**Упаковочные материалы, применяемые для продуктов питания и их влияние на здоровье человека**

**Содержание**

1. Бактерицидные упаковочные материалы

1.1 Активная упаковка для молока

1. Гофрокартонная упаковка

2.1 Амортизационные свойства прокладки

2.2 Бумажная гофрированная прокладка для коробок конфет

2.2.1 Вторичная упаковка

2.2.2 Дизайнерский гофрокартон

2.2.3 Жиронепроницаемые бумаги

2.2.4 Коррекс

2.2.5 Микрогофробумага

3. Экологичность упаковки

3.1 Виды опасностей

3.2 Высокотоксичные мономеры

3.3 Санитарно-химическое исследование

Список литературы

Приложение № 1

**1. Бактерицидные упаковочные материалы**

С развитием техники и технологии получения упаковочных материалов расширяются функции упаковки. Из инертного, индифферентного барьера между пищевым продуктом и окружающей средой упаковка в настоящее время все больше превращается в фактор производства, поскольку с ее помощью можно:

* направленно изменять состав продукта. В этом случае для изготовления упаковки применяются биологически активные материалы с иммобилизованными ферментами (добавка плотно удерживается в матрице полимерного материала);
* защищать продукты питания от микробиальной порчи, продлевая тем самым время их «жизни». К примеру, срок хранения колбасной продукции в «активной» оболочке увеличивается в 2–3 раза;
* создавать оптимальную газовую среду внутри оболочки, что широко используется при хранении продуктов питания в модифицированной и регулируемой среде. Применение такой упаковки для розничной продажи нецелесообразно из-за довольно высокой цены, однако на западе широко используется метод складского хранения овощей и фруктов в больших мешках с окошечком из селективно-проницаемого материала. Фрукты, сохраненные таким образом, гораздо дольше остаются свежими, упаковка окупается за счет устранения причин порчи и усыхания товара;
* регулировать температуру обработки продуктов питания в условиях микроволнового нагрева (например, используя металлизированные полимерные материалы). Продукт в металлизированной упаковке в СВЧ-печи может разогреваться до 200° С и выше. В этом случае большая часть тепла генерируется в покрытии, и продукт поджаривается как на сковородке, что недостижимо при микроволновом нагреве;

Такие упаковки по праву носят название «активных». Это направление представляет несомненный интерес, поскольку введение добавки не в пищу, а в матрицу полимерной оболочки позволяет пролонгировать действие добавки, регулируя скорость ее массопереноса в пищевой продукт. При этом обеспечивается необходимый градиент концентрации добавки на поверхности защитной оболочки, непосредственно контактирующей с пищевым продуктом. Важным преимуществом «активных» упаковок является то, что благодаря иммобилизации добавок миграция их в пищевой продукт сведена к минимуму (или оптимально регулируется), поскольку по последним данным многие пищевые добавки таят в себе определенную угрозу здоровью. Например, известная всем лимонная кислота, часто вводимая в состав продуктов, несмотря на свою кажущуюся «безобидность», может оказаться вредной при избыточном потреблении. Конечно, при нормальном питании такое воздействие будет незаметным, однако для определенной группы людей, в рационе которых консервы и полуфабрикаты составляют значительную часть, такие пищевые добавки могут быть действительно вредными.

**1.1 Активная упаковка для молока**

Организм некоторых людей не усваивает молоко, что генетически обусловлено дефицитом выработки у них фермента, расщепляющего молочный сахар (лактозу). Введение лактазы — фермента, гидролизующего молочный сахар, в полимерную основу упаковочного материала позволяет получать диетический продукт — «безлактозное молоко».

Высокое содержание холестерола (неправильно называемого холестерином) в плазме крови человека обычно связывают с повышением риска сердечно-сосудистых заболеваний. Одним из путей снижения уровня холестерола в плазме может быть назначение больным специальных препаратов. Вместе с тем, при необходимости, можно эффективно снижать содержание холестерола в молоке и молочных продуктах с помощью холестеролредуктазы, иммобилизованной в упаковочном полимерном материале, который находится в непосредственном контакте с жидкими продуктами.

Для защиты пищевой продукции от неблагоприятного воздействия патогенной микрофлоры и токсичных продуктов ее жизнедеятельности в последние годы применяют бактерицидные упаковочные материалы. Примером реализации такого способа является использование антимикробных защитных систем на основе гигиенически безопасных латексов (водных дисперсий синтетических полимеров). Путем создания латексной композиции оригинального состава на основе экологически безопасных водных систем, содержащих антимикробные добавки, и последующего формирования из них покрытий непосредственно на продуктах питания разработан способ защиты мясных изделий и сыров. Предложенный способ отличает сравнительная простота технического решения: нанесение на поверхность продукта многослойных полифункциональных покрытий, исключающих применение высоких температур, которое иногда негативно влияет на свойства продукта. При этом обеспечивается плотное и повсеместное облегание поверхности продукта, гарантирующее отсутствие микрополостей — областей потенциального развития нежелательной микрофлоры. В качестве антимикробных добавок используются отечественные оригинальные препараты — соли дегидрацетовой кислоты с широким спектром действия на различную микрофлору (дрожжи, грибы, актиномицеты), а также комплексы этих добавок в сочетании со специальными регуляторами жизнедеятельности микробных клеток (они защищают главным образом поверхность упакованного продукта, как известно, максимально подверженную инфицированию). Защитные покрытия, формируемые непосредственно на поверхности пищевых продуктов (незрелых сыров, колбас, деликатесной и обычной мясной продукции) отличаются антимикробной активностью, обеспечивают снижение потерь полезной массы, например, для сыра до 2% за период созревания, и экологическую безопасность производства, ускоряют биохимические процессы созревания, улучшают условия труда по уходу за сыром за счет ликвидации стадии мойки, переупаковки, снижения негативного воздействия экотоксикантов на продукт и обслуживающий персонал.

В неблагоприятной экологической обстановке пища может стать источником и носителем потенциально опасных для человека химических и биологически активных соединений, являющихся продуктами жизнедеятельности микроорганизмов. Соединения, опасные для здоровья, содержатся как в сырье, так и в пищевых продуктах на различных технологических стадиях переработки, фасовки, хранения и реализации. В то же время, безопасность и качество пищи — одно из основных условий, определяющих здоровье нации. В России в последние годы из-за резкого спада производства продуктов питания и оттока сельскохозяйственного сырья в сферу предприятий малой мощности возрастает опасность микробного заражения и, как следствие, снижения качества пищевой продукции.

Для снижения содержания влаги внутри упаковки в полимерный материал вводят специальные поглотители, в основном минеральные (например, цеолиты, пермутиты и т. п.) При этом процесс поглощения влаги может сопровождаться подавлением роста микроорганизмов.

В последние годы в состав полимерных упаковочных материалов начали вводить ферментные добавки. Особый интерес и социальную значимость имеют разработка и использование биологически активных упаковочных материалов с ферментами, иммобилизованными в полимерном материале. Такие материалы способны регулировать состав, биологическую и органолептическую (вкус, консистенция, цвет и запах) ценность продуктов питания, ускорять технологические процессы получения готовой продукции. В России это направление еще недостаточно широко развито и находится в стадии становления.

Как показали исследования, при иммобилизации на полимерном носителе определенные ферменты, сохраняя свою биологическую активность (на 70–80%), способны приобретать некоторые новые свойства. Так, для материалов с иммобилизованными ферментами характерно расширение диапазонов рабочих температур и рН, что весьма положительно сказывается на скорости технологических процессов гидролиза биологических субстратов (белков, жиров, углеводов). Известно, что свободные ферменты и их смеси относятся к дорогостоящим препаратам, часто закупаемым по импорту. Производственные испытания новых материалов с иммобилизованными ферментами на перерабатывающих предприятиях АПК показали возможность их многократного использования. Так, биологически активный полимерный материал (БАПМ) с иммобилизованным пепсином (фермент, расщепляющий протеины), выдержал свыше 90 производственных циклов при проведении холодной ферментации молока перед приготовлением сырного сгустка. Таким образом, применение БАПМ позволяет в 2–3 раза сократить расход ферментов и ферментных смесей. Одновременно в результате использования БАПМ повышается качество готовой продукции (сортность продукта увеличивается на 20–30%) и достигается более эффективная переработка пищевого сырья (полнота использования пищевого сырья увеличивается на 50–80%).

Весьма перспективным является также использование таких «активных» оболочек, как съедобные покрытия. Пленкообразующей основой в этом случае являются природные полимеры — полисахариды. Наибольшее распространение получили здесь производные крахмала и целлюлозы. Свойства этих полимеров поистине уникальны: обладая прекрасной пленкообразующей способностью (съедобные пленки), они широко используются как компоненты пищевых продуктов, например, в качестве структурообразующих агентов (загустителей) в пастообразной молочной, кондитерской и плодоовощной продукции. Пленки на основе производных целлюлозы (например, карбоксиметилцеллюлоза и ее натриевая соль) и модифицированных крахмалов (например, карбоксиметилкрахмал, КМК) защищают пищевой продукт от потерь массы (за счет снижения скорости испарения влаги) и создают определенный барьер проникновению кислорода и других веществ извне, замедляя тем самым процессы, обуславливающие порчу пищевого продукта (окисление жира, денатурализация белка и т. д.) Съедобные пленки на основе природных полимеров обладают высокой сорбционной способностью, что предопределяет их положительное физиологическое воздействие. Так, при попадании в организм эти вещества адсорбируют и выводят ионы металлов, радионуклиды (продукты радиоактивного распада) и другие вредные соединения, выступая таким образом в роли детоксиканта. Благодаря введению специальных добавок — ароматизаторов, красителей — в полимерную оболочку можно регулировать вкусо-ароматические свойства собственно пищевого продукта в съедобной пленке. Таким образом, «активная» съедобная оболочка может изменять сенсорное восприятие продукта потребителем, что особенно важно при приеме продуктов лечеб- но-профилактического действия, например, пищи с пониженным содержанием жира, сахарозы, с добавлением растительного (например, соевого) белка. Кроме того, способность съедобной пленки удерживать различные соединения позволяет обогащать продукты питания минеральными веществами, витаминами, комплексами микроэлементов и т. п., компенсируя дефицит необходимых человеку компонентов пищи.

Примерами областей использования съедобных пленок на основе природных полимеров являются покрытия на быстрозамороженной мясной продукции. Следует напомнить, что глубокое охлаждение признано лучшим способом хранения мяса (при –18° С говядина сохраняется в течение 1 года, при –30° С до 2 лет). Однако в неупакованном виде замороженное мясо в процессе хранения теряет от 1 до 3% массы (за счет вымораживания влаги), а также подвергается негативным качественным изменениям. Формирование же на блоках замороженного мяса покрытий на основе карбоксиметилеллюлозы существенно снижает действие перечисленных факторов. Кроме того, эти покрытия исключают загрязнение окружающей среды отходами использованной упаковки, поскольку дальнейшая переработка мяса осуществляется вместе с покрытием. Аналогичные съедобные покрытия разработаны и используются для защиты мясных и мясорастительных полуфабрикатов, выпускаемых заводами быстрозамороженных блюд.

Таким образом, даже краткий обзор возможностей и перспектив использования «активной» упаковки в пищевых технологиях свидетельствует о том, что именно этим видам тароупаковочных материалов принадлежит будущее и наступивший век станет веком «активной» упаковки.

**2. Гофрокартонная упаковка**

**2.1 Амортизационные свойства прокладки**

Использование бумажной гофрированной прокладки, которая накладывается на коррекс, является классическим способом фиксации шоколадных конфет в коробке. Однако в результате влияния ряда факторов (некачественная сборка коробок, воздействие окружающей среды на материал коробки, недостаточная толщина картона) не исключена возможность того, что конфеты все же могут переворачиваться в процессе транспортировки. Здесь и начинает сказываться различие в типе бумажных гофрированных прокладок. Прокладки точечной склейки, получаемые путем тиснения бумаги между нагретыми валами, вызывают в структуре бумаги сильные напряжения, вплоть до ее разрыва, так как бумага деформируется как вдоль, так и поперек бумажных волокон. Со временем воздействие комплекса факторов приводит к тому, что такая гофропрокладка теряет свои амортизационные свойства и перестает надежно фиксировать конфеты. Собственно гофрированная прокладка, внутренний слой которой гофрируется вдоль волокон бумаги без ее разрыва и амортизирует намного лучше, ведет себя значительно стабильнее, чему способствует большее число точек склейки.

**Бирдекель (**бирмат) - подставка под бокал с пивом. Производится из специального, пористого картона с высокой гигроскопичностью, плотность картона около 500 г/м кв., толщина 1,0 – 1,5 мм. Основное назначение – впитывать пролитое пиво.

Бирдекели могут быть самой разнообразной формы, но наиболее распространена круглая.

**2.2 Бумажная гофрированная прокладка для коробок конфет**

Имеет множество названий, самые распространенные среди которых - многослойная прокладка, амортизационная прокладка, демпферная прокладка, вкладыш, салфетка, пелеринка и др. Английское название - cushion pad. Выполняет одновременно несколько функций: эстетическую, информационно-маркетинговую за счет логотипа предприятия и защитную. Прокладка предохраняет кондитерские изделия от повреждения и переворачивания, "выбирая" расстояние между коррексом и крышкой коробки. Материал, из которого сделана прокладка, должен соответствовать гигиеническим требованиям на контакт с пищевыми продуктами.

Бумажная гофрированная прокладка бывает однослойная, двух-, трех- и т.д. до 11 слоев. Вес используемых бумаг от 20 до 40 г/м2. Верхний слой обычно запечатывается бронзовой краской, иногда используется металлическая фольга. Нижний слой, контактирующий с продукцией, может быть произведен из специальных бумаг: влаго- или жиростойких, бумаг с барьерным покрытием.

Различают бумажные прокладки точечной склейки (производятся в основном в континентальной Европе - Италия, Германия, Австрия, Польша) и собственно гофрированные (Великобритания, Бельгия). Первые, благодаря меньшему количеству точек склейки и расходу бумаги легче и сгибаются в любом направлении. Вследствие этого они обладают меньшей амортизационной способностью, для повышения которой увеличивают число слоев до 5 или 7.

Гофрированная прокладка кажется на ощупь жестче и сгибается только в одном направлении, вдоль гофр. Однако амортизационные свойства ее выше, и толщина постоянная (равна высоте профиля), что позволяет придать большую каркасную жесткость и уменьшить "парусность" готовой коробки, особенно больших размеров. К тому же этот способ гофрирования бумаги позволяет применять более дешевые двухслойные и однослойные прокладки.

Поскольку для производства этих типов прокладок применяются одни и те же материалы, а выполняемые функции одинаковы, выбор типа продукции скорее определяется силой привычки и ценовым фактором.
Встречается также так называемая техническая прокладка, которая укладывается под коррекс и прижимает упакованные конфеты к окошку крышки, закрытому полипропиленовой пленкой. Изготавливается на основе профилей В или С с высокими показателями амортизации.

**2.2.1 Вторичная упаковка**

Внутренняя упаковка, являющаяся дополнением внешней. Первичная (внешняя) упаковка имеет рекламно-маркетинговую и информационную функции, поэтому для ее производства используются средства полиграфии. Вторичная упаковка применяется для предохранения товара от повреждения при транспортировке и обычно не запечатывается. Чаще всего вторичная упаковка применяется для упаковки стеклянных изделий (парфюмерные флаконы и бутылки в тубусе). Фактически функцию вторичной упаковки выполняют поддоны под кондитерские изделия, имеющие вдобавок жиростойкие свойства.

**2.2.2 Дизайнерский гофрокартон**

Двуслойный гофрокартон (wave board; open wave) с открытой волной. Для его производства используется цветные или окрашенные с поверхности бумаги и картоны, а также специальные фигурные профили гофры, к примеру, S-профиль. Применяется для производства подарочной упаковки, для упаковки драгоценностей, конфет и шоколада, сигарет, розничных товаров, рекламной продукции. Распространен в Северной Америке, Германии, Китае.

**2.2.3 Жиронепроницаемые бумаги**

Бумаги, применяемые для производства упаковки пищевых продуктов, содержащих жир или масло. К жиронепроницаемым бумагам относят пергамент растительный, подпергамент и пергамин (в порядке уменьшения жиронепроницаемости).

**2.2.4 Коррекс**

Жесткая полимерная пленка, применяющаяся для упаковки конфет в шоколадных наборах и упаковки различных пищевых продуктов. Основные материалы, применяемые в производстве: ПЭТФ - полиэтилентерефталатная пленка, ПВХ - поливинилхлоридная пленка, а также ПС - полистирол. Данные виды жестких полимерных пленок хорошо поддаются термическому формованию и легко окрашиваются в различные цвета. Обладают различной степенью экологичности.

**2.2.5 Микрогофробумага**

По аналогии с микрогофрокартоном - материал, получаемый при склеивании хотя бы одного гофрированного слоя с одним или более плоским слоями. В отличие от микрогофрокартона в качестве склеиваемых слоев для получения микрогофробумаги применяются бумаги плотностью ниже 100 - 125 г/м2.

**3. Экологичность упаковки**

Пластические массы или полимерные материалы, используемые для производства различных изделий, в том числе тары и упаковки, содержат в своем составе химические соединения, которые в процессе их эксплуатации систематически выделяются в окружающую природу и другие контактирующие с ними среды, в том числе и продукты питания. При этом происходит загрязнение этих сред с нарушением экологического баланса или нанесением вреда здоровью человека.

Начинается этот процесс с синтеза полимеров, из которых наиболее распространенным для получения упаковочных материалов является полимеризация. Участвующие в нем химические соединения могут быть отнесены к следующим группам:

* основные химические вещества - мономеры;
* вещества, имеющие вспомогательное значение при полимеризации;
* вещества, введение которых нужно для придания получаемому полимерному материалу необходимых в последующей переработке свойств - пластификаторы, стабилизаторы, порофоры, мягчители, красители, наполнители, антистатические добавки.

Вредность получаемых полимеров, в первую очередь, определяется количеством мигрирующего из него мономера, который, как указывалось выше, может обладать высокой токсичностью, канцерогенностью или другими вредными свойствами. Происходит это потому, что мономеры, используемые при синтезе полимеров, обладают функционально-активными химическими группами, весьма реактивными и биологически агрессивными. В некоторых случаях токсичность мономеров определяется наличием в них загрязняющих примесей вследствие плохой очистки. Такие примеси могут даже в небольшом количестве придавать продукту и питьевой воде характерный неприятный запах, что является недопустимым для упаковочного материала.

Катализаторами являются вещества, которые изменяют скорость химической реакции, образуя промежуточный комплекс с реагирующими веществами, но не входящий в состав конечного продукта. Обычно таковыми являются щелочные и щелочноземельные металлы, минеральные соли, основания или кислоты. О наличии остатков катализатора в полимерном материале судят по его зольности.

Инициаторами полимеризации служат перекиси, персульфаты, алкильные соединения металлов - весьма агрессивные соединения, требующие тщательной отмывки из получаемых полимеров. Их вводят для возбуждения свободнорадикальных полимеризационных процессов.

В качестве регуляторов используют меркаптаны, а в качестве растворителей - метиловый или изопропиловый спирт - соединения весьма вредные и также требующие тщательной очистки или отмывки.

Стабилизаторы или антиоксиданты, а также ингибиторы старения вводят в полимерную композицию с целью предотвращения деструкции (разложения) при переработке в изделия и в процессе их эксплуатации. Их вводят в небольшом количестве (от долей до нескольких процентов), чаще всего до 3%. Они связаны с базовым полимером механически и поэтому легко мигрируют на поверхность полимерного материала, откуда переходят в контактирующие с ним среды (вода, воздух, пищевые продукты). В качестве стабилизаторов чаще всего используют амины, фенолы, сложные эфиры различных кислот и другие соединения, токсичность которых достаточно хорошо изучена.

Пластификаторы вводят в полимерные композиции от 10% и более с целью облегчения ее переработки в изделия и достижения оптимальных технологических режимов. Как правило, пластификаторами могут быть низкомолекулярные или высокомолекулярные соединения (даже полимеры), которые не вступают с базовым продуктом в химическое соединение. Пластификатор, главным образом низкомолекулярный, должен легко мигрировать на поверхность материала , поэтому в качестве таковых чаще всего используют сложные эфиры жирных кислот (фосфорной, фталевой, адипиновой, себациновой)с низким давлением паров и высокой температурой кипения.

Пластификаторы обладают хорошей способностью растворяться в жирах и маслах, из-за чего мигрирующий на поверхность пластификатор может легко перейти в продукты, содержащие жиры, а таковых в нашем ежедневном рационе всегда значительное количество. Кроме того, наличие в пластмассах пластификатора значительно облегчает миграцию других низкомолекулярных соединений, которые нередко являются более токсичными, чем сам пластификатор.

Красители и пигменты применяют для окраски пластических масс. Они обладают способностью выпотевать в значительных количествах в окружающую среду. Для предотвращения этого при производстве упаковки нужно подбирать неорганические и органические соединения, которые не обладают способностью растворяться в полимере и поэтому немобильны.

Наполнители представляются неотъемлемой частью полимерной композиции и их содержание доходит до 90%. Они вводятся с целью уменьшения материалоемкости полимера, то есть его экономии, и для придания некоторых свойств получаемым изделиям. В качестве наполнителей используют как низкомолекулярные, так и высокомолекулярные соединения. Ассортимент наполнителей весьма разнообразен.

Вопрос о правильном выборе упаковочного материала для конкретного продукта питания не является риторическим еще и потому, что полимерные материалы, из которых в процессе синтеза и переработки получают упаковку, представляют собой многокомпонентную систему, содержащую, в том числе, и вредные для человеческого организма продукты. Даже в композиции монопленок присутствует не только базовый полимер, но и низкомолекулярные продукты его синтеза: остаточные мономеры, катализаторы, инициаторы и др. Кроме того, в ней могут содержаться различные целевые добавки, вводимые в процессе переработки: пластификаторы, стабилизаторы, ингибиторы, наполнители, красители, мягчители, а также соединения тяжелых металлов.

При длительном контакте упаковки с продуктом все вышеперечисленные компоненты могут мигрировать в продукт, а из него - в желудок человека. Последствия такой миграции, к сожалению, могут проявляться только через длительное время. И чтобы чувствовать себя в безопасности, необходимо знать о влиянии компонентов упаковки на физиологию человека. Это особенно важно при выборе упаковки для продуктов, являющихся экстрагентами для низкомолекулярных соединений, как, например, жиросодержащие продукты.

В этом контексте санитарно-гигиенические и токсикологические требования, предъявляемые к упаковочному материалу, являются наиважнейшими. Тестирование материалов должно проходить с обязательной оценкой биологической активности химических веществ, которые могут мигрировать в пищевые продукты. Одной из главных задач биологических исследований таких веществ является установление факта возможного отдаленного влияния на организм человека. И результаты этих исследований должны иметь решающее влияние на гигиеническую регламентацию материала упаковки для конкретного продукта. Каким же должен быть упаковочный материал с точки зрения гигиены?

Гигиенические требования, предъявляемые к полимерной упаковке контактирующей с пищевыми продуктами, определяются различными факторами.

* Токсичностью. В рецептуру полимерного упаковочного материала не должны входить вещества, обладающие высокой токсичностью.
* Кумулятивными свойствами и специфическим действием на организм человека (канцерогенным, мутагенным, аллергенным и др.)
* Химически инертным по отношению к продукту упаковочным материалом (он не должен изменять органолептических свойств продукта и выделять химических веществ в дозах, превышающих допустимые уровни). Санитарно-гигиенические исследования новых упаковочных материалов многоступенчаты.

Рассмотрим основные этапы.

Органолептическая оценка. Предварительную информацию о возможности использования упаковочного материала для контакта с пищевым продуктом можно получить достаточно быстро на основании его физико-химических свойств: растворимости в различных средах, летучести, запахе и цвете. Такая экспресс-оценка (органолептическая проба) позволяет по привкусу, запаху, внешнему виду, консистенции, однородности определить возможность нежелательного влияния упаковочного материала на пищевой продукт. Объектом органолептической оценки могут быть упаковочные полимерные и комбинированные материалы, а также сам пищевой продукт.

Чтобы обеспечить необходимую объективность такой оценки, используют научно разработанные нормы ее проведения, включающие метод закрытой дегустации, наличие необходимой квалификации у дегустаторов, их количественного состава, а также современные способы обработки результатов эксперимента. Результат органолептических исследований оценивается в «баллах» в соответствии с ГОСТами или ТУ на полимерный материал, рекомендуемый для упаковки пищевых продуктов.

Санитарно-химические исследования. Основную опасность при использовании полимерной упаковки, непосредственно контактирующей с пищевыми продуктами, представляют содержащиеся в ней низкомолекулярные соединения, которые могут выделяться в окружающую среду и мигрировать в упаковываемый продукт. Поэтому в комплексе гигиенических испытаний важное место занимают санитарно-химические исследования. Они позволяют оценить характер и количество химических веществ, выделяемых из самого полимерного композиционного материала в модельную среду или продукт. Объектами таких исследований являются также мономеры, катализаторы, инициаторы и ускорители полимеризации, и конечно, технологические добавки (стабилизаторы, пластификаторы, красители, наполнители и некоторые другие).

Санитарно-химические исследования проводят химико-аналитическими методами, оценивая интегральную (суммарную) и специфическую (индивидуальную) миграции посторонних веществ в пищевой продукт. Определяют их наличие в пищевом продукте чаще всего в искусственных средах, моделирующих природу продукта. Сами пищевые продукты мало пригодны для проведения подобных исследований, поскольку они являются сложной системой, в которой трудно или невозможно определить микроколичества отдельных химических соединений, входящих в его состав. Среды, используемые для санитарно-химических анализов, называются «модельными». В каждой стране для проведения таких испытаний разрабатываются и внедряются свои модельные среды, условия экстракции и соответствующая нормативная документация, поскольку пока не согласована Единая Международная Унифицированная методика проведения санитарно-химических исследований упаковочных материалов.

Критерием оценки качества исследований является предельно допустимая концентрация (ПДК - по старой НД в нашей стране) или предельно допустимая величина интегральной миграции вещества. Такие данные об упаковочном материале включаются в «Перечень материалов, изделий, оборудования, прошедших экспертизу в Научно-практическом центре гигиенической экспертизы Госкомсанэпиднадзора России и разрешенных для контакта с пищевыми продуктами и средами». Он выпускается Минздравом РФ в виде справочного издания.

Токсикологическая оценка на животных. Заключительным этапом гигиенических исследований упаковочных материалов, контактирующих с продуктами питания, являются токсикологические испытания. Они проводятся на животных (крысах, морских свинках, обезьянах) путем введения в их организм растворов мигрирующих веществ. Для оценки токсичности вещества используют два основных критерия в соответствии со шкалой токсичности:

* LD50 - доза, вызывающая летальный исход не менее чем у 50% подопытных животных при внутримышечном введении среды в течение определенного времени наблюдения, например 90 суток, измеряемая в граммах или миллиграммах на 1 кг массы животного (мг/кг);
* LC50 - аналогичный показатель, определяемый при введении в организм животного веществ в газообразном состоянии через дыхательные пути, который измеряется в весовых частях паров вещества на объемную единицу воздуха (мг/м3).

По результатам оценки этих показателей определяют коэффициент кумуляции - Ккум., под которым понимают отношение суммарной дозы, вызвавшей гибель 50% животных при многократном введении (ЛД50(м)), к дозе, вызвавшей гибель 50% животных при однократном воздействии яда ЛД50(1), то есть:

Ккум.= ЛД50(м)/ЛД50 (1)

В зависимости от получаемых значений данных показателей определяется степень токсичности вредных веществ и порог их миграции в продукт питания из упаковки. Исследования токсичности веществ, содержащихся в упаковочном материале или продукте питания, позволяют устанавливать основной критерий токсикологической оценки - допустимое количество миграции, или ДКМ. Эта величина представляет собой отношение максимально допустимой суточной дозы данного вещества - Дм (мг/кг) - при пересчете с животного на человека к количеству пищевых продуктов, потребляемых в среднем человеком в течение суток (обычно эта цифра составляет 2–3 кг) - V, то есть:

ДКМ = Дм/V (2)

Показатель ДКМ является гигиеническим нормативом для и должен гарантировать безопасность для здоровья людей при неограниченно продолжительном контакте с пищевыми продуктами упаковки, содержащей данное вещество. Критерий ДКМ позволяет учитывать не только токсичность и кумуляцию, но и другие воздействия на организм человека, такие как аллергенность, бластомогенность, мутагенность, тератогенность, эмбриотоксичность (см. авторскую справку на с. 48).

**3.1 Виды опасностей**

По характеру опасности патогенного воздействия на организм человека исходных, вспомогательных и других соединений с учетом их биологической активности и степени миграции из полимера, полимерные упаковочные материалы можно разделить на две основные группы.

* Допустимые. Использование этой группы материалов разрешается для изготовления полимерной упаковки. Химические соединения в таких материалах не изменяют органолептических показателей продуктов питания, находящихся в упаковке, что доказано многолетними исследованиями. К этой группе относится большинство соединений, используемых при получении полимеров - мономеры, пластификаторы, наполнители, стабилизаторы, красители и другие добавки, что контролируется величиной ДКМ.
* Недопустимые. Их использование не разрешается для получения полимерной упаковки. В группу недопустимых соединений входят те, ктоторые обладают высокой токсичностью или другими видами неблагоприятного воздействия на организм и представляющие значительную опасность в случае миграции в окружающую среду.

В качестве примера рассмотрим некоторые регламентации по наиболее токсичным мономерам и соединениям тяжелых металлов.

**3.2 Высокотоксичные мономеры**

Жесткие требования по физиологической безвредности предъявляются к полимерным упаковкам для жиросодержащих продуктов, которые обладают повышенной экстракционной способностью к низкомолекулярным соединениям. Для характеристики устойчивости упаковочных материалов к действию масел и жиров используют два основных показателя: жиростойкость и жиропроницаемость, чтобы оценить и правильно выбрать необходимый для упаковки данного продукта материал в соответствии с требованиями ГОСТа. Ассортимент жиростойких материалов не очень велик. К ним относятся ПВХ, ПС и их сополимеры (поливинилиденхлорид - ПВХД и ударопрочные пластики на основе ПС, акрилонитрила и других эластопластов, используемых в производстве полужесткой тары). В последнее время группу этих полимеров пополнили ПЭТ и некоторые другие более безвредные для организма и окружающей среды полимеры.

В последней четверти прошлого века остаточное содержание мономеров винилхлорида, акрилонитрила и стирола в полимерах было значительно снижено. Это произошло в результате изменения технологии их синтеза, переработки и более высокой очистки используемых мономеров и технологических добавок. Данные мономеры в то время были предметом пристального внимания со стороны здравоохранительных органов многих стран мира из-за предполагаемого канцерогенного воздействия винилхлорида и акрилонитрила на организм человека, а также высокой токсичности стирола. Проведенные исследования и принятые регламентации обеспечили безопасность применения подобных упаковок для пищевых продуктов, и позволили установить непригодность тары из акрилонитрильных сополимеров для фасования алкогольной продукции.

Полимеры для упаковки хлеба должны быть термоустойчивы, поскольку хлеб зачастую упаковывают еще теплым.

Вопросу о правильном выборе упаковочного материала для конкретного пищевого продукта должен предшествовать вопрос о правильном выборе полимерного сырья для изготовления упаковочного материала. Для изготовления материалов и изделий, предназначенных для использования в контакте с пищевыми продуктами, следует использовать только разрешенные для этих целей Минздравом России марки полимерного сырья. Разрешенное полимерное сырье - это сырье, прошедшее необходимую оценку, включая токсикологические исследования (токсикологические исследования новых видов полимерных материалов обязательны); разрешенные марки полимерного сырья - это согласованные службами здравоохранения рецептуры стабилизации.

Следует пояснить, что в полимерное сырье, предназначенное для изготовления изделий, контактирующих c пищевыми продуктами, допускается введение веществ - добавок (стабилизаторов, антиоксидантов, пластификаторов, наполнителей и др.), относящихся только к IV (вещества малоопасные) или III (вещества умеренно опасные) классам опасности по ГОСТ 12.1.007-76, то есть нетоксичным веществам.

Другим важным вопросом являются физико-химические свойства конкретного полимерного материала. Например, полиэтилен высокой плотности - материал не жиростойкий, поэтому изделия из него будут не пригодны для упаковки продуктов с высоким (более 30%) содержанием жира.

Использование разрешенного сырья гарантирует соблюдение требований, предъявляемых к готовым изделиям по санитарно-эпидемиологической безопасности, однако является условием необходимым, но не достаточным.

В процессе переработки полимерного сырья возможно, при неблагоприятных факторах (слишком высокой температуре переработки и др.), образование и накопление в готовом изделии продуктов термоокислительной деструкции, способных переходить в контактирующий пищевой продукт и оказывать негативное действие на гигиенические показатели изделия. Поэтому тестирование готовых упаковочных материалов и изделий по гигиеническим показателям обязательно.

Безусловно, любой полимерный материал и изделия из него способны выделять в окружающую среду (воду, воздух, пищевые продукты) вредные химические вещества-мигранты. Установлено, что нельзя осуществлять оперативный гигиенический контроль, проводя токсикологические испытания каждого нового изделия (такие исследования продолжительны во времени), это и не требуется при использовании разрешенного сырья. Актуальным вопросом гигиены полимеров является гигиеническая регламентация уровней выделения вредных веществ. Таким образом, отсев непригодных для использования в контакте с пищевыми продуктами полимерных изделий должен производиться и производится по результатам санитарно-химических исследований.

**3.3 Санитарно-химическое исследование**

Санитарно-химическое исследование - это процедура, проводимая в установленном порядке аккредитованными органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы и другими аккредитованными организациями, по определению уровня миграции химических веществ, выделяющихся из материалов и изделий при заданных условиях эксплуатации (продолжительности контакта, температурного и других факторов). Порядок проведения санитарно-химических исследований определяется документами Министерства здравоохранения РФ.

Санитарно-химическому исследованию предшествует органолептическая оценка материала, изделия. Они не должны изменять органолептических свойств пищевых продуктов (запаха, вкуса, цвета). В случае же их изменения, материал (изделие) признается непригодным для использования по назначению без дальнейших исследований.

Санитарно-химические исследования проводятся на модельных средах (дистиллированной воде, слабых растворах кислот и других растворах и средах), имитирующих свойства пищевых продуктов.

Обязательными условиями проведения санитарно-химических исследований являются:

* использование всех модельных сред, имитирующих свойства предполагаемого ассортимента контактирующих пищевых продуктов;
* воспроизведение реальных условий эксплуатации материалов и изделий, или максимальное к ним приближение (температурно-временных режимов и других значимых факторов);
* использование методов и методик измерений, утвержденных Министерством здравоохранения РФ.

Оценка количественного перехода веществ-мигрантов осуществляется по гигиеническим нормативам (ДКМ - допустимые количества миграции, ПДК - предельно допустимые концентрации, ОБУВ - ориентировочно безопасные уровни воздействия) - предельным значениям, установленным для химических веществ, которые при периодическом воздействии и на протяжении всей жизни человека не оказывают на него вредного воздействия, включая отдаленные последствия (ГН 2.3.3.972-00 «Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами»). Гигиенические нормативы содержатся в специальных документах Минздрава России.

Таким образом, санитарно-эпидемиологическая экспертиза устанавливает соответствие или не соответствие тестируемой продукции государственным гигиеническим нормативам (ГОСТы и ОСТы и Технические условия таковыми не являются).

Материалы и изделия признаются гигиенически безопасными, если при заданных условиях их применения они не выделяют вредных химических веществ в количествах, превышающих установленные гигиенические нормативы, и не являются опасными загрязнителями пищевых продуктов.

Основные критерии экологичности упаковки - безопасность для человека при ее использовании, способность к загрязнению окружающей среды и возможность вторичной переработки. Бумажно-картонная, стеклянная и полимерная тара являются наиболее распространенными видами упаковки. И если первые два вида достаточно экологичны, то использование полимерной упаковки вызывает различные экологические проблемы. Возьмем, к примеру, материал, из которого изготавливаются коррексы. Пленка ПВХ безвредна для пищевых продуктов, но при ее сжигании выделяется хлор, а также смертельный яд - диоксин.

Отказ от сжигания тоже не решает проблемы, так как она разлагается с выделением яда в почву. Известно, что в Германии запрещено использование ПВХ для изготовления упаковки, ввиду невозможности его утилизации без нанесения вреда окружающей среде. Существуют ограничения и на применение полистирола для пищевой упаковки. Даже при кратковременном хранении продуктов в полистирольной упаковке (в частности шоколадных конфет в коррексах) начинается процесс эмиссии стирола: шоколад активно, особенно при повышенной температуре, впитывает стирол, являющийся вредным для здоровья человека.

Поэтому применение таких полимерных пленок, как ПВХ и полистирол для изготовления пищевой упаковки ограничивается требованиями Законодательств ряда стран Европы. Что касается более дорогостоящего ПЭТФ, получаемого поликонденсацией терефталевой кислоты или ее диметилового эфира с этиленгликолем, то он в меньшей степени наносит вред окружающей среде при разложении, однако не является совершенно безопасным.

Упаковка из растительных полимеров безвредна для человека, быстро разлагается в природе и не загрязняет окружающую среду, легко перерабатывается в виде макулатуры. Есть еще один аргумент в пользу использования такой упаковки - в отличие от пористой бумажной тары продукт в коррексе "задыхается" и быстрее портится.

Европейцы не пьют из пластиковых бутылок. Только из алюминиевых и стеклянных, потому что они серьезно относятся к своему здоровью. А между тем, из вредного для здоровья ПВХ делают упаковки для пищевых продуктов! Добросовестные изготовители на донышке бутылки ставят маркировку, указывающую, из какого пластика она сделана. Если вы увидите треугольник, внутри которого изображена тройка (03) в окружении стрелок или написано PVC или Vinyl, значит, бутылка из ПВХ. Она имеет синеватый или голубой цвет.

Вредную емкость можно распознать и по наплыву на донышке. Он бывает в виде линии или копья о двух концах. Но самый верный способ - нажать на бутылку ногтем. Если емкость опасная, то на ней образуется белесый шрам. Бутылка из безопасного полимера остается гладкой.

Через неделю, как залито содержимое, емкость из ПВХ начинает выделять вредное вещество – винилхлорид, который вызывает рак. Через месяц в содержимом скапливается несколько миллиграммов винилхлорида.

В пластик, из которого изготавливают одноразовую посуду, для прочности добавляют стабилизаторы - полистирол и полипропилен.

Полистироловая посуда (PS) (хрустит и легко ломается) к холодным блюдам равнодушна. Часто используются в летних кафе под шашлык и алкоголь. И клиент, вместе с горячим мясом и с кетчупом и «запивоном» получает еще и дозу токсинов, которые накапливаются в печени, почках. Вот и цирроз...

У нас принято класть вторые горячие блюда, салаты в одноразовую посуду. Это также недопустимо!

Полипропиленовый стакан (РР) (не ломается – мнется) выдерживает температуру до +100oС. Но при контакте с алкоголем выделяет формальдегид или фенол. И тогда страдают не только почки, но и глаза – не дурак выпить постепенно слепнет. Формальдегид к тому же считается канцерогенным веществом.

Наиболее употребляемые для производства одноразовой посуды сополимеры полистирола (ПС) показывают при испытаниях еще более высокие санитарно-гигиенические характеристики. Однако из этого не следует, что ПС полностью лишен опасных компонентов.

Лимитирующими веществами в сополимерах ПС могут быть мономеры стирола и акрилонитрила. Первый обладает наркотическими и раздражающими свойствами, действует на кроветворные органы, функцию печени, репродуктивную функцию. Допустимая норма миграции стирола в водных вытяжках равна 0,01 мг/л. Акрилонитрил в 20 раз более ядовит, чем стирол, поражая нервную, сердечно-сосудистую и дыхательную системы. Его допустимая концентрация в водных вытяжках — 0,05 мг/л. Все это означает, что далеко не каждая марка ПМ и ни каждый его сополимер могут быть допущены до производства одноразовой посуды и столовых приборов, а во избежание ошибок на такого ряда изделиях требуется нанесение условных обозначений (клейм) или специальных надписей типа «Для пищевых продуктов», «Для сухих пищевых продуктов», «Для холодной воды».

**Список литературы**

1. Иванова Т., Розанцев Э. Активная упаковка: реальность и перспектива 21 века.// журнал «Пакет».- № 1.-2000.
2. Любешкина Е. Упаковка с дополнительными функциями.// журнал «Пакет».- № 4.-2000.
3. Федотова О. В. За безопасность связей с упаковочным материалом.// журнал «Пакет».- № 5.-2004.

**Приложение № 1**

***Гигиеническая классификация компонентов полимерных материалов по основным критериям вредности***

Токсичность. Сильнодействующие и высокотоксичные соединения обладают ЛД50 до 200 мг/кг, средней токсичности - 200–1000 мг/кг, малотоксичные - выше 1000 мг/кг.

Кумуляция - способность к накоплению медленно выводящихся или разлагающихся веществ. Оценивается по коэффициенту сверхвыраженной кумуляции, который на смертельном уровне имеет значение от 1 до 3, умеренном - от 3 и более, слабовыраженный - более 5. При отсутствии гибели животных могут наблюдаться функциональные и морфологические изменения в организме.

Аллергические свойства. Сильные аллергены способны вызывать аллергию у людей. Аллергические свойства веществ оцениваются в эксперименте на животных и выражаются следующим образом: умеренные аллергены вызывают положительные аллергические реакции не менее чем у 50% подопытных животных, а слабые аллергены - только у 20–40% животных.

Бластомогенность (от медицинского названия опухоли - «бластома»). Такими свойствами обладают канцерогенные вещества, которые содержатся в продуктах разложения дополнительных веществ, вводимых в процессы полимеризации низкомолекулярных веществ, и в некоторых мономерах. Канцерогенность тех или иных веществ устанавливается в опытах на животных. Канцерогенные вещества, приводящие к образованию опухолей, подразделяются на сильно канцерогенные, канцерогенные и слабо канцерогенные, а также подозрительные на бластомогенность.

Мутагенность - способность к изменению наследственной структуры, ответственной за хранение генетической информации. Существуют супермутагенные вещества, которые вызывают 100% и более мутаций (за 100% принимают 100 мутаций на 100 хромосом), мутагенные - 5–100% мутаций и слабо мутагенные - менее 5% мутаций.

Тератогенность - способность вызывать уродства у людей. По тератогенности вещества подразделяются: на явные тератогены, которые вызывают различные уродства, воспроизводимые экспериментально на животных, и подозрительные на тератогенность, что подтверждается экспериментальными данными только на животных.

Эмбриотоксичность - способность веществ отрицательно воздействовать на развитие эмбриона в чреве матери. Избирательная эмбриотоксичность проявляется в дозах, не токсичных для материнского организма, а умеренная эмбриотоксичность проявляется наряду с другими токсическими эффектами.

Исходя из степени опасности развития возможных патогенных влияний на организм человека с учетом их биологической активности и степени миграции различных веществ из полимерных упаковочных материалов, все используемые при получении композиции соединения (сам базовый полимер, исходные, вспомогательные и др.) подразделяются на допустимые, использование которых разрешено санитарными органами в производстве пищевой упаковки, и недопустимые. К первой группе относятся соединения, которые не изменяют органолептических показателей продуктов, а также те, безвредность которых доказана многолетней практикой. Это большинство соединений, применяемых при получении полимеров и полимерных материалов (мономеры, пластификаторы, стабилизаторы и др. добавки), использование которых регламентируется гигиеническими нормативами, такими как ДКМ.

В группу недопустимых входят соединения, использование которых для получения полимерных упаковочных материалов полностью запрещается по различным причинам.