

# Выдувная тара из ПЭТФ (риски, проблемы и реалии)

П.В. Замотаев, д.х.н., ЧП ХГ Консалтинг, г. Киев

Окончание. Начало в №3, 2018

*Несмотря на порой негативную и не всегда объективную информацию об экологических проблемах использования полимерной тары для воды и соков, пива и безалкогольных напитков, растительных масел и молочной продукции, объемы ее применения непрерывно растут. При этом созданные системы обращения с отходами упаковки в большинстве стран постоянно увеличивают долю использованной тары, которая возвращается в качестве вторичного сырья в производственный цикл. Вместе с тем, продолжают работы по совершенствованию бутылок из полимеров, прежде всего, из ПЭТФ, для улучшения их защитных и потребительских свойств.*



Так, для упаковывания газированных напитков и молочнокислых продуктов с большим сроком годности, растительных масел, соков, пива, вина и крепкого алкоголя барьерные свойства чистого ПЭТФ по отношению к  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$ , ароматическим и другим соединениям в некоторых случаях могут оказаться недостаточными [1, 2]. Как диффузия ароматических соединений из продуктов, так и поглощение нежелательных веществ из окружающей среды, наряду с происходящими в присутствии  $O_2$  реакциями этерификации или гидролиза, влияют на аромат и вкусовые характеристики напитков. Негативные фотоокислительные процессы в напитках предотвращаются путем окрашивания полимера и/или введения УФ-адсорберов и стабилизаторов. Для снижения проницаемости стенок прибегают к созданию пассивных или активных барьеров [2, 3] (рисунок).

Пассивный барьер возможно создать путем нанесения тонких слоев полимеров или оксидов ( $SiO_2$ ) на поверхность полимерной бутылки или при получении многослойных преформ методом соэкструзии с их последующим раздувом [3,4]. Однако, прекрасно зарекомендовав себя для пленочных материалов, такие технологии для выдувной тары далеко не всегда экономически оправданы. Помимо этого, большинство многослойных материалов не подлежат вторичной переработке, а переработка использованных ПЭТФ бутылок в развитых странах осуществляется в пределах 30–60% [1, 3]. Альтернативой является активная барьерная упаковка, изготовленная из материала, содержащего активные ингредиенты или включающая такие элементы, которые способны предотвращать процессы окисления, потери полезных компонентов, развития патогенных микроорганизмов. Некоторые активные микробиологические добавки

даже способны улучшать качество продукта, стимулируя процессы созревания, ферментации. В качестве активных добавок используют поглотители  $O_2$ ,  $CO_2$ , влаги либо антимикробные и антиоксидантные агенты, природные фотостабилизаторы (табл.1).

Наличие  $O_2$  в упаковке приводит к порче напитка главным образом за счет роста аэробных микроорганизмов и плесени, усиливая окислительные реакции, которые приводят к изменению цвета, появлению посторонних запахов и вкусов, а также к снижению пищевой ценности. Кислородная абсорбционная технология основана на окислении таких добавок, как порошок железа, аскорбиновая кислота, жирные кислоты, фотоокисляемые низко- и высокомолекулярные ферменты. Эти соединения способны снижать содержание  $O_2$  ниже 0,01%, что меньше, чем уровни (0,3–3%) в традиционных системах модифицированной атмосферы, вакууме или при замене внутренней атмосферы на инертный газ.

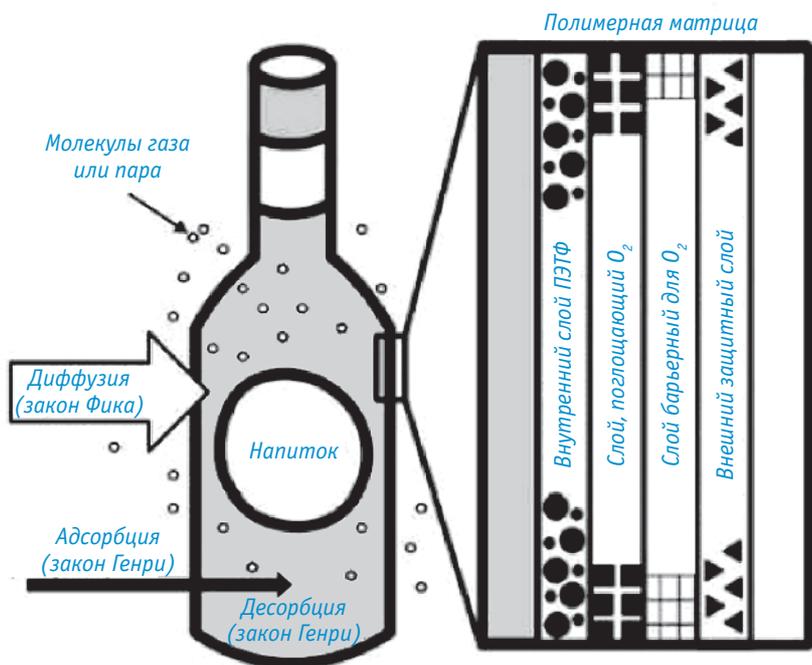


Рисунок. Схематическое изображение создания барьерной полимерной упаковки

# СОВРЕМЕННАЯ ПЛАСТИКОВАЯ УПАКОВКА

При упаковывании пива агенты, поглощающие  $O_2$ , вводят в уплотнение крышки двумя способами: в саше внутри крышки с мембраной, разделяющей поглотитель и пиво, либо в полимерное покрытие на внутренней стороне крышки. Аскорбиновая кислота является компонентом поглотителя  $O_2$ . Реакция окисления ускоряется под действием света или в присутствии переходных металлов, например меди или кобальта, которые являются катализаторами в водной среде [2]. Аскорбиновая кислота восстанавливает  $Cu^{2+}$  до  $Cu$ . Ионы меди ( $Cu^+$ ) образуют комплекс с  $O_2$ , распадающийся на ион меди ( $Cu^{2+}$ ) и супероксидный анионный радикал, а затем  $H_2O_2$ . Медно-аскорбатный комплекс быстро восстанавливает  $H_2O_2$  до  $H_2O$  без образования  $OH^-$ , высокореактивного окислителя. Суммарная емкость абсорбции  $O_2$  определяется количеством аскорбиновой кислоты. Полное восстановление 1 моль  $O_2$  требует 2 молей аскорбиновой кислоты. Альтернативная технология основана на процессе окисления железа в присутствии воды [12].

Были также разработаны поглотители  $O_2$  с комбинацией двух ферментов, глюкозооксидазы и каталазы, которые взаимодействуют с некоторыми субстратами с поглощением  $O_2$  и при этом входили бы в состав структуры упаковки либо находились бы в отдельном саше. Глюкозооксидаза переносит два атома  $H$  из  $-СНОН$  группы глюкозы к  $O_2$  с образованием лактона и  $H_2O_2$ . Затем лактон спонтанно реагирует с водой с образованием глюконовой кислоты. Эта система используется в бутылках для пива и вина [2].

Выпускаемые промышленно поглотители  $O_2$  доступны в виде саше, содержащих металлические восстановители, такие как порошок оксид железа, карбонат железа и металлическая платина. Наиболее распространенные поглотители  $O_2$  на основе железа – это Ageless® (Mitsubishi Gas Chemical Co., Япония), АТСО® (Standa Industrie, Франция), серия Freshlizer® (Torpan Printing Co., Япония), Vitalon (Toagosei Chem. Industry Co., Япония), Sanso-cut (Finetec Co., Япония), Seaqul (Nippon Soda Co., Япония), FreshPax® (Multisorb Technologies Inc., США) и O-Buster® (Dessicare Ltd., США).

Поглотители могут быть диспергированы в полимерной матрице или включены в виде внутреннего слоя в многослойной пленке. Скорость поглощения  $O_2$  в таких упаков-

ках ниже, чем при использовании саше с поглотителями на основе железа, но они безопаснее для потребителей [13]. Oxyguard® (Токио Сейкан, Япония), Shelfplus  $O_2$ ® (Albis Plastic GmbH, Гамбург, Германия) или Ageless Omac® (Mitsubishi Gas Chemical America, Inc., Нью-Йорк, США) являются некоторыми примерами поглотителей  $O_2$  на основе железа в полимерной матрице. Например, Oxba™ – это система, разработанная Carnaud-Metal Box (Великобритания), которая включает катализируемое кобальтом окисление полиамидных включений в бутылках из ПЭТФ для упаковывания вина, пива, соусов, ароматических алкогольных напитков и напитков на основе солода. Патентовано также использование дрожжей для удаления  $O_2$  из пространства при хранении пива. Они вызывают дополнительный процесс брожения внутри бутылки, поглощая  $O_2$  и выделяя  $CO_2$  и спирт.



office@service-pack.com.ua  
www.service-pack.com.ua

ООО "ТП"СЕРВИС ПАК"  
+38 050-400-7324  
+38 050-494-2222  
+38 067-494-2222  
+38 067-825-4950  
+38 067-554-2222

Таблица 1.

Тенденции в области активной упаковки для напитков

| Вид упаковки               | Упакованная продукция  | Принцип действия  |
|----------------------------|--|---|
| Антиоксидантная [2,5,6]    | Фруктовые соки   | Выделение инкапсулированных антиоксидантов  |
|                            | Соки и жидкие супы   | Пленки с поглотителем O <sub>2</sub>  |
|                            | Вино, пиво, ароматизированные алкогольные и солодовые напитки              | Полимерная система поглощения O <sub>2</sub> (ПЭТФ/полиамид/соли кобальта)                        |
|                            | Различные напитки  | Жизнеспособные споры в качестве поглотителей O <sub>2</sub> в сополимере ПЭТФ                     |
| Антибактериальная [2,7–11] | Сырое и пастеризованное молоко, йогурт и ферментированные молочные напитки | Добавление CO <sub>2</sub> при повышенном давлении  |
|                            | Яблочный и апельсиновый соки   | Наночастицы серебра или оксида цинка  |
|                            | Соки   | Целлюлозные/медные антимикробные композиты  |
|                            | Апельсиновый сок и жидкий яичный белок                                     | Низинный бактериоцин в качестве полимерного покрытия  |
| Функциональная [2]         | Безалкогольные напитки, сок  | Добавление ванилина в качестве природного антибактериального агента в природные полимерные пленки |
|                            | Ультрапастеризованное молоко   | Лактазо-активная или холестерин-активная упаковка   |
|                            | Молоко, напитки и вода   | Выделение ароматов  |
|                            | Напитки для здоровья и спорта  | Выделение питательных веществ   |
|                            | Питьевой йогурт  | Выделение пробиотиков   |
|                            | Апельсиновый сок и вино  | Устранение запахов  |

Таблица 2.

Последние тенденции в области интеллектуальной упаковки для напитков

| Технологии      | Система                            | Упакованная продукция  | Принцип действия   |
|-----------------|------------------------------------|--|--|
| Сенсоры/датчики | Оптическая                         | Молоко   | Колориметрический метод выявления содержания меламина [16]               |
|                 | Оптическая                         | Вода   | Флуориметрический метод выявления содержания цианидов и пестицидов [2]   |
|                 | Электрохимическая                  | Безалкогольные напитки   | Содержание глюкозы [17]  |
|                 | Электрохимическая                  | Молоко   | Содержание афлатоксина B17 [18]  |
|                 | Магнитный наноматериал             | Молоко   | Концентрация <i>Mycobacterium avium</i> spp. <i>Paratuberculosis</i> [2] |
|                 | Углеродные нанотрубки              | Вода   | Содержание токсина цианобактерий, адсорбированного нанотрубками [2]      |
| Индикаторы      | Индикатор газа/индикаторная трубка | Вода, растительное масло и напитки   | Кислородный индикатор [2]  |
|                 |                                    | Жидкие продукты  | Утечка газа из упаковки [2]  |
|                 |                                    | Апельсиновый сок   | Термочувствительный датчик [17]  |
|                 | Индикатор свежести                 | Кофе   | Детектор времени, связанный с установками свежести [18]                  |
|                 | Полупассивная                      | Вино   | Контроль температуры   |
|                 |                                    | Вода   | Контроль температуры   |
| Активная        | Крепкие спиртные напитки           | Противодействие контрафакции, материально-техническое обеспечение и доказательство того, что пошлина была уплачена |  |



**ISO 9001**  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
СЕРТИФИКАТ КАЧЕСТВА

+38 (048) 715-85-85 +38 (050) 885-74-83  
+38 (098) 747-64-88 +38 (075) 408-59-30 [WWW.DEMETRA-ODIS.COM](http://WWW.DEMETRA-ODIS.COM)

**ШИРОКИЙ АССОРТИМЕНТ  
ДОСТАВКА ПО УКРАИНЕ**

65085 г. Одесса, ул. Проселочная, 10а

Поглотитель  $O_2$  с использованием эндоспорообразующих бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* в качестве «активного ингредиента» и этилентерефталат, 1,4-циклогександиметанола в качестве матрицы, позволяет облегчить вторичную переработку, увеличить безопасность, совместимость материалов и снизить производственные затраты по сравнению с имеющимися в настоящее время химическими поглотителями  $O_2$  [6].

Антибактериальные средства в упаковке для напитков используются и для подавления роста микроорганизмов. Различную степень эффективности проявили такие антимикробные агенты, как ионы серебра, низин, органические кислоты, эфирные масла на основе специй и оксиды металлов (табл.1) [2]. Низин, продуцируемый некоторыми штаммами *Lactococcus lactis*, является термостабильным бактериоцидом, он в основном активен против грамположительных бактерий, включая виды *Clostridium*, *Bacillus*, *Staphylococcus* и *Listeria*. Для доставки низина в напиток использовались пленки из полилактоновой кислоты, которые наносили из раствора на внутреннюю поверхность бутылки.

Эффективными противомикробными средствами являются некоторые микро- и наночастицы солей, оксидов, коллоидов и цеолитов. Наночастицы серебра применяются наиболее широко, но показано, что наночастицы, содержащие медь, цинк или титан, проявляют антибактериальные и противогрибковые свойства. Установлено, что добавление наночастиц Ag, ZnO и солей меди в качестве противомикробных и фунгицидных агентов продлевает сроки хранения фруктовых соков [8, 9, 14]. Однако для промышленной реализации необходимо учитывать потенциальные риски, связанные с размером наночастиц и потенциальной миграцией ионов металлов в напиток.

Помимо решения задачи повышения барьерных свойств полимерной упаковки для напитков, ее пытаются сделать разумной (intelligent, smart packaging) [15]. Это упаковка, которая содержит внутри или на поверхности отдельные вещества или микрокомпоненты, с помощью которых можно фиксировать изменение физико-химических или биохимических параметров упакованной продукции. Это дает возможность отслеживать происхождение продукта, историю его транспортирования и хранения, сохранность его потребительских характеристик. Она также позволяет потребителю более подробно ознакомиться с составом продукта. В настоящее время в этом направлении реализуются три основные технологии: сенсоры, индикаторы и системы радиочастотной идентификации (RFID) (табл. 2).

Сенсор — это устройство, используемое для определения местоположения объекта либо изменения некоторого физического или химического свойства. Исследования в области интеллектуальных упаковочных материалов для напитков привели к разработке наносенсоров для обнаружения таких веществ, как посторонние примеси, пищевые патогены, аллергены или фальсификаты в сложных пищевых матрицах [16]. Наносенсоры могут быть разделены на три основных типа: датчики на основе наночастиц, оптические и электрохимические. Многие из проб, используемых в наносенсорах, основаны на наблюдаемых изменениях цвета, которые происходят с растворами металлических наночастиц в присутствии анализируемых веществ. Например, наночастицы золота (AuNPs) и модифицированные краун-эфиром тиолы использовались для определения содержания меламина в сыром молоке и детской смеси. Меламин, связанный с поверхностью AuNP, вызывает изменение цвета от красного до синего. Этот

метод позволяет обнаруживать меламин непосредственно на месте и в реальном времени без помощи какого-либо высокотехнологичного инструмента [2]. Флуоресцентные нанодетекторы позволяют определять незначительные примеси цианидов в воде [2]. Магнитные наночастицы использовали для определения *Mycobacterium avium* spp. *paratuberculosis* в зараженном цельном молоке.

Электрохимические наносенсоры действуют путем селективного связывания определяемых веществ или микроорганизмов с проводящим наноматериалом. Контроль осуществляют по изменению электрического сопротивления. По сравнению с оптическими методами (колориметрическими или флуориметрическими), электрохимическое обнаружение может быть более пригодным для непрозрачных пищевых сред [16]. Токсины, продуцируемые цианобактериями в питьевой воде, могут быть обнаружены, так как их адсорбция на поверхности углеродных нанотрубок меняет проводимость последних. Оптические методы выявления патогенов основываются на флуоресцентном и поверхностном плазменном анализе (SPR) изменений оптического сигнала наночастиц маркера, селективно взаимодействующего с определяемыми примесями. Этот тип датчиков можно вводить в глубину клеток с минимальным физическим повреждением. Применяют такие маркеры, как AuNP, золотые наностержни (NRS) [19].

В настоящее время наблюдается экспоненциальное увеличение использования наноматериалов для фиксации температурных режимов переработки и хранения продуктов. Такие наночастицы, как сажа, фуллерены, графены и нанотрубки, имеют высокую удельную площадь поверхности и оптимальные характеристики для применения в индикаторах [15]. На их основе были разработаны газовые датчики, временно-температурные устройства, термохромные краски и индикаторы свежести. Газовые датчики реагируют на присутствие газообразного анализируемого вещества. Например, OxyDot® (Oxy Sense Inc., Las Vegas, EE.UU) является кислородным датчиком, который помещается внутри бутылки или упаковки перед наполнением и герметизацией. Измерения проводят с помощью волоконно-оптической считывающей ручки извне упаковки [17]. Контролируют процесс тушения O<sub>2</sub> возбужденных состояний органического флуоресцентного красителя, иммобилизованного в газопроницаемом гидрофобном полимере. Этикетка UPM Shelf Life Guard, наоборот, благодаря окислению красителя синее, информируя потребителя о том, что воздух вытеснил инертные газы внутри упаковки [18].

Временно-температурный индикатор (ТТИ) представляет собой простое, недорогое устройство, которое фиксирует количество тепловой энергии, поглощенное пищевым продуктом, к которому он при-

креплен. Таким образом, становится возможным проверить свежесть и оставшийся срок годности продукта. Для молочных продуктов применяют такие индикаторы, как Fresh-Check® (Temptime Corp., Morris Plains, NJ, USA), использующий твердофазную реакцию полимеризации, в результате чего этикетка темнеет. CheckPoint® (VITSAB A. B., Malmö, Швеция) представляет собой этикетку с клеевым слоем, содержащую краситель, который изменяет цвет при снижении pH в результате ферментативного гидролиза липидного субстрата, зависящего от времени и температуры. Чрезмерно высокие температуры в течение нескольких часов окажут пагубное влияние на химический состав вина, вызванное окислением и другими нежелательными реакциями. Для контроля этого процесса была разработана система OnVu™, необратимо изменяющая цвет в зависимости от температуры и времени экспозиции.

Термохромные чернила содержат красители, поглощение которых зависит от температуры. В индустрии напитков используется бутылки марки Coors Light®, меняющие цвет при достижении желаемой температуры. На полках супермаркетов можно найти упаковку для апельсинового сока, этикетка которой содержит термохромные красители, меняющие цвет, если сок охлажден до оптимальной температуры.

Технология радиочастотной идентификации (RFID) не относится ни к группе датчиков, ни к индикаторам, а представляет собой отдельный вид интеллектуальной упаковки. RFID-системы содержат чип, антенну и внешнюю хост-систему, которая может включать устройство, позволяющее передавать информацию ридеру. Ридер (устройство чтения/записи, состоящее из передатчика и приемника) использует электромагнитные волны для связи с RFID-чипом/меткой через антенны. Эти системы обычно используются для идентификации, автоматизации, противоугонной защиты или защиты от контрафакта. Метки RFID могут содержать разнообразную информацию, такую как местоположение, название продукта, код продукта и дату истечения срока действия. Они могут быть разделены на три типа на основе источника питания: пассивного, полупассивного и активного. Пассивные метки RFID не имеют батареи и питаются от электромагнитных волн, излучаемых ридером. Полупассивные метки используют аккумулятор для поддержания памяти в чипе или для питания электроники, которая позволяет чипу модулировать электромагнитные волны, излучаемые антенной считывателя. Наконец, активные датчики, питаемые от внутренней батареи, используются для запуска схемы микрочипа и для передачи сигнала на ридер. Они обеспечивают более продолжительный период считывания, но они и самые дорогие. Пассивные RFID-датчики применяли для контроля свежести молока.



# PolyOne™

**ПОЛИМЕРНЫЕ КРАСИТЕЛИ И ДОБАВКИ  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УПАКОВКИ,  
КОТОРАЯ ПРОДАЕТ СЕБЯ ПЕРВОЙ!**



**| Красители и добавки для всех видов полимеров | Термопласт эластомеры | Инженерные пластики |**

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬ POLYONE В УКРАИНЕ КОМПАНИЯ ЛЬЮ-ТЕХ**

**+380442256265**

**+380504113514**

**www.plastwire.com**

**info@plastwire.com**

Однако чаще всего RFID-метки также используют для борьбы с продажей контрафактных алкогольных напитков. Компания Beverage Metrics маркирует активными RFID-чипами бутылки с крепкими спиртными напитками. С помощью этой системы менеджер бара может отследить, какое количество алкоголя наливает бармен на одну порцию, основываясь на датчике наклона в RFID-чипе. Кроме того, клиенты могут также использовать систему для получения предупреждения, если из системы исчезнет бутылка ликера или вина [1].

Большим успехом в применении RFID была интеграция временно-температурных датчиков в устройства, которые прикреплены к коробкам или поддонам во время транспортирования, позволяя отслеживать температуру пищи. Это улучшает эффективность управления цепочками поставок. Например, для аутентификации и отслеживания марочных/сортовых вин от производителя до потребителя, контроля и регистрации температуры хранения применяется передовая технология, разработана система eProvenance Fine Wine Cold Chain™.

Беспроводная связь ближнего радиуса действия (NFC) — это вид технологии распознавания данных, которая широко используется для мобильных телефонов, например, в уже знакомой форме QR-кода. Эта технология является модернизацией технологии RFID, которая позволяет осуществлять обмен данными между устройствами на расстоянии менее 10 см. Такая коммуникационная технология малого радиуса действия применялась компанией Diageo в электронно-маркированных бутылках, обеспечивающих

отслеживание цепочки поставок для потребителей. В бутылке используется технология NFC, интегрированная с маркировкой, чтобы позволить потребителям считывать информацию с упаковки, используя смартфоны с поддержкой NFC. Тонкий, гибкий NFC-чип прикреплен к каждой бутылке, позволяя потребителям просто наводить свой телефон на этикетку бутылки для доступа к информации о продукте и бренде.

Защита от подделок — еще один мощный потенциальный рынок для печатных электронных систем как для напитков, так и для остальных упакованных пищевых и непищевых продуктов. NFC протокол доступен на смартфонах, что позволяет потребителям самостоятельно контролировать продукт. RFID может работать на дальнем расстоянии, поэтому он не подходит для обмена конфиденциальной информацией из-за возможности хакерских атак. NFC имеет очень короткий диапазон передачи и по своей сути являются безопасными.

Функции упаковки, первоначально ограниченные механической защитой при транспортировании и хранении, а также внешней привлекательностью для покупателя, в настоящее время существенно расширились, удовлетворяя возросшие требования потребителей. Кроме того, возникли дополнительные факторы, связанные с накоплением отходов упаковки и фактами негативного их влияния на окружающую среду. Последнее ограничивает тенденцию к активной замене жесткой упаковки гибкой, уменьшению ее толщины, использованию комбинированных материалов, которые невозможно подвергать вторичной

переработке или инсинерации. Одной из альтернатив является применение активной упаковки, позволяющей предотвращать порчу продукции благодаря использованию реакционно-способных компонентов, содержащихся в малой концентрации в материале упаковки или на отдельных носителях в объеме упаковки. Они не затрудняют вторичную переработку материалов упаковки. Кроме того, ведутся работы по расширению применения «разумной» упаковки, содержащей микродатчики, позволяющие отследить историю и состояние упакованной продукции. Такая упаковка является шагом на пути включения таких продуктов в Интернет вещей – элемент четвертой промышленной революции [20].

## Литература

1. Global Packaging Landscape: Growth, Trends and Innovations // A custom report compiled for Euromonitor International for the PPMI [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://pmmi.files.cms-plus.com/AnnualMeeting/2015/Margulies.pdf>. – Дата доступа: 24.04.2018.
2. Ramos M. New Trends in Beverage Packaging Systems: A Review / M. Ramos, A. Valdez, A.C. Mellinas, M.C. Carrigos // Beverages. – 2015. – №1. – P. 248 – 272.
3. Гарт А. Бутилированная вода в Испании (миграция компонентов полимерной упаковки) / А. Гарт, Ф. Боно-Блэй, А. Боррелл, С. Лакорте // Упаковка. – 2015. – №2. – С. 40–42.
4. Berlinet C., Brat P., Ducruet V. Quality of orange juice in barrier packaging material. Packag. Technol. Sci. 2008, 21, 279–286.
5. Angelo S.C. Oxygen absorbers in food preservation: A review. J. Food Sci. Technol. 2015, 52. – 1889–1895.
6. Anthierens T., Ragaert P., Verbrugge S., Ouchchen A., De Geest B.G., Noseda B., Mertens J., Beladjal L., De Cuyper D., Dierickx W., et al. Use of endospore-forming bacteria as an active oxygen scavenger in plastic packaging materials. Innov. Food Sci. Emerg. Tech. 2011, 12. – 594–599.
7. Hotchkiss J.H., Werner B.G., Lee E. Addition of carbon dioxide to dairy products to improve quality: A comprehensive review. Compr. Rev. Food. Sci. Safety 2006, 5, 158–168.
8. Cushen M., Kerry J., Morris M., Cruz-Romero M., Cummins E. Nanotechnologies in the food industry & recent developments, risks and regulation. Trends Food Sci. Technol. 2012, 24. – 30–46.
9. Llorens A., Lloret E., Picouet P., Fernandez, A. Study of the antifungal potential of novel cellulose/copper composites as absorbent materials for fruit juices. Int. J. Food Microbiol. 2012, 58. – 113–119.
10. Bacigalupi C., Lemaistre M.H., Boutroy N., Bunel C., Peyron S., Guillard V., Chalier P. Changes in nutritional and sensory properties of orange juice packed in pet bottles: An experimental and modelling approach. Food Chem. 2013, 141. – 3827–3836.
11. Lloret E., Picouet P., Fernández A. Matrix effects on the antimicrobial capacity of silver based nanocomposite absorbing materials. LWT Food Sci. Technol. 2012, 49. – 333–338.
12. Souza R., Peruch G., dos Santos Pires A.C. Oxygen scavengers: An approach on food preservation, structure and function of food engineering. In Structure and Function of Food Engineering; Eissa, A.A., Ed.; InTech: Rijeka, Croatia, 2012.

13. Sänglerlaub S., Gibis D., Kirchhoff E., Tittjung M., Schmid M., Müller K. Compensation of pinhole defects in food packages by application of iron-based oxygen scavenging multilayer films. Packag. Technol. Sci. 2013, 26. – 17–30.
14. Llorens A., Lloret E.; Picouet P.A., Trbojevič R., Fernandez A. Metallic-based micro and nanocomposites in food contact materials and active food packaging. Trends Food Sci. Tech. 2012, 24. – 19–29.
15. Vanderroost M., Ragaert P., Devlieghere F., De Meulenaer B. Intelligent food packaging: The next generation. Trends Food Sci. Technol. 2014, 39. – 47–62.
16. Dunca T.V. Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. J. Colloid Interface Sci. 2011, 363. – 1–24.
17. Ozdemir C., Yeni F., Odaci D., Timur S. Electrochemical glucose biosensing by pyranose oxidase immobilized in gold nanoparticle-polyaniline/AgCl/gelatin nanocomposite matrix. Food Chem. 2010, 119. – 380–385.
18. Jin X., Jin X., Chen L., Jiang J., Shen G., Yu R. Piezoelectric immunosensor with gold nanoparticles enhanced competitive immunoreaction technique for quantification of aflatoxin B1. Biosens. Bioelectron. 2009, 24. – 2580–2585.
19. Potyrailo R., Nagraj N., Tang Z., Mondello F., Surman C., Morris W. Battery-free radio frequency identification (RFID) sensors for food quality and safety. J. Agric. Food Chem. 2012, 60. – 8535–8543.
20. Шваб К. Четвертая промышленная революция / Клаус Шваб – «Эксмо», 2016. – 138 с.
21. Dobrucka R. Active and Intelligent Packaging Food – Research and development – A review / Renata Dobrucka, Ryszard Cierpiszewski // Pol. J. Food Nutr. Sci., 2014. – Vol. 64. – no. 1. – PP. 7 – 15.

### Видувна тара з ПЕТФ (ризик, проблеми та реалії)

П.В. Замотаєв, д.х.н.

Прогрес у розвитку полімерної упаковки для напоїв поширюється далеко за рамки оптимізації виробничих технологій, оптимізації макромолекулярної структури полімерів та вибору основних домішок. Однією з нових тенденцій є концентрація уваги на розробці активної упаковки, яка покращує консервування напоїв, таких як соки, молочні продукти, пиво, вино, олії тощо. Іншим нововведенням є впровадження інтелектуальних систем упаковки, що включають в себе показники температури за часом, детектори газу або небезпечних речовин, носії інформації про походження продукту та додавання харчових добавок, етикеток, що запобігають підробці та неправильному використанню продукту. Для комерційної реалізації цих технологій необхідне визнання переваг активної та інтелектуальної упаковки для напоїв у харчовій промисловості та збільшення сприйняття її клієнтами з урахуванням екологічних ризиків.

Ключові слова: тара із ПЕТФ; інтелектуальна упаковка; напої.

### PET blown packaging (risks, problems and realities)

P.V. Zamotayev, Dr.

The progress in the plastic beverage packaging extends far beyond an optimization of production technologies, an optimization of polymer macromolecular structure and masterbatches selection. One of the new trends is focusing on the development of active packaging which improves the conservation of beverages such as juice, dairy products, beer, wine, oils, etc. Another innovation is the introduction of the intelligent packaging systems which include time-temperature indicators, gas or dangerous substances detectors, information carriers about the origin of the product and presenting food additives, tags preventing forgery and misuse of the product. The recognition of the benefits of active and intelligent plastic packaging for beverages by the food industry and increased customer acceptance considering environmental risks are necessary for commercial realization of those technologies.

Key words: PET packing; intellectual packing; drinks.