф. В.Е. Гуль,
Московский механико-технологический
институт мясной и молочной промышлен-
ности, Москва, СССР

Уважаемый Председатель!

Уважаемые коллеги!

После весьма удачного доклада уважаемого председателя, отразившего состояние вопроса, моя задача существенно облегчается.

Прежде чем перейти к изложению и анализу существа реферируемых докладов, я должен сказать, что все докладчики придерживаются одинаковых принципиальных позиций, которые сформулирую в самом сжатом виде.

1. С точки зрения упаковки мясную продукцию условно можно разделить на три категории (свежее, соленое мясо, мясо, подвергнувшееся или подвергающееся тепловой обработке).

2. Свежее мясо в зависимости от технологии и от того, на какой стадии оно подвергается упаковке, должно иметь контакт с кислородом или быть изолировано от его воздействия. Но при любом варианте необходимо предупредить сокоотделение его в процессе хранения. В этом отношении особенно эффективны термоусаживающиеся пленки.

Свежее мясо, как и ряд других мясных продуктов хорошо сохраняет свои свойства при определенном составе газовой среды, либо в вакууме, что препятствует развитию ценных процессов окисления и развитию микробальной флоры. Подавлению вышеперечисленных процессов способствуют также специально вводимые в пленки вещества.

3. Соленое и подвергающееся тепловой обработке мясо наиболее целесообразно затаривать в газонепроницаемые пленки, способные, если нужно, выдерживать стерилизацию.

4. Во всех рассмотренных случаях весьма существенной является начальная бактериальная обсемененность, что накладывает ряд ограничительных условий на процесс затаривания.

5. Решения конкретных задач рациональной упаковки мясной продукции в каждой стране различны, в смысле используемых полимерных пленок и упаковок. Для выбора наиболее оптимального решения необходимо провести сравнение при строго одинаковых условиях затаривания, одинаковом качестве затариваемой продукции и, естественно, в одинаковых условиях хранения, транспортировки и реализации. Без соблюдения этих условий отдать предпочтение тому или иному способу упаковки, обсуждаемому на XXIII Европейском конгрессе научных работников мясной промышленности, не представляется возможным. Позволю себе сослаться на хорошо известный факт, что при хранении говядины, телятины, свинины, баранины в одной и той же упаковке процессы протекают по-разному.

В подавляющем числе случаев длительность хранения мясных продуктов определяется развитием микробной флоры. Во ВНИИМПе проведены исследования с упакованным в пленки охлажденным мясом и натуральными полуфабрикатами. Определяли изменения микрофлоры при хранении при атмосферном давлении и под вакуумом. В соответствии с этими исследованиями решающими условиями для длительного хранения упакованных мясопродуктов являются минимальная начальная бактериальная обсемененность продукта и низкая температура хранения. Было установлено, что в герметизированных пакетах, даже без применения вакуума или инертного газа, замедлялось развитие микроорганизмов в упакованных мясопродуктах и практически исключалась усушка при хранении. Применение вакуума при упаковке охлажденного мяса позволяет удлинить на 1-2 суток сроки хранения и вызвать изменение микрофлоры - преобладает развитие молочнокислых бактерий.

В последние десятилетия уделяется большое внимание в США, Японии, странах Западной Европы работам, целью которых является предотвращение микробиологической порчи мяса и продуктов. В этой области имеется ряд изобретений и сведений в опубликованной литературе.

Имеется ряд патентов, предусматривающих в качестве способа борьбы с микробиологической порчей мясных продуктов применение химических веществ - фунгицидов, антибиотиков и антиоксидантов, подавляющих развитие микрофлоры на поверхности мясных продуктов.

Подобное вещество - сорбиновая кислота - было применено в исследованиях проблемной лабораторией полимеров МТИММПа при раз-

работке рецептуры и технологии производства пленочного материала эскаплина на основе гидрохлорида полиизопрена. Сорбиновую кислоту вводят в пленочный материал не только для образования искусственных зародышей кристаллизации, регулирования структуры и свойств полимера, но и в качестве стабилизатора гидрохлорида каучука. Исследованиями, проведенными совместно с кафедрой микробиологии МТИММПа, было показано, что введение сорбиновой кислоты в пленочный материал эскаплин приводит к подавлению развития микроорганизмов на поверхности пленки. Эти результаты могут быть использованы для подавления развития микрофлоры и увеличения сроков хранения упакованных мясопродуктов.

Как справедливо указывают т. Киселева, Попов, Литвиненко, Костадинова (Болгария), в смысле упаковочной техники мясо и мясные продукты относятся к числу самых трудных. Они неправильной формы, быстро портятся и требуют машин с широкими диапазонами регулирования размеров и формы упаковки. Самые широко распространенные машины: Франклин, Филотекс, Голлиматик и Мультивак.

Авторы считают, что с целью задержки интенсивного развития микроорганизмов при хранении и транспортировании охлажденного мяса и увеличения сроков хранения могут быть также использованы способы, основанные на создании внутри упаковки (или герметичного контейнера) модифицированной газовой среды.

Исследования, проведенные в СССР и за рубежом, показали, что в модифицированной газовой среде при хранении отрубов должно содержаться минимальное количество кислорода. Согласно проведенным в ФРГ экспериментам по хранению мяса (отрубов говядины, телятины, свинины) в течение 6-8 сут. при температуре $+7^{\circ}\text{C}$ лучшие результаты были получены в следующих газовых средах: $99,5\% \text{N}_2 + 0,5 \text{O}_2$; $70\% \text{CO}_2 + 30\% \text{воздуха}$; $90\% \text{N}_2 + 10\% \text{CO}_2$ (при $+3^{\circ}\text{C}$). В связи с этим мне хотелось бы отметить, что в ряде патентов предлагается создание модифицированной газовой среды за счет придания упаковочному материалу селективной газопроницаемости или введения в его состав веществ, избирательно связывающих кислород. Так, для поглощения кислорода, содержащегося внутри упаковки, рекомендуется применять тонкоизмельченный порошок палладия, вводимый в адгезионный слой между внутренней пленкой целлофана или из полиэтилена и наружным слоем алюминиевой фольги.

В работах проблемной лаборатории полимеров МТИМПа совместно с другими организациями разработан и освоен на промышленном оборудовании селективно-проницаемый пленочный материал, предназначенный для применения в качестве мембран и фильтров специальных газоразделительных устройств, который отличается высоким абсолютным уровнем газопроницаемости (примерно в 200-300 раз больше, чем пленки из полиэтилена высокого давления) и селективной газопроницаемостью. Примерное соотношение коэффициентов газопроницаемости для азота, кислорода и углекислого газа - 1:2, 1:9.

Методы вакуумной упаковки при одновременном использовании охлаждения дают более удовлетворительные результаты по сравнению с различными другими методами, используемыми в современной промышленности для увеличения срока сохранности свежих мясных продуктов, при условии предотвращения сокоотделения.

Учитывая различные конфигурации и размеры расфасованного мяса, материал для вакуумной упаковки должен иметь следующие характеристики:

- непроницаемость для газов, особенно кислорода;
- непроницаемость для водяных паров, высокая сопротивляемость разрыву и износу;
- эластичность и плотное прилегание.

В содержательном докладе Д.Хемпела указывается, что для полного удовлетворения вышеупомянутых требований отделение "Криовак" фирмы "Грейс" разработало специальный пластичный трехслойный материал и упаковки из него, получившие название "барриер-бэг". Он удовлетворяет наиболее существенным требованиям, предъявляемым к упаковке, которая должна сохранять вакуум.

Бактериологический анализ говядины показал, что количество аэробных микроорганизмов увеличивалось незначительно, в то время как лактобактерий - довольно значительно. После 35-45 дней фактическое содержание лактобактерий составило $70-80 \times 10^6$ /г, а аэробов - приблизительно $3-4 \times 10^6$ /г. К концу испытаний фактическая величина выделенного сока была лишь 1,3%, в то время как по окончании срока хранения неупакованного мяса в обычных условиях потеря жидкости, как правило, составляет 3-5%.

В течение первых дней происходит быстрое увеличение рН (ферментативное превращение гликогена в молочную кислоту), который, постепенно повышаясь, к концу испытаний доходит до 5,7-5,8 единиц. Цвет,

запах и вкусовые качества испытываемых образцов были признаны удовлетворительными после хранения в течение 40 дней. Эта субъективная оценка соответствует результатам, полученным при проведении других физико-химических испытаний.

Испытания показали, что свежесть говядины, упакованной в пакеты "бэрриэр-бэг" и хранившейся при 2-4°C, сохраняется в течение 45 дней, в то время как срок хранения неупакованного мяса при той же температуре составляет максимум 10-15 дней.

Испытания на продолжительность срока сохранности свинины проводили с кусками мякоти задней и передней частей туши, упакованными в пакеты "бэрриэр-бэг" и хранящимися при 0-2°C. При этом во внимание принимали те же параметры, что и при испытаниях говядины. Полученные результаты показывают, что продолжительность срока сохранности кусков передней части составляет 18-20, а задней 20-25 дней.

Свежая потрошенная целая тушка курицы, хранившаяся при 0-2°C, сохраняет свои качества в течение 7-8 дней, теряя в массе примерно 2%. При упаковке в пакеты "бэрриэр-бэг" продолжительность срока хранения ее при 0-2°C составила 15-18 дней. Кроме того, потеря в массе практически не было и цвет кожи не изменился.

В обычных холодильных камерах срок сохранности конины составляет примерно 15 дней. Однако из-за высокой окисляемости мышечного миоглобина это мясо очень сильно темнеет, в результате чего срок его реализации приходится ограничивать до 5-6 дней. При хранении в пакетах "бэрриэр-бэг" оно сохраняет качество цвета, по меньшей мере в течение 15 дней.

Из сообщения К. Тендлера (ФРГ) следует, что для упаковки порционного охлажденного мяса в магазинах самообслуживания (упаковка типа S B) обычно применяют лотки (Foodtainern) и мягкую полиэтиленовую пленку из ПВХ.

Новая усаживающаяся пленка из сополимера этилена с эфиром ненасыщенной кислоты не увеличивает продолжительность хранения, однако служит защитой от загрязнения продукта из окружающей среды.

При использовании упаковки типа Семиригид с газовым наполнением (20-30% CO₂, до 80% O₂, иногда 3-10% N₂) срок хранения порционно охлажденного мяса увеличился с 2 до 5-10 дней. При этом решающее значение как и ранее имели начальная степень обсемененности и температура при разделке, упаковке, транспортировке и реализации. Пони-

жение температуры на один градус удлинит срок хранения на 2 дня. Химический состав смеси газа в вышеназванном диапазоне почти не влияет на сроки хранения. Отношение объема газа в см³ к массе мяса в граммах должно составлять примерно 1:1. Так как мясо для жареного из говядины должно быть подготовлено за 5-6 дней до применения, то высокий уровень гигиены в убойном цехе является условием для обеспечения оптимального срока хранения. Рекомендуется организовать процесс разделки и упаковки таким образом, чтобы мясо находилось в неохлаждаемых помещениях не более 20-30 минут.

При недостатке соответствующих рефрижераторов могут быть использованы изолирующие контейнеры.

Газонаполненная упаковка может быть использована не только для говядины, но и свинины, телятины и баранины. Однако при упаковке данных видов мяса можно использовать вакуум, в некоторых случаях упаковку заполняют CO₂, при этом срок хранения несколько увеличивается. Мясо некачественных сортов, как например свинина типа PSE и типа DFD, или аналогичная телятина имеют ограниченные сроки хранения при условии интенсивного охлаждения (PSE), либо вообще не подлежат хранению (DFD). Это же относится и к упаковке мяса крупными кусками в термосвариваемые пакеты, которые рассматриваются ниже. Перед упаковкой свинины или телятины для каждой туши необходимо контролировать величину pH.

Куски говядины обычно транспортируют в герметичных пленочных пакетах. При более длительных транспортировках (например, за океан) в упаковке с повышенным содержанием O₂ лучше сохраняется цвет мяса. Благодаря применению новых термосвариваемых комбинированных материалов (иономер-сурлин или сополимер этилена с эфирами ненасыщенных кислот) пленочные упаковки после вакуумирования могут подвергаться усадке в туннеле с горячим воздухом. Так как при указанных видах упаковок вакуум не применяют, потери мясного сока, выделившегося из мяса, уменьшаются почти на одну треть. Аналогичные потери масла наблюдаются также при использовании в качестве упаковок лоточков с обтяжкой пленкой или термосвариваемых упаковок, у которых в результате глубокой вытяжки после обработки в горячем воздухе происходит дополнительная усадка. Однако при применении этих новых видов упаковки качество продукта также зависит от исходной обсемененности и температуры хранения.

Для говядины оптимальными условиями хранения являются 2,5-4 недели при $+3 - +4^{\circ}\text{C}$. Продолжительность хранения упакованной свинины, телятины и баранины не должна превышать 8 дней. Выделение конденсационной влаги на внутренней поверхности упаковки не ухудшает качества, однако снимать упаковку следует при низких температурах.

Указанные термосвариваемые упаковки, как в виде плоских, так и термоформуемых пакетов, пригодны для хранения большинства мясных продуктов и колбасных изделий. Благодаря плотной укладке штучных изделий при отсутствии свободного пространства над продуктом уменьшается выделение жидкости в колбасках, сосисках, вареной колбасе, свежих сырокопченых колбасах и вареных окороках. Однако в данном случае, как и в других, необходимо следить за выделением упакованным продуктом жидкости.

Сохранность упакованного продукта зависит от поверхностной обсемененности и температуры обработки, стойкость в хранении уменьшается в результате усиленного освещения.

Более плотная укладка продукта с применением вакуума отмечена в плоских термосвариваемых упаковках по сравнению с термоформованными пакетами.

Термосвариваемые упаковки с технологией сваривания в горячем воздухе показали также хорошее качество при хранении замороженных кусков говядины (например при хранении государственных резервов). В результате применения термосваривания уменьшается возможность образования негерметичных швов и, как следствие, изменений, вызванных воздействием кислорода воздуха или ожога при замораживании.

При использовании нового оборудования упаковки, полученные методом глубокой вытяжки (без туннеля с горячим воздухом), термосвариваются внутри установки (Skinpack). При этом на упаковках, находящихся под напряжением, совершенно отсутствуют складки.

Кроме уменьшения потери массы, вызванной выделением сока, при-менение сварных пакетов косвенным образом увеличивает срок сохранности продукта. Кроме того, в случае применения только лишь вакуумных упаковок свежих изделий, как например вареных колбасок, сосисок и отварных окороков, при температурах хранения свыше $+5^{\circ}\text{C}$, в выделившемся белоксодержащем соке происходит очень быстрое микробное загрязнение, которое ухудшает запах и вкус упакованного продукта.

Сырокопченые колбасы, предназначенные для самообслуживания, обычно упаковывают в целлофановые мешочки без вакуума или под вакуумом при содержании остаточной влаги в продукте более 33%, что соответствует значению величины α_w , примерно 0,91.

Колбасу с высоким содержанием влаги можно упаковывать в целлофановые мешочки, пропускающие водяные пары. Для вакуумной упаковки пригодны термосвариваемые материалы. Для длительного хранения сырокопченых колбас (например создания государственных или военных резервов) наряду с жестяными банками, заполненными газом N_2 , укупоренными под вакуумом алюминиевыми банками или тубами, могут быть использованы термоусадочные и термоформуемые упаковки. В указанной упаковке эти изделия могут храниться до 1,5 лет.

Благодаря трехкратному нанесению защитного покрытия из моно- или диглицеридов с элементами искусственных материалов или воска срок хранения колбасы можно продлить до 9 мес. при условии хорошего качества продукта. Колбаса должна быть изготовлена из свежего сырья, содержать не более 25% жира и должна быть лишь слегка закопченной. Долгохранящиеся колбасы в многослойном защитном покрытии, нанесенном на поверхность батонов методом погружения, должны содержать максимум 29–30% влаги, что соответствует значению величины α_w 0,89. Колбасы, предназначенные для длительного хранения в вакуумных упаковках следует высушивать до содержания влаги 25–26% (значение величины α_w примерно 0,88).

Металлизированные пленки кроме оптических характеристик обладают низкой кислородпроницаемостью, как и лак ПВДХ. Эти характеристики сохраняются до глубины вытяжки примерно 1,5 см. При глубокой вытяжке свыше 2 см в фигурных упаковках проницаемость газа для этих материалов заметно увеличивается. Металлизированная пленка вследствие своих цветовых контрастов оказывается пригодной для использования в качестве внутренней упаковки мясных продуктов.

Указанные пленки, как и алюминиевые на основе алюминиевой фольги, имеют привлекательный внешний вид, например пленки, изготовленные методом каширования или с клеевой композицией, окрашены в различные металлические оттенки.

В непроницаемых упаковках может быть использован газ CO_2 , несколько продлевающий срок сохранности продуктов. Для порционного мяса (прежде всего свинины, телятины, баранины и птицы) могут быть

использованы упаковки типа Семиригид (например, полиакрилонитрил), для кусков говядины и свинины — мешки из усадочной пленки с лакированием или промежуточным слоем ПВХ. В случае упаковки сосисок, жареной колбасы, колбас ломтиками, кусочков птицы и прочих мясных изделий в мешки или фигурные пакеты с покрытием ПВХ или с другим непроницаемым для CO_2 покрытием, продукт может храниться в газонаполненных упаковках. С использованием CO_2 срок хранения продукта несколько увеличивается. При температуре выше $+3^\circ\text{C}$ не выявлено преимуществ в сроках хранения упаковок с газом и без него. Это же можно отметить при вкладывании отсасывающих жидкость "фильтров". Однако и при этих формах упаковки стерильность, температура и степень освещенности решающим образом определяют сохранность качества.

В общем случае при упаковке мяса и мясных продуктов в прозрачные пакеты на них должно быть уменьшено до минимума воздействие света. Это же относится и к прозрачной усадочной пленке с ультрафиолетовым абсорбером. Как известно, негативное действие на качество продукта оказывают не только ультрафиолетовые лучи. В противоположность кислороду воздуха свет действует как катализатор, ускоряет в мясных продуктах изменение цвета (серые и коричневые тона) и окисление жира (прогорклость). Так как в измельченных продуктах даже при вакуум-упаковке в пакетах всегда присутствует кислород, то освещение в каждой прозрачной упаковке уменьшает срок хранения. Особенно чувствительны к свету вареные колбаса и окорока. Упаковки с высокой кислородонепроницаемостью (пленка с защитным слоем из ПВХ или полиакрилонитрила или металлизированная) заметно затормаживают ухудшение качества, вызванное воздействием света.

Новые разработки перевязочных пленок с защитным слоем из ПВХ 18 мкм используют в виде мешков или сосудов для стерилизуемых мясных изделий, как, например, колбасные изделия и различные блюда из мяса. В связи с газонепроницаемостью этих материалов по O_2 они обеспечивают при полном консервировании срок сохранности качества до 6 мес. без охлаждения. Так как эти пленки термосвариваемые, то для получения бактерионепроницаемого шва, как у легких контейнеров, так и пакетов, зона сварки шва должна быть чистой. В случае использования контейнеров с ограниченной проницаемостью к O_2 для наи-

более длительного сохранения качества блюд с мясным соусом особенно важно использование свежего масла. Указанные блюда упаковывают в пакеты, в которых не должно быть свободного пространства, содержащего кислород воздуха.

Упаковка для соленого мяса. Удовлетворительная упаковка такого мяса, предусматривающая оптимальные сроки хранения, должна исключить проникновение кислорода и влаги и обеспечить пригодность к прочной и герметичной термосварке, нанесению печати и упаковке на высокопроизводительных машинах. Воздействие света и ультрафиолетовых лучей вызывает обесцвечивание упакованного мяса, для предохранения применяют непрозрачные комбинированные материалы. Выше 80% всего соленого мяса в США продается в упаковке под вакуумом или в среде инертного газа N_2 . Всего реализуется комбинированных материалов для вакуумной упаковки на 10 млн. долларов в год. В основном для этой цели за рубежом применяют комбинированные пленки типа: целлофан-полиэтилен, целлофан-фольга-полиэтилен, полиэтилен-терефталат-полиэтилен и полиамид-полиэтилен. Часто предусматривают слои покрытия из сополимера поливинилиденхлорида, чтобы исключить проникновение кислорода. Для вакуумной упаковки соленого мяса применяют также комбинированную пленку саран-ПВХ-саран, изготавливаемую соэкструзией. Из других материалов используют также пленки из поликарбоната, полуретана, поливинилового спирта, совмещенные с термосвариваемой полиолефиновой пленкой.

Мясо, прошедшее тепловую кулинарную обработку, обычно является соленым и для его упаковки можно применять те же пленки, что и для соленого мяса. Для упаковки горячестерилизованных продуктов предпочтение отдается комбинированным пленкам, содержащим слои фольги, чаще всего — комбинированным пленкам полиэтилентерефталат-фольга-полиолефиновые смеси.

Принимая во внимание широкое использование целлофана и комбинированных пленочных материалов на его основе для упаковки мясopодуктов в проблемной лаборатории полимеров МТИММПа совместно с другими организациями были проведены работы по улучшению качества указанных материалов.

Недостатки целлофана: нетермосвариваемый, мало эластичный, теряет когезионную и адгезионную прочность под воздействием влаги.

Преимущества: дешев, недефицитен, газонепроницаем, прозрачен, хорошо ложится печать.

Основным недостатком целлофана является его гидрофильность и резкое снижение прочности во влажном состоянии. В докладе Гуля, Генеля, Толмачевой (СССР) сообщается о разработке технологического процесса и освоении промышленного производства целлофана с улучшенными свойствами, модифицированного гидрофобной добавкой. Как показывают данные табл. I, модифицированный целлофан, в обычных условиях имеющий характеристики прочности на уровне обычного целлофана (обладающий несколько большей эластичностью), во влажном состоянии характеризуется прочностью, значительно превышающей прочность обычного целлофана. Эта пленка может быть успешно использована для изготовления клеевых колбасных оболочек, а также негерметичной упаковки мясных полуфабрикатов.

Комбинированный материал с полиэтиленовым покрытием на основе модифицированного гидрофобным модификатором целлофана (марки ПЦ-4) обладает большой адгезионной прочностью, термосвариваемостью, эластичностью, лучшими характеристиками прочности в атмосфере повышенной влажности по сравнению с обычным полиэтилен-целлофаном (марки ПЦ-2), а также может быть использован для упаковки мясных продуктов и колбасных изделий, в том числе и на скоростных упаковочных автоматах. Производство обеих вышеуказанных пленок целесообразно и с экономической точки зрения и для производителей и для потребителей, так как их себестоимость ниже, чем у обычных пленок.

Применительно к скоростным упаковочным автоматам для упаковки мясных и колбасных изделий в пакеты из лакированного целлофана разработан состав лака на основе сополимера винилхлорида и винилиденхлорида, содержащий добавки, увеличивающие адгезию лакового слоя к целлофану и снижающие прилипание лака к сварочному инструменту. Сравнительные свойства традиционных видов лакированного целлофана и нового материала приведены в табл. 2.

Производство мясных консервов в полимерной пакетной таре более эффективно, чем в жестяной и стеклянной. Преимущества состоят в значительном улучшении качества продукта (вкусовых, питательных) за счет быстрого прогрева и охлаждения после стерилизации; удобства разогрева потребителем; упаковка производится без рассола и сиропа; энергоемкость тепловой обработки снижается на 25%.

Для создания полимерного комбинированного материала, выдерживающего условия стерилизации, было разработано внутреннее термосвариваемое покрытие, выдерживающее длительное воздействие температур до 120°C. Покрытие обладает высокими санитарно-химическими

Таблица I

Свойства обычного и модифицированного целлофана

Материал	Свойства пленки при относительной влажности, 65%					Свойства пленки после пребывания в воде в течение 30 мин. при 20°C				
	Число двойных изгибов	Разрушающее напряжение, кгс/мм ²		Относительное удлинение, %		Число двойных изгибов	Разрушающее напряжение, кгс/мм ²		Относительное удлинение, %	
		в продольном направлении	в поперечном направлении	в продольном направлении	в поперечном направлении		в продольном направлении	в поперечном направлении	в продольном направлении	в поперечном направлении
Целлофан обычный	600	11,5	6,3	18	30	100	3,0	2,4	30	40
Целлофан, модифицированный гидрофобным модификатором	1500	12,0	6,5	22	35	800	8,1	4,4	35	37

Таблица 2

Свойства лакированного целлофана

Показатели	Единица измерения	Лакированный целлофан с покрытием на основе:		
		нитролака	ВХВД-40	ВХВД-40М
Разрушающее напряжение (продольное направление)	н/м ²	1,07·10 ³	1,12·10 ³	1,22·10 ³
	кгс/мм ²	11,1	1,15	1,25
Относительное удлинение	%	40	45	40
Прочность сварного шва	н/м	4,9	12,7	14,7
	г/см	50	130	150
Проницаемость	г/дм ² за 24 ч	0,4	0,1	0,1
		Отсутствие	расплаивания в воде	
Адгезия		20°С, 80 мин.	100°С, 80 мин.	100°С, 80 мин.
	Липкость к стали Ст.3 при температуре сварки	Есть	Есть	Не отмечено

свойствами. Материал на основе лавсана с полиолефиновым покрытием был испытан для изготовления ряда полуконсервов типа "ветчина", "фарш любительский" и др. и получил положительную оценку.

Д.Киселева, А.Попов, М.Литвиненко, В.Костадинова (Болгария) исследовали поведение мясных продуктов, упакованных в термоусадочную пленку с подносом, под вакуумом и в атмосфере инертного газа.

Упакованные в термоусадочную пленку с полистироловыми подносами мясо и мясные полуфабрикаты не показали никаких изменений в своих органолептических свойствах до 96-го часа хранения. Неупакованные мясо и мясные полуфабрикаты уже через 48 час. показывают значительное отклонение - их поверхность сильно высыхает и образует корочку, поверхность темнеет и теряется торговый вид продуктов. Наступившие изменения в упакованных продуктах после 96-го часа выражаются лишь появлением слабого кислого запаха, который впоследствии исчезает, и слабым изменением цвета поверхности мяса. Консистенция сохраняется эластичной, поверхность немного влажной. Во вкусе (после варки) не замечаются отклонения.

Микробиологические исследования не имели существенных различий в количестве микроорганизмов в упакованных и неупакованных пробах.

Во всех упакованных и неупакованных пробах мяса и мясных полуфабрикатов устанавливается нарастание общего количества микроорганизмов. Существенных различий в этом отношении между отдельными видами мяса, мясных полуфабрикатов эти авторы не установили. Общее число в начале исследований для всех ассортиментов составляет 10^4 – 10^5 , а в конце – (96-й час) 10^7 . Более количество (10^8) микроорганизмов содержится в шашлыках, что можно объяснить загрязнением при производстве и их большой поверхностью.

Опыты показали, что для фрикаделек этот способ упаковки в термоусадочную пленку с полистироловыми подносами неподходящий. Термоусадочная пленка не пропускает водяные пары, а фрикадельки содержат большое количество влаги и без оболочки, в результате чего создаются благоприятные условия для развития бактерий.

Сосиски, упакованные в термоусадочную пленку, сохраняют хорошие органолептические качества до 7–8-го дня (запах, вкус и консистенция свежего продукта). Те же сосиски, неупакованные, уже на 2–3-й день высыхают, теряют сочность, сморщиваются, становятся твердыми и с резиновой консистенцией. Более благоприятные результаты с сосисками получены благодаря их наружной оболочке как дополнительного барьера против загрязнения и выделения влаги.

В мясе, упакованном под вакуумом, органолептические изменения, по сравнению с упакованным без вакуума, отмечены почти на 13-й день. Они выражаются появлением слабого кисловатого запаха при распечатывании упаковки и изменением цвета поверхности с освещенной стороны.

В мясе, упакованном под вакуумом, количество отдельных видов микроорганизмов было значительно ниже, чем в упакованном в подносы и термоусадочную пленку. Данные, полученные на свиных вырезках, упакованных обоими способами, показали, что на 6-й день хранения в упаковках без применения вакуума общее число микроорганизмов на них составляет 4×10^7 , а у упакованных под вакуумом с использованием полиамида/полиэтилена – 2×10^5 . В основном преобладают молочнокислые микроорганизмы.

Упаковка под вакуумом позволяет увеличить срок хранения мяса, без значительного увеличения микрофлоры.

У скоропортящихся мясных продуктов (сосисок, сарделек, ветчины, варено-копченой колбасы, нарезанной ломтиками), имеющих ограничен-

ный срок хранения (4 дня) и упакованных под вакуумом, в несколько раз увеличивается продолжительность хранения. Наилучшие результаты были получены для варено-копченых колбас, нарезанных ломтиками. При распечатывании упаковок после хранения более трех недель отклонений в органолептических показателях, специфических для этого продукта, не отмечено. После 25-го дня появился слабый кисловатый привкус. рН колбасы за то же время понизилось от 6,40 до 6,20.

Срок хранения увеличился и у других видов продуктов: ветчины, сосисок и сарделек, причем ветчина сохраняется дольше, чем сосиски, у которых на 12-й день при распечатывании упаковки замечается кисловатый запах, тогда как у ветчины - на 16-й день. Микробиологические исследования этих продуктов показывают высокое содержание микробов (10^7 и 10^8) в момент установления органолептических изменений. Большое значение для определения срока хранения имеют прежде всего изменения в органолептических характеристиках продукта. В скоропортящихся мясных продуктах были установлены в основном молочно-кислые бактерии, микрококки, спорообразующие аэробные микроорганизмы. Коллиформы и дрожжи были обнаружены в единичных случаях. При продолжительном хранении замечался и кислый запах и вкус - результат наступающей ферментации. Вакуумирование комбинированных газонепроницаемых упаковок создает условия для развития молочно-кислых бактерий и затормаживания развития микрофлоры гниения.

Контрольные пробы скоропортящихся мясных продуктов одного ассортимента, выпуска и партии, но не упакованные имели почти один и тот же срок хранения (2-3 дня). В холодильниках они высыхали, сморщивались, теряли свою нормальную консистенцию, специфический аромат и сильно темнели. У фрикаделек и сарделек срок хранения удлиняется от 4 до 12 дней.

Неупакованные сыро-сушеные и другие виды продуктов, нарезанные ломтиками, быстро теряют свои органолептические качества (высыхают, прогоркают, их поверхность темнеет), тогда как в упаковке под вакуумом и при хранении в холодильниках они сохраняют свой первоначальный вид в течение 50 дней (против 10-12 дней в контрольных пробах). Микробиологические исследования сыро-сушеных мясных продуктов показали большое количество на них микроорганизмов (10^6) еще в начале хранения, достигшее в процессе хранения 10^8 , без признаков порчи. В основном отмечены микрококки и молочно-кислые

бактерии. Контрольные образцы неупакованных сыро-сушеных продуктов также значительно обсеменены микроорганизмами (10^8). И в этом случае при определении срока хранения основное значение имеют органолептические исследования. Большое число микроорганизмов у сыро-сушеных продуктов не является показателем порчи, так как основное значение имеет только их вид.

Потери массы в процентах при вакуумной упаковке меняются от 0,2 до 0,3.

Во ВНИИМПе О.О. Баблюя, П.М. Голованова, В.М. Горбатов, Л.Р. Комиссарова, Л.И. Лаптева (СССР) исследовали влияние белковых защитных покрытий на качество кусковых сырокопченых мясопродуктов.

Объектом исследований служили белковый пленкообразующий состав на основе молекулярно-диспергированного коллагена, полученного по методу ВНИИМПа, сырокопченая грудинка, вырабатываемая по традиционной технологии, и сырокопченая грудинка в покрытии из белкового пленкообразующего состава.

В процессе проведенных исследований были разработаны оптимальный вариант белкового пленкообразующего состава на основе молекулярно-диспергированного коллагена и технология формирования защитных покрытий на его основе на кусковых сырокопченых продуктах из свинины. В производственных условиях параллельно с продуктом без покрытия была выработана сырокопченая грудинка в коллагеновом покрытии. Защитное покрытие на грудинку наносили после посола и стекания рассола погружением ее в пленкообразующий состав с дальнейшей коагуляцией последнего в растворе хлористого натрия. Далее грудинку в свежесформированном покрытии, содержащем 94-96% влаги, и грудинку без покрытия параллельно коптили при температуре 35°C в течение 12 час. и сушили при 12°C и относительной влажности воздуха 75% в течение 5 суток. В процессе копчения грудинки в результате взаимодействия белкового пленкообразующего состава с карбоильными компонентами дыма происходило задубливание покрытия, следствием которого являлось повышение его гидротермической устойчивости.

Толщина защитного покрытия на грудинке после сушки колебалась в пределах 50-60 мк, содержание влаги в покрытии составляло около 40%.

По окончании процесса сушки в готовом продукте определяли химические, органолептические показатели и общую микробную обсемененность 1 см^2 . Полученные результаты представлены в табл.3.

Таблица 3

Основные химические, органолептические и бактериологические показатели сырокопченой грудинки после сушки

Наименование показателей	Объект исследования	
	Грудинка в коллагеновом покрытии	Грудинка без покрытия
Содержание хлористого натрия, %	3,30±0,26	3,38±0,27
Содержание фенолов	0,845±0,085	0,929±0,093
Кислотное число, мг КОН	1,22±0,10	1,27±0,10
Перекисное число, % иода	0	0
Органолептические показатели, балл		
внешний вид	7,0	7,0
цвет	8,1	6,0
аромат	7,4	6,1
вкус	8,2	6,2
консистенция	7,0	6,8
общая оценка	8,0	6,4
Бактериологические показатели - содержание бактериальных клеток на 1 см ² поверхности	4	2,2·10 ²

Как видно из табл. 3, достоверной разницы в значениях, приведенных химических показателей между контрольными и опытными образцами грудинки не было. Особый интерес в табл. 3 представляют показатели содержания фенолов в образцах, характеризующие не только степень прокопченности готового продукта, но и проницаемость свежесформированного покрытия для дыма. Отсутствие достоверной разницы в содержании фенолов между контрольными и опытными образцами свидетельствует об абсолютной проницаемости для дыма свежесформированного (после коагуляции) покрытия из белкового пленкообразующего состава.

По результатам органолептических исследований готовая грудинка в покрытии получила более высокие оценки по сравнению с контрольными образцами, по цвету, вкусу, аромату. Лучший цвет на разрезе у опытных образцов объясняется, вероятно, их меньшим контактом с кислородом воздуха, в результате чего замедляются реакции окисле-

ния пигментов соленого мяса. Лучшие аромат и вкус являлись, по-видимому, следствием того, что проникаемое для дыма свежесформированное покрытие в процессе сушки, по мере удаления влаги и сближения молекулярных цепей покрытия, становится воздухонепроницаемым и тем самым способствует сохранению исходных аромата и вкуса продукта.

Общая микробная обсемененность на квадратный сантиметр поверхности грудинки в покрытии была представлена единичными бактериальными клетками, а у контрольных образцов на два порядка выше.

Наряду с показателями, представленными в табл. 3, определяли потери в массе грудинки за период копчения и сушки. С этой целью образцы взвешивали до копчения и после сушки. Результаты опыта показали, что потери массы грудинки в покрытии за этот период были на 3% ниже, чем грудинки без покрытия.

Выработанную опытную партию свинокоченостей хранили при двух температурных режимах $+12^{\circ}\text{C}$, относительной влажности воздуха 75% и температуре $+5 - +6^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 78%.

В процессе хранения образцы взвешивали с целью определения усушки. Усушка контрольных образцов сырокоченной грудинки при хранении в течение 14 дней, при температуре $+12^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 75% на 1,2% выше, чем у грудинки в покрытии. Через 28 дней эта разница увеличилась до 2,8% и далее возрастала по мере длительности хранения. Разница в величине усушки между контрольными и опытными образцами в течение одного месяца хранения при $+5 - +6^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 78% составила 2%, через 2 месяца - 2,6% и также возрастала по мере увеличения длительности хранения.

Поскольку сроки хранения жиросодержащих продуктов в первую очередь определяются степенью окислительных превращений жира, определяли изменение перекисных и кислотных чисел жира. Индукционный период окисления жира грудинки при $+12^{\circ}\text{C}$ составляет 38 дней. Покрытие из белкового пленкообразующего состава способствовало увеличению периода индукции окисления жира в 1,7 раза по сравнению с индукционным периодом окисления жира продукта без покрытия. За период индукции кислотные числа жира грудинки достигали 2,8-3,0 мг КОН. В процессе хранения сырокоченной грудинки без покрытия при $+5 - +6^{\circ}\text{C}$ индукционный период окисления жира заканчивался через 3,0 месяца. Покрытие из белкового пленкообразующего состава увеличивало период индукции до 6,2 мес. или в 2,1 раза по

сравнению с контрольными образцами. Кислотные числа жира грудинки за период индукции достигали значений 2,0-2,6 мг КОН. Органолептическая оценка сырокопченой грудинки в процессе хранения показала, что покрытие из белкового пленкообразующего состава способствовало сохранению аромата, консистенции продукта.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о возможности удлинения сроков хранения сырокопченой грудинки в покрытии из белкового пленкообразующего состава при изученных режимах хранения в 1,7-2,1 раза по сравнению со сроками хранения сырокопченой грудинки без покрытия в результате торможения процесса окисления жира, вследствие уменьшения контакта продукта с кислородом воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

Morgareidge K., "Encyclopedia of Polymer Sci. and Technology", 7, N.Y., 1968, 709-710

Упаковка пищевых продуктов. Пер. с немецкого Алленовой Н.И. и Щербаковой Г.М.. М., "Пищевая промышленность", 1970, 312.

Гуль В.Е. Гидратцеллюлозные пленки. "Энциклопедия полимеров", I, М., "Советская энциклопедия", 1972, 612-623.

Гуль В.Е., Беляцкая О.Н. Пленочные полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов, М., "Пищевая промышленность", 1968, 280.

Генель С.В. Полимеры в пищевой промышленности. "Энциклопедия полимеров", II, М., "Советская энциклопедия", 1974, 936-943.

Шипкина Н.Н., Назаров А.С. Применение полимерных пленок для упаковки мясопродуктов. М., "Пищевая промышленность", 1965, 132.

Шилер Г.Т., Свещинский О.М., Генель С.В. Улучшение свойств упаковочных пленочных материалов, выращиваемых на основе целлюлозы, для молочных, мясных и других пищевых продуктов. М., ЦНИИТЭИмясомолпром, 1976, 38.

Беляцкая О.Н., Гуль В.Е. и др. Высокомолекулярные соединения, 7, 1965, 1645.

Поповский В.Г., Муравин Я.Г. и др. Применение полимерных материалов в консервной промышленности. М., "Пищевая промышленность", 1971, 232.

Сводова Г.П. Эффективность использования химических материалов в консервной промышленности. М., "Пищевая промышленность", 1974, 44.

Partmen W., Frank H.K., Observations on the Storage of Meat in Controlled Gasous Atmospheres, Proceeding of the XIII-th International Congress of Refrigeration. Washington D.C., 3, 1971, 17-24.

XVIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. М., ВНИИМП, 1977.

Горбатов В.М., Баблюя О.О., Борисова М.А., Комиссарова Л.Р., Голованова П.М. Сравнительные исследования фибриллярного и растворимого коллагена методом ИК-спектроскопии, Труды XV Европейского конгресса работников НИИ мясной промышленности, Дублин, 1974, 223-226.

Горбатов В.М., Баблюя О.О., Голованова П.М. и др. Структурно-механические свойства продуктов растворения коллагена. XVI Европейский конгресс работников НИИ мясной промышленности, Берн, 1975, 173-177.

ГОСТ 9957-73. Колбасные изделия и продукты из свинины, баранины и говядины. Метод определения содержания хлористого натрия.

Курко В.И., Кельман Л.Ф. Содержание фенолов в колбасных изделиях - показатель их прокопченности. М., "Тр. ВНИИМПа", вып. XII, 1962, 83-91.

Паульская В.И. Экспресс-метод экстрагирования жира из жировой ткани. "Мясная индустрия СССР", I, 1958, 9-10.

ГОСТ 8285-74. Жиры животные топленые. Правила приемки и методы испытания.

Солнцева Г.Л., Динариева Г.П. Методические указания по применению научно обоснованных методов органолептической оценки качества мясных продуктов. М., ВНИИМП, 1973, 10.

THE BASIC TRENDS IN PLASTIC MATERIALS UTILIZATION FOR
PACKAGING MEAT PRODUCTS AND THE QUALITY OF THE LATTER
AS EFFECTED WITH PACKAGING

Prof. Dr. Chem. Sci. V.E.Gul, the Moscow Technological
Institute of Meat & Dairy Industries, Moscow, USSR.

Dear Chairman,
Dear colleagues,

Quite a successful report of our Chairman concerning the
problem of our session facilitated my task considerably.

Before reporting and analyzing the subject matter of the pa-
pers presented to this session, I must say that all the authors
hold similar principal positions which I shall formulate very
briefly.

1. From the viewpoint of packing, meat products can be condi-
tionally divided into three categories (fresh, cured, processed).

2. Fresh meat, as related to its technology or to the stage
at which it is packed, must contact O_2 or be isolated from its ef-
fect. But in any case, it is necessary to prevent drip during stora-
ge. In this respect especially effective are shrinkable films.

Fresh meat, like some meat products, retain well its proper-
ties in the gaseous atmosphere of a definite composition or under
vacuum, this preventing the development of chain oxidation proces-
ses and of microbial flora. Intentional addition of some substan-
ces to packaging films inhibits the above processes.

3. It is most rational to package cured or processed meat into
gas-impermeable films which, if necessary, can be retortable.

4. In all these cases, of importance is the initial bacterial
load, which imposes a number of limiting conditions on the process
of packaging.

5. Concrete problems of meats rational packaging differ with
countries as for the polymer films and packages used. To choose the

most optimum solution, it is necessary to make comparisons at strictly similar conditions of packaging, at a similar quality of the products to be packed and, naturally, under similar storage, transportation and sale conditions. Without observing these conditions, it seems impossible to show preference for one or another packaging procedure reported at the XXIIIrd European Congress of Meat Research Workers. I shall venture the citation of the well-known fact that in similarly packed beef, veal, pork and mutton processes proceed differently during storage.

In the overwhelming number of cases storage time of meat products is determined with the development of microflora. At the VNIIMP special studies were carried out with film-packed chilled meat and ready-to-cook meats. Microbial changes during storage under the atmospheric pressure and under vacuum were defined. According to these studies determinant conditions for long storage of packed meat products are the minimal initial bacterial load and low storage temperature. It was found that in hermetically sealed packages even without the application of vacuum or inert gases, the development of microorganisms was retarded in packed meats and, shrinkage was, practically, eliminated during storage. Vacuum-packing of chilled meat extends storage life by 1-2 days and causes changes in meat microflora, viz., the development of lactobacilli predominates.

Within the recent decades great attention in the USA, Japan, European countries is given to the projects aimed at preventing the microbial deterioration of meat and meat products. In this field there is a number of inventions and some published information.

There are patents for the methods for preventing microbiological deterioration of meat products by applying chemicals, e.g. fungicides, antibiotics and antioxidants which inhibit the microbial development on the surface of meats.

A similar chemical substance, sorbic acid, was used by the MTIMMP problem laboratory to develop the formulation and technology of the escaplene film based on hydrochloride-polyisoprene. Sorbic acid is added to the film material to form artificial initiators of crystallization, to regulate polymer structure and properties,

as well as to stabilize hydrochloride rubber. Studies carried out together with the Chair of Microbiology of the MFTIMMP showed that sorbic addition to escaplene. The data obtained can be used to inhibit the microbial growth and to extend the shelf-life of packaged meats.

As is justly stated by L.Kiseleva, A.Popov, M.Litvinenko and V.Kostadinova (Bulgaria) in their paper, meat and meat products are most difficult from the viewpoint of packaging technique. They are irregular in shape, perishable, require packaging machines with a broad range of control of package size and shape. Most popular are the following machines: Franklin, Filotex, Holymatic, and Multivac.

The authors think that, in order to inhibit extensive microbial growth during chilled meat storage and transportation and to extend its storage time, methods can be used which are based upon the development of a modified gaseous atmosphere inside packages (or hermetically sealed containers).

Experiments in this country and abroad demonstrated that a modified gaseous atmosphere for keeping meat cuts must contain the minimum oxygen amount. As an example may serve experiments in BRD on storing meat (beef, veal or pork cuts) at 7°C for 6-8 days, which showed that the best results were obtained with the following gaseous media: 99.5% N₂ + 0.5% O₂; 70% CO₂ + 30% air; 90%N₂ + 10%CO₂ (at 3°C). In this connection I would like to mention that a number of patents proposes the development of a modified gaseous medium by varying the gaspermeability of the packing material or by adding substances, selectively binding oxygen, to the latter. Thus, to absorb oxygen inside a package, it is recommended to use finely powdered palladium in the adhesion layer between the inner cellophane or polyethylene film and the outer aluminium foil.

The problem laboratory of the MFTIMMP together with other organizations has developed and tested commercially a film material of a selective permeability destined for use as membranes and filters in special gas-separating units: it is characterized with a high absolute gas-permeability level, which exceeds that of high pressure polyethylene by 200-300 times, and with selective gas-permeability. The approximate ratios of N₂-, O₂- and CO₂-permeability

coefficients of the two films is 1:2, 1:9.

Vacuum-packing with simultaneous chilling gives more satisfactory results as compared to various other methods used in modern industry to prolong fresh meats storage life provided drip is prevented.

Taking into account different shapes and sizes of packaged meat, a vacuum-packing material must have the following characteristics:

- impermeability to gases (especially to oxygen);
- impermeability to water vapours, high resistance to abuse and wear;
- elasticity and skin-tight-fitting.

In his interesting paper G.Hampel stresses that, to satisfy most completely the above requirements, the Cryovac Division of the "Grace" company has developed a special plastic three-layer material and made packages, named "Barrier-Bags" from it. It meets the most strict requirements claimed to packages which are to retain vacuum.

The bacteriological analysis of beef showed that aerobic micro-organisms increased slightly, whereas lactic bacteria grew rather considerably. After 30-45 days lactic bacteria, in fact, constituted $70-80 \times 10^6/g$, while aerobes showed values around $3-4 \times 10^6/g$. By the end of the tests the extracted juice was, in fact, only 1.3%, whereas for unpacked meat it is, generally, 3-5%.

During the first days pH rises rapidly (enzymatic transformation of glycogen into lactic acid), which reaches 5.7-5.8 by the end of the trial. Colour, odour and taste of the tested samples were judged as acceptable after 40-day storage. This subjective evaluation is in accordance with the results of physico-chemical analyses.

The trials indicated that fresh beef packaged into Barrier-Bags and kept at $2-4^{\circ}C$ retained its quality for up to 45 days, while unpackaged meat kept at the same temperature had maximum 10-15-day storage life.

Storage tests on pork were carried out with boned rump and shoulder cuts packed into Barrier-Bags and kept at $0-2^{\circ}C$. The parameters taken into account were the same as for beef. The results

obtained show that the storage life of shoulder cuts is 18-20 days and of rump 20-25 days.

Fresh eviscerated whole chicken carcasses kept at 0-2°C retained their quality for 7-8 days at the weight loss of about 2%. Packing into Barrier-Bags extended their storage life at 2°C to 15-18 days. Besides, the weight loss was, practically, negligible, there were no changes in skin colour.

Under normal cooling conditions horse-meat storage life is, usually, around 15 days. However, owing to a high oxidability of muscle myoglobin, this meat becomes very dark and, hence, its commercialization time should be limited to 5-6 days. When packed in to Barrier-Bags, it retains its colour for, at least, 15 days.

From the report by K.Tändler(BRD) it follows that, for packaging portioned chilled meat in self-service shops (SB-packing), trays (Food-tainers) are usually used with a flexible plasticized PVC-film.

A new shrinkable film, made of a co-polymer of ethylene with an ester of unsaturated acids, does not extend the storage life, but protects product contamination from the environment.

When Semirigid packages filled with gases (20-30% CO₂, up to 80% O₂, sometimes 3-10% N₂) are used for portioned chilled meat, its storage life increases from 2 to 5-10 days. Of the decisive role here, like earlier, were the initial microbial load, temperatures during cutting, handling and sale. Temperature lowering by one degree extends meat storage life by 2 days. The chemical analysis of the gas mixture within the above range does not nearly influence the storage life. The gas volume (cm³) to meat weight(g) proportion should be approximately 1:1. Since beef meat for stewing must be prepared 5-6 days before use, a high level of hygiene on the killing floor is a necessary condition to ensure the optimum storage life. It is recommended to cut and package meat in such a way that meat be kept in non-refrigerated rooms no longer than 20-30 min. When the number of refrigerators is not enough, insulating containers may be used.

A gas-filled package can be applied not only to beef, but to pork, veal and mutton, as well. However, packing of the latter kinds of meat may be done under vacuum, sometimes packages are filled with

CO₂, this prolonging slightly meat storage life. Low-quality meat, e.g., PSE and DFD pork or veal, has a limited storage time even in case of intensive chilling (PSE) or are not fit for storage (DFD), in general. The same is true of large meat cuts packing into heat-sealable packages which will be considered later. Before pork or veal packing, each carcass must be analyzed for pH.

Beef cuts are usually transported in hermetically sealed flexible films. When meat is transported for long distances (e.g., over seas) in packages with an increased O₂ content, colour is retained better. Due to the application of new heat-sealable combined materials (ionomer surlyn or co-polymer of ethylene and esters of unsaturated acids), evacuated film packages can be shrunk in hot-air tunnels. As the above packages with meat are not vacuumized, the expressed meat juice amount is reduced by nearly a third. Similar weight losses are also observed when trays with an overwrapping film or heat-sealable packages are used which are additionally shrunk as a result of deep drawing post hot air treatment. However, when these new types of packages are applied, the product quality also depend on the initial microbial load and on storage temperature.

For beef, the optimum storage conditions are 2.5-4 weeks at 3-4°C. Packed pork, veal and mutton should not be stored longer than for 8 days. The condensation water on the inner surface of a package does not impair meat quality but the package must be removed at low temperatures.

The above-mentioned heat-sealable packages (both flat and thermoformable ones) are fit for storage of most meat products and sausages. Owing to compact packing of piece products, the absence of the free space above the product helps to reduce liquid separation in sausage chubs, cooked sausages, frankfurters, dry sausages and cooked ham products. In this and other cases, however, one should follow liquid separation by packaged products.

The shelf-life of a packed product depends on the surface load and processing temperature, and it decreases under more intensive light.

More compact packing of products by applying vacuum is noticed in flat heat-sealable packages as compared to thermoformable ones.

Heat-sealable packages showed a good quality for storing frozen beef cuts (e.g. of state meat reserves). Heat sealing reduces the potential of leak seams and, as a sequence, of changes caused by the air oxygen, or freeze-burns.

When new equipment is used, packages produced by deep drawing (without hot air tunnels) are heat-sealed inside the installation (Skinpack). Here, strained packages have no folds.

In addition to reduced weight losses due to juice separation the application of sealable packages extends indirectly product shelf-life. Besides, in case of using only vacuum-packed products, e.g., cooked sausages, frankfurters and cooked ham, stored above 5°C, there occurs a very rapid microbial contamination of the released protein-containing juice, it deteriorating the odour and taste of the packaged product.

Dry sausages destined for self-service shops, are usually packed into cellophane bags without or under vacuum at the product residual moisture over 33% which corresponds to the a_w -value of about 0.91.

Sausages of a high water content can be packed into water-vapour-permeable cellophane bags. For vacuum-packing, heat-sealable materials can be used. For long storage of dry sausages (e.g., for the accumulation of state or military reserves), along with tins filled with N_2 , vacuum-sealed aluminium cans or tubes, heat-shrinkable and thermoformable packages can be used, which ensure product keepability up to 1.5 years.

A three-layer protective coating of mono- or diglycerides with artificial substances or wax added allows to extend sausage storage time up to 9 months. Sausage must be prepared of fresh meat, contain no more than 25% fat and be smoked only slightly. Long-stored sausages, having a multilayer protection coated by immersion, must contain, maximum, 29-30% moisture (i.e. $a_w=0.89$). Sausages to be stored for a long time in vacuum-packages must be dried down to the 25-26% water content (a_w is around 0.88).

Metallized films, in addition to optical characteristics, have a low O_2 -permeability like PVDC-lacquer. These characteristics are retained up to the deep-drawing of 1.5 cm. Above 2 cm and in case of figure-packages, their gas-permeability grows noticeably. A me-

tallized film, due to its contrast colours, turns out to be suitable for use as an inner layer of meat packages.

The above films, like aluminium films based on aluminium foil, have an attractive appearance, e.g. the films produced by laminating or with a glue composition, and different "metallic" shades.

In impermeable packages CO_2 can be used which extends slightly the storage life of foods. For portioned meats (above all, pork, veal, mutton, poultry meat) packages of the Semirigid type can be used (e.g., polyacrylonitrile), for beef and pork - bags from a shrinkable film (lacquered or with an intermediate PVDC layer). When frankfurters, fried sausage, sliced sausage, poultry cuts, etc. are packed into bags or figure packets with a PVDC or any other CO_2 -impermeable coating, products can be kept in gas-filled packages. The use of CO_2 prolongs somewhat product storage life. At above 3°C no advantages in storage life of gas-packed products over packages without the gas. This could also be noticed when liquid-absorbing "filters" were put inside packages. In this case, however, such factors as sterility, temperature and light intensity determine product keepability.

In general, when packing meats into transparent materials, light effect should be minimized. The same is true of a transparent shrinkable film with an UV-absorber. As is known, of the negative effect upon product quality are not UV-rays only. Unlike atmospheric oxygen, light acts as a catalyst, accelerating grey and brown discolouration and fat oxidation (rancidity). As O_2 is always present even in vacuum-packed products, lighting reduces the storage life of products in transparent packages. Especially light-sensitive are cooked sausages and ham. Highly O_2 -impermeable materials (films with a protective PVDC or polyacryl-nitrile layer or metallized) inhibit markedly quality deterioration due to the light effect.

Newly developed tying PVDC-coated films (18 mm) are used as bags or containers for autoclaved meats, e.g. sausages and meat meals. Owing to the O_2 -impermeability of these materials, they ensure preservation of sterilized products for up to 6 months without

chilling. Since these films are heat-sealable, in order to obtain bacteria-impermeable seams in light containers and film packages the sealing zone of a seam should be clean. When containers of a limited O_2 -permeability are applied, to keep the quality of meat meals with a sauce as long as possible, it is very important that the oil used be fresh. The above meals are packed in such a way as to eliminate the free space with the atmospheric oxygen.

Packages for cured meat. Satisfactory packages for such meat, ensuring the optimum storage time, must prevent oxygen and moisture penetration and provide their suitability for strong and airtight heat-sealing, printing, for high-speed operations. Light and UV-rays cause the discolouration of packaged meat; to prevent it, opaque laminated materials are used. More than 80% of all cured meat in the USA are sold vacuum- or N_2 -packed. The value of all the laminated materials for vacuum-packing is 10 mln dollars per year. Basically, the following laminates are used: cellophane-polyethylene, cellophane-foil-polyethylene, polyethylene-terephthalate-polyethylene and polyamide-polyethylene. They often use coatings of a PVDC co-polymer to prevent oxygen penetration. For vacuum-packing of cured meat the saran-PVC-saran is also used which is produced by means of co-extrusion. Other materials are also applied: films of polycarbonate, polyurethane, polyvinyl alcohol laminated with a polyolefinic film.

Processed meats. Usually, they are cured and, to pack them, similar films may be used as for cured meat. To pack heat-sterilized meats, preference is given to laminated films containing foil, most often, polyethylene-terephthalate-foil-polyolefinic laminates.

Taking into account a wide use of cellophane and laminates on its base for meats packing, the NTIIMP problem laboratory of polymers in co-operation with other organizations carried out studies aimed at improving the quality of the above materials.

Disadvantages of cellophane: it is not heat-sealable, has low elasticity, loses cohesive and adhesive strength under moist conditions.

Advantages of cellophane: it is cheap, available, gas-permeable, transparent, suitable for printing.

The main disadvantage of cellophane is its hydrophilicity and a

sharp decrease of strength when moistened. The paper by V.E.Gul, S.V.Genel & M.N.Tolmatchova (USSR) reports the development of a technological process and the introduction to commercial practice of improved cellophane modified by a hydrophobic additive. Table 1 shows that modified cellophane, having the strength characteristics of ordinary cellophane under usual conditions (though more elastic), under moist conditions is much stronger than the ordinary cellophane. It can be successfully used in the production of laminated sausage casings, as well as of non-air-tight packages for ready-to-cook meats.

As compared to the ordinary polyethylene-cellophane (the PTS-2 type), the combined material with a polyethylene coating based on cellophane, the PTS-4 type cellophane has a higher adhesive strength, heat-sealability, elasticity, higher strength in the atmosphere of an increased water level. It can be used for packing meats and sausages in high-speed automatic machines. The production of the two above films is reasonable economically both for manufacturers and consumers as their cost price is lower than that of the ordinary films.

Relative to high-speed automatic machines for packing meats and sausages into lacquered cellophane, a lacquer composition was prepared on the basis of vinylchloride-vinylidenechloride copolymer and contained additives which increased the lacquer layer adhesion to cellophane and decrease lacquer sticking to sealing devices. Comparative characteristics of the conventional lacquered cellophane and the new material are given in Table 2.

Production of canned meats in plastic packages is more efficient as compared to tins and glass jars. Advantages lie in an improved product quality (flavour, nutritive value) due to faster heating through and cooling post sterilization; convenience of warming for consumers; products are packed without brine or syrup; power consumption is reduced by 25%; storage space needed is diminished.

To produce a polymeric combined sterilizable material, an inner heat-sealable coating resistant to long, high temperature (up to 120°C) effects was developed. It is of high sanitary and chemical properties, is based on lavesan with a polyolefinic coating. It

Properties of ordinary and modified cellophanes

Table 1

Material	Relative air humidity, 65%				After soaking in water at 20°C for 30 min.					
	Number of double folds	Ultimate tensile strength, kg/cm ²		Relative elongation, %		Number of double folds	Ultimate tensile strength, kg/cm ²		Relative elongation, %	
		longitudinal	transversal	longitudinal	transversal		longitudinal	transversal	longitudinal	transversal
Ordinary cellophane	600	11.5	6.3	18	30	100	3.0	2.4	30	40
Modified cellophane	1500	12.0	6.5	22	35	800	8.1	4.4	35	37

Lacquered cellophane characteristics

Table 2

	Lacquered cellophane with a coating based on		
	nitrelacquer	VCVD-40	VCVD-40M
Ultimate tensile strength (longitudinal), n/m ²	1.07·10 ³	1.12·10 ³	1.22·10 ³
Ultimate tensile strength (longitudinal), kg/mm ²	11.1	1.15	1.25
Relative elongation, %	40	45	40
Sealed seam strength, n/m	4.9	12.7	14.7
Sealed seam strength, g/cm	50	130	150
Water-vapour permeability, g/dm ² /24 hr	0.4	0.1	0.1
Adhesion	No stratification in water at 20°C for 80 min.	No stratification in water at 100°C for 80 min.	No stratification in water at 100°C for 80 min.
Adhesiveness to stell St. 3 at the sealing temperature	Observed	Observed	Absent

was tested in the production of some canned meats, like ham, Lyubitelsky sausage mix, etc. and was favourably evaluated.

L.Kiselyova, A.Popov, M.Litvinenko, V.Kostadinova (Bulgaria) studied the behaviour of meat products packed in polystyrene trays overwrapped with a heat-shrinkable film under vacuum or in an inert gas. Piece and portioned meats packed so showed no changes in their organoleptical qualities for 96hr storage. Non-packed meat changed greatly even after 48 hours: their surface dehydrates considerably and darkens, a dry skin is formed, the product loses its salable appearance. In packed products after 96hours only a slight sour odour appears (which disappears later) and meat surface is somewhat discoloured. The consistency retains its elasticity, the surface is still slightly moist. No deflections in flavour post cooking are noticed.

Microbiological tests showed no great changes in the microbial load of test and control samples.

In all the samples the total load growth was observed, no difference having been found as related to the kind of meat or meat products. The total load at the beginning of studies for all the products is 10^4 - 10^5 and after 96 hours - 10^7 . A higher load (10^8) is noted in shashlyks, this can be explained by contamination in production or by their bigger surface area.

Experiments demonstrated that for meat balls the method of packing into a heat-shrinkable film with polystyrene trays is unsuitable. Such a film is impermeable to water vapours, but meat balls contain much water even without casings, this favouring bacterial growth.

Franks packed into a heat-shrinkable film retain good organoleptical qualities for 7-8 days (odour, taste, consistency). Similar but non-packed franks are dehydrated by 2-3rd day, lose their juiceness, shrink, become tough and rubbery. More satisfactory results were achieved due to the outside casing as an extra barrier to contamination and evaporation.

In vacuum-packed meat changes of organoleptical properties, as compared to controls, were noted on the 13th day. They were: slightly sourish odour when unwrapped, discolouration of the light-exposed surface.

In vacuum-packed meat the number of individual microorganisms was much lower as compared to meat packed in trays with an overwrapping shrinkable film. The data for pork tenderloins packed by both these methods showed that by the 6th day the microbial load in the packages without vacuum applied is 4×10^7 , while that in the samples vacuum-packed into polyamide/polyethylene it is 2×10^5 , Lactobacilli are, mainly, predominating.

Vacuum-packing allows to extend meat storage life without a significant rise in its microbial load.

In case of perishable meat products (frankfurters, sardellas, ham, cooked-and-smoked sliced sausage) having a limited storage life (4 days), vacuum-packing extends the permissible storage time. The best results were obtained for cooked-and-smoked sliced sausages. Unwrapping after storage for more than 3 weeks revealed no organoleptic anomalies. After 25 days a weak sourish off-flavour appeared. Within the same period sausage pH fell from 6.40 down to 6.20.

Storage time increased for other products, as well, viz., ham, frankfurters and sardellas, ham quality being preserved longer as compared to frankfurters; the latter have a sourish odour on the 12th day, while ham - on the 16th day. Microbiological tests indicate a high load (10^7 and 10^8) in the above products, respectively, when organoleptical changes are detected. To determine storage time, of importance are, above all, changes in product organoleptical characteristics. Perishable meats were shown to, basically, contain lactobacilli, micrococci, aerobic sporeformers. Coliforms and yeasts were found in single cases. During prolonged storage sour odour and taste were detected - as a result of the onset of fermentation. Evacuation of combined gas-impermeable packages creates the conditions for developing putrid microflora.

Control (non-packed) samples of perishable meats and test samples of the same kind and batch had nearly similar storage life (2-3 days). When kept in refrigerators, controls were dehydrated, shrank, lost their usual consistency and specific flavour, were dark-discoloured. In case of meat balls and sardellas, storage time was extended from 4 to 12 days.

Non-packed (control) raw-dried and other sliced products show fast deterioration of organoleptical characteristics (dehydration,

rancidity, dark discolouration) whereas vacuum-packed and cold-stored similar samples preserve their initial appearance for 50 days (as compared to 10-12 days for controls). Microbiological tests of such products demonstrated a high bacterial load (10^6) even at the beginning of storage, without spoilage symptoms. Micrococci and lactobacilli were, mainly, found. Control, non-packed samples are also loaded rather heavily (10^8). In this case also, when calculating storage time, it is the organoleptical studies that are most important. A high number of microorganisms in raw-dried products is not an indicator of spoilage since their basic attribute is appearance.

Weight losses in case of vacuum-packing vary from 0.2 to 0.3%.

At the VNIIMP O.O. Babloyan, P.M. Golovanova, V.M. Gorbato, L.P. Komissarova, L.I. Lapteva (USSR) studied the effects of proteinaceous protective coatings upon the quality of dry-smoked meat products. The objects of the studies were a proteinaceous film-coating composition based upon molecularly-dispersed collagen prepared by the VNIIMP method and dry-smoked belly produced conventionally or coated with the above composition.

The experiments resulted in the development of the optimum proteinaceous film-coating material, based on molecularly-dispersed collagen, and of a technology of forming protective coatings thereof on pieces of dry-smoked pork products. In production tests a batch of non-coated dry-smoked bellies (controls) and a batch of similar, but collagen-coated products (tests) were produced. Protective coatings were formed on bellies after curing and brine draining by means of dipping them into a film-forming composition, followed with the coagulation of the latter in a sodium chloride solution. Then, freshly coated (the coating contained 94-96% moisture) and control bellies were smoked at 35°C for 12 hours and dried at 12°C , R.H. 75% for 5 days. During smoking, due to interactions of the proteinaceous composition and smoke carbonyls, the coating underwent tanning, this raising its hydrothermal stability.

After drying the thickness of the protective coating on a belly ranged within 50-60 mc, the water content being about 40%.

Upon drying, the finished product was analyzed chemically, evaluated organoleptically, and tested for the total microbial load/cm². The results are given in Table 3.

As is seen from the Table, no significant differences were found in the chemical characteristics of test and control bellies. Of a particular interest is the phenol content, which characterizes here not only the degree of finished product smoking, but also smoke-permeability of a freshly-formed coating. The absence of significant differences in the phenol content of control and test samples evidences absolute smoke-permeability of the fresh coagulated proteinaceous film-forming coating.

Table 3.

The basic chemical, organoleptical and bacteriological characteristics of a dry-smoked belly after drying

Characteristics	Test samples	Control bellies
<u>Chemical</u>		
Sodium chloride, %	3.30±0.26	3.38±0.27
Phenols, mg%	0.845±0.085	0.929±0.093
Acid number, mg KOH	1.22±0.10	1.27±0.10
Peroxide number, % Iodine	0	0
<u>Organoleptical, scores</u>		
Appearance	7.0	7.0
Colour	8.1	6.0
Aroma	7.4	6.1
Taste	8.2	6.2
Consistency	7.0	6.8
Acceptability	8.0	6.4
<u>Bacteriological, the number of</u>		
cells/sq.cm	4	2.2·10 ²

Organoleptically, coated finished products were given much higher scores (as compared to controls) for colour, taste and aroma. A better colour on the cut surface of test samples accounts, probably, for a less contact with the atmospheric oxygen, this

slowing down oxidation reactions of cured meat pigments. Better aroma and taste were, obviously, due to the fact that a smoke-permeable freshly-formed coating becomes more air-impermeable in the process of drying, while moisture is eliminated and coating molecular chains are brought closer together; this helps to retain the original flavour of the product.

The total microbial load per cm^2 in case of coated bellies was represented by single bacterial cells, while in case of controls it was by two orders higher.

Along with the characteristics given in Table 3, weight losses were also registered during during smoking and drying. For this, samples were weighed prior to smoking and upon drying. The results indicated that weight losses of test bellies were 3% lower as compared to those of controls.

The test batch of smoked bellies was stored under two sets of conditions: 12°C , R.H. 75% and $5-6^\circ\text{C}$, R.H. 78%.

During storage bellies were weighed to follow shrinkage. The shrinkage of control samples of dry-smoked bellies during 14-day storage at 12°C , R.H. 75% was by 1.2% higher than in case of coated samples. After 28-day storage this difference increased up to 2.8% and was growing with storage time. Differences in the shrinkage value of control and test bellies during one-month storage at $5-6^\circ\text{C}$, R.H. 78% came to 2%, during two-month storage - to 2.6% and were growing with storage time.

Since the storage life of fat-containing foods is, primarily, determined with the intensity of the oxidative processes in fat, changes in fat acid and peroxide numbers during storage were evaluated. The induction period of fat oxidation at 12°C constitutes 38 days. Coating with a proteinaceous film-forming composition prolonged it by 1.7 times as compared to non-coated products. Within the induction period belly fat acid numbers reached the values of 2.8-3.0 mg KOH. During storage of controls at $5-6^\circ$ the induction period of fat oxidation was completed within 3 months. The proteinaceous coating extended the induction period up to 6.2 months, or by 2.1 times as compared to controls. The acid numbers of belly fat within the induction period reached 2.0-2.6 mg KOH. Organoleptical evaluation of dry-smoked bellies during storage indicated that the

coating used helped to retain product flavour, colour and consistency.

The experimental results obtained allow to conclude that it is possible, by means of coating with a proteinaceous film-forming composition, to prolong the storage life of dry-smoked bellies under the conditions studied by 1.7-2.1 times as compared to similar non-coated products. This effect is due to the inhibition of fat oxidation resulting from a reduced contact of the product with the atmospheric oxygen.

Bibliography

1. Morgareidge K., "Encyclopedia of Polymer Sci. and Technology" N.Y., 7, 1968, 709-710.
2. Упаковка пищевых продуктов. Перевод с немецкого Н.И.Алленовой и Г.М.Щербаковой. М., "Пищевая промышленность", 1970, 312.
3. Гуль В.Е., Гидратцеллюлозные пленки. "Энциклопедия полимеров", I, М., "Советская энциклопедия", 1972, 612-613.
4. Гуль В.Е., Беляцкая О.Н., Пленочные полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов, М., "Пищевая промышленность", 1968, 280.
5. Генель С.В., Полимеры в пищевой промышленности, "Энциклопедия полимеров", II, М., "Советская энциклопедия", 1974, 936-943.
6. Шишикина Н.Н., Назаров А.С., Применение полимерных пленок для упаковки мясopодуKтов, М., "Пищевая промышленность", 1965, 132.
7. Шилер Г.Г., Свещинский О.М., Генель С.В., Улучшение свойств упаковочных пленочных материалов, вырабатываемых на основе целлюлозы, для молочных, мясных и других пищевых продуктов, М., ЦНИИТЭИмясомолпром, 1976, 38.
8. О.Н.Беляцкая, Гуль В.Е. и др., Высокомолекулярные соединения, 1965, 7, 1645.
9. Поповский В.Г., Муравин Я.Г. и др., Применение полимерных материалов в консервной промышленности, М., "Пищевая промышленность", 1971, 232.
10. Оводова Г.П., Эффективность использования химических материалов в консервной промышленности, М., "Пищевая промышленность", 1974, 44.

11. Partman W., Frank H.K., Observations on the Storage of Meat in Controlled Gaseous Atmospheres, Proceedings of the XIIIth International Congress of Refrigeration, Washington D.C., 3, 1971, 17-24.
12. XXIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, М., ВНИИМП, 1977.
13. Способ получения растворов коллагена. Авторское свидетельство СССР № 511 062. Бюллетень изобретений № 15, 1976.
14. Горбатов В.М., Баблюя О.О., Борисова М.А., Комиссарова Л.Р., Голованова П.М. Сравнительные исследования фибриллярного и растворимого коллагена методом ИК-спектроскопии. Труды XX Европейского конгресса работников НИИ мясной промышленности, Дублин, 1974, 223-226.
15. Горбатов В.М., Баблюя О.О., Голованова П.М. и др. Структурно-механические свойства продуктов растворения коллагена, XXI Европейский конгресс работников НИИ мясной промышленности, Берн, 1975, 173-177.
16. ГОСТ 9957-73. Колбасные изделия и продукты из свинины, баранины и говядины. Метод определения содержания хлористого натрия.
17. Курко В.И., Кальман Л.Ф., Содержание фенолов в колбасных изделиях - показатель из прокопченности, М., "Тр. ВНИИМП", вып. XII, 1962, 83-91.
18. Пиульская В.И. Экспресс-метод экстрагирования жира из жировой ткани, "Мясная индустрия СССР", I, 1958, 9-10.
19. ГОСТ 8285-74. Жиры животные топленые. Правила приемки и методы испытания.
20. Солицева Г.Л., Динариева Г.П. Методические указания по применению научно обоснованных методов органолептической оценки качества мясных продуктов, М., ВНИИМП, 1973, 10.