

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ УПАКОВКИ, В СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ

*Осипова Т. С.¹, Федоренко Е. В.¹, Бондарук А. М.¹, Чеботкова Д. В.¹,
Лебединская К. С.¹, Сафронова Д. А.², Павловская Л. М.²*

*¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь;*

*²Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной
академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

Реферат. Подобраны методики пробоподготовки и определения содержания в соковой продукции ацетальдегида, гексана, гептана, ацетона, метилового спирта, пропилового спирта, изопропилового спирта, бутилового спирта, изобутилового спирта, этилацетата. Проведена сравнительная оценка содержания указанных летучих органических соединений, ассоциированных с применением комбинированной упаковки, контактным с продукцией, слоем которой является полиэтилен. По результатам оценки установлены закономерности, свидетельствующие об изменении качественного состава и количественного содержания отдельных химических веществ при различных условиях и продолжительности хранения соковой продукции в различных типах упаковки, таких как «тетра-пак» и «пауч».

Ключевые слова: материалы, контактирующие с пищевой продукцией, вещества, мигрирующие из материалов, контактирующих с пищевой продукцией.

Введение. Материалы, контактирующие с пищевыми продуктами, в том числе используемые в оборудовании для пищевой промышленности (МКП), являются одним из потенциальных источников контаминации химическими веществами упакованной

продукции [1]. Поэтому материалы, предназначенные для контакта с пищевой продукцией, строго регламентированы во многих странах мира. Основное требование гигиенической безопасности к ним — отсутствие миграции химических веществ в контактирующие среды, в количествах, вредных для здоровья человека, превышающих предельно допустимые количества миграции [2, 3].

Полиэтиленовая упаковка является одним из самых распространенных и универсальных полимерных материалов. В настоящее время наиболее широко используются комбинированные и многослойные материалы, послойный состав которых обеспечивает требуемый комплекс свойств для длительного хранения различных видов продукции. В пищевой промышленности широко используются комбинированные материалы, в том числе на основе бумаги и картона, из которых изготавливают пакеты (типа «пюр-пак», «тетра-брик», «тетра-пак» и др.) [4, 5].

Наиболее изученными химическими веществами, способными переходить из упаковки в контактирующие с ней среды являются: мономеры, димеры и олигомеры полимеров, антиоксиданты, пластификаторы, красители/клеи, остатки растворителей. Поскольку миграция химических компонентов упаковочных материалов рассматривается на основе массопереноса, то она определяется в мг/кг пищевой продукции. Перенос химических веществ главным образом происходит из-за разницы концентраций изучаемых соединений в пищевой продукции и упаковочных материалах. Небольшой градиент концентрации, как правило, приводит к низкой миграции, в то время как высокий — к переходу значительного количества компонентов контактирующего материала [6].

Поскольку идентифицировать низкомолекулярные вещества в пищевых продуктах очень сложно, либо практически невозможно, обычно исследования проводят с использованием модельных растворов [7]. В настоящее время национальным законодательством предусмотрено проведение оценки миграции химических веществ из упаковки с использованием моделирования условий контакта материала с пищевым продуктом, максимально приближенных к реальным, с некоторой аггравацией. При данном подходе

применяют различные модельные среды, в основном представляющие собой слабые растворы органических кислот, используемые в зависимости от вида планируемой к контакту с упаковкой пищевой продукции [2, 3].

Однако в ряде стран, в частности, входящих в состав Европейского союза (ЕС), исследования миграции предпочтительно проводятся в пищевом продукте, и только если указанное аналитически невозможно, применяются модельные среды, так как тестирование миграции веществ из МКП официальной системой моделирования считается приблизительной. Таким образом, при проведении исследований, результаты испытаний, полученные в пищевой продукции, преобладают над результатами, полученными в модельных средах [8].

Согласно зарубежным данным, миграция химических веществ непосредственно в пищевой продукт может быть значительно выше, чем в модельные среды. Например, обезжиренные продукты или напитки, содержащие дисперсные твердые частицы, не всегда ведут себя как вода или растворы кислот. В частности, значительные различия были обнаружены для 2-изопропилтиоксанта (ИТХ, фотоинициатор в печатных красках): его миграция в дисперсные (мутные) напитки, такие как молоко или апельсиновый сок, была значительно выше, чем миграция в модельные среды. Аналогичным образом переход тримеллитовой кислоты и ее эфиров из эпоксидных/ангидридных покрытий в яблочный соус преобладал над миграцией в соответствующую модельную среду (3%-я уксусная кислота) [9].

Законодательством, действующим на территории Республики Беларусь, испытания пищевой продукции на предмет миграции химических веществ из упаковки не предусмотрены. Это обусловлено как сложностью подбора аналитического метода, так и возможностью «фонового» содержания определяемого химического вещества в продукте, не ассоциированного с применением упаковки.

Соковая продукция, включающая фруктовые пюре, относится к востребованной группе пищевой продукции, имеющей высокие уровни потребления среди различных групп населения, включая чувствительные

контингенты (дети, беременные и кормящие женщины, лица пожилого возраста). С химической точки зрения такая продукция представляет собой активную среду, содержащую разнообразные летучие органические соединения (спирты, эфиры, альдегиды и др.). При этом, как правило, в качестве упаковки для соковой продукции промышленным сектором используются современные, зачастую сложные по составу, многослойные полимерные материалы. Таким образом, потенциальные контаминанты, ассоциированные с применением такой упаковки, могут содержаться и в самой соковой продукции как природные компоненты используемого сырья (ягоды, фрукты) [10, 11].

Учитывая изложенное, количественная оценка содержания отдельных химических веществ упакованной соковой продукции

позволит оценить уровни их контаминации на различных этапах и условиях хранения.

Цель работы — провести сравнительную оценку содержания в соковой продукции (нектар и пюре) химических веществ (ацетальдегида, гексана, гептана, ацетона, метилового спирта, пропилового спирта, изопропилового спирта, бутилового спирта, изобутилового спирта, этилацетата), ассоциированных с использованием комбинированной упаковки, контактным с продукцией, слоем которой является полиэтилен, при различных временных и температурных условиях хранения.

Материалы и методы. Экспериментальные образцы упакованной соковой продукции были предоставлены РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (таблица 1).

Таблица 1 — Образцы упакованной пищевой продукции

Номер образца	Образец
1	Нектар яблочно-черносмородиновый (хранение при температуре 20 ± 5 °C). Упаковка: пакеты типа «тетра-пак» (IPI)
2	Нектар яблочно-черносмородиновый (хранение при температуре 4 ± 2 °C). Упаковка: пакеты типа «тетра-пак» (IPI)
3	Пюре из груши, банана и киви гомогенизированное пастеризованное для детского питания для детей раннего возраста (хранение при температуре 20 ± 5 °C). Упаковка: пакеты типа «пауч»
4	Пюре из груши, банана и киви гомогенизированное пастеризованное для детского питания для детей раннего возраста (хранение при температуре 4 ± 2 °C). Упаковка: пакеты типа «пауч»

Во всех образцах слой упаковки, непосредственно контактирующий с пищевой продукцией, представлен полиэтиленом.

При проведении исследований образцов соковой продукции и пюре для детского питания за основу был взят ГОСТ 34174-2017 «Упаковка. Газохроматографическое определение содержания гексана, гептана, ацетальдегида, ацетона, метилацетата, этилацетата, метанола, изопропанола, акрилонитрила, н-пропанола, бутилацетата, изобутанола, н-бутанола, бензола, толуола, этилбензола, м-, о- и п-ксилолов, изопропилбензола, стирола, альфа-метилстирола в водных вытяжках» [12].

Данный метод основан на газохроматографическом анализе равновесной паровой фазы с применением дозатора равновесного пара на двух параллельно соединенных капиллярных колонках и двух пламенно-

ионизационных детекторах. Для этого использовались капиллярная колонка длиной 60 м, внутренним диаметром 0,53 мм, со слоем неподвижной жидкой фазы — карбовакс 20М, зернением 1,0 мкм (ZB-Wax) и колонка длиной 60 м, внутренним диаметром 0,53 мм, со слоем неподвижной жидкой фазы — цианопротил-фенил с массовой долей 6 % и диметилполисилоксан с массовой долей 94 %, зернением 3,0 мкм (DB-624). Газовый хроматограф — TRACE™ 1300 [12].

Подготовка лабораторных проб проводилась согласно ГОСТ 26671-2014 «Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Подготовка проб для лабораторных анализов» и осуществлялась в несколько этапов:

центрифугирование в течение 15 мин;

фильтрация через мембранный фильтр с размером диаметра пор 0,45 мкм;
 разбавление водой в соотношении 1:5 весовым методом;
 центрифугирование в течение 15 мин;
 фильтрация через мембранный фильтр с размером диаметра пор 0,45 мкм.

В виалу парофазного анализа помещали 10 см³ пробы, которая содержит 1 г безводного серноокислого натрия, герметизировали специальной крышкой и отправляли в термостат. Условия для анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Условия проведения испытаний образцов упакованных фруктовых пюре и соковой продукции

Показатель	Условия проведения испытаний
Работа дозатора равновесного пара	
Время термостатирования виалы с пробой	20 мин при встряхивании (умеренный режим)
Температура термостата виалы с пробой	80 °С
Температура переходной линии	145 °С
Вспомогательный газ	Азот
Избыточное давление в виале	1,0 бар
Температура манифолда	135 °С
Время инъекции	0,5 мин
Объем вводимой дозы равновесного пара	1 см ³ до 3 см ³
Проведение газохроматографического анализа	
Температура пламенно-ионизационного детектора	250 °С
Температура испарителя	250 °С
Газ-носитель	Гелий, постоянное давление 95 кПа, режим без сброса
Работа капиллярных колонок	
Температурный режим	Температура первого изотермического участка — 40 °С, длительность — 7 мин, скорость программирования — 5 мин; температура второго изотермического участка — 110 °С, длительность — 0 мин, скорость программирования — 50 мин; температура третьего изотермического участка — 220 °С; длительность — 2 мин
Расход водорода	30 см ³ /мин
Расход воздуха	300 см ³ /мин
Расход газа-носителя на поддув детектора	30 см ³ /мин
Общее время анализа	25,2 мин

Результат измерения рассчитывался путем вычисления среднеарифметического значения двух параллельных определений \bar{C} по формуле

$$\bar{C} = \frac{C_1 + C_2}{2} \cdot K, \quad (1)$$

где C_1, C_2 — значения массовых концентраций определяемого вещества в двух параллельных пробах одного образца, мг/дм³; K — коэффициент разбавления.

Оценка содержания искомым химических веществ в образцах соковой продукции осуществлялась на протяжении сроков хранения

при комнатной температуре (20 ± 5 °С) и в условиях холодильного оборудования (4 ± 2 °С).

В связи с отсутствием контрольных образцов, упакованных в инертные материалы (стекло), при проведении эксперимента не учитывалось «фоновое» содержание определяемых химических веществ в самом продукте.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований образцов пищевой продукции в условиях окружающей среды и после холодильного хранения представлены в таблице 3.

Таблица 3 — Содержание химических веществ в упакованной соковой пищевой продукции, мг/дм³

Образец	Химическое вещество	Температура хранения, °С	
		20 ± 5	4 ± 2
Нектар яблочно-черносмородиновый (после 6 месяцев хранения)		Образец № 1	Образец № 2
	Ацетальдегид	0,76 ± 0,21	1,27 ± 0,34
	Гексан	Н.о.	Н.о.
	Гептан	Н.о.	Н.о.
	Ацетон	0,62 ± 0,17	0,58 ± 0,16
	Метанол	78,82 ± 21,28	68,71 ± 18,55
	Пропанол	Н.о.	Н.о.
	Изопропанол	0,65 ± 0,18	3,1 ± 0,84
	Бутанол	Н.о.	Н.о.
	Изобутанол	Н.о.	Н.о.
Этилацетат	Н.о.	Н.о.	
Пюре из груши, банана и киви (после 8 месяцев хранения)		Образец № 3	Образец № 4
	Ацетальдегид	0,28 ± 0,08	0,53 ± 0,14
	Гексан	Н.о.	Н.о.
	Гептан	Н.о.	Н.о.
	Ацетон	1,27 ± 0,34	1,65 ± 0,45
	Метанол	45,21 ± 12,21	54,89 ± 14,82
	Пропанол	Н.о.	Н.о.
	Изопропанол	Н.о.	0,57 ± 0,15
	Бутанол	1,77 ± 0,48	3,34 ± 0,90
	Изобутанол	3,11 ± 0,84	5,68 ± 1,53
Этилацетат	4,12 ± 1,11	7,28 ± 1,97	

Примечания — 1. «Н.о.» — не обнаружено: меньше нижней границы диапазона измерений; в соответствии с методикой(-ами) нижняя граница диапазона измерений составляет, мг/дм³: ацетальдегид, ацетон, пропанол, изопропанол, бутанол, изобутанол, этилацетат — 0,050, метанол — 0,1, гексан, гептан — 0,010.
2. Результаты измерений представлены с учетом расширенной неопределенности.

В результате проведенных исследований обнаружено наличие:

ацетальдегида, ацетона, метилового и изопропилового спирта в образцах нектара яблочно-черносмородинового, упакованных в пакеты типа «тетра-пак» (PI);

ацетальдегида, ацетона, этилацетата, метилового, изопропилового, бутилового и изобутилового спиртов в образцах пюре из груши, банана и киви, упакованных в пакеты типа «пауч».

Выявлена тенденция свидетельствующая, что количество обнаруженных химических веществ было ниже в образцах, хра-

нение которых осуществлялось в обычных условиях (при комнатной температуре) по сравнению с образцами, хранимыми в условиях холодильника. Следует отметить, что наличие изобутанола и этилацетата обнаруживалось только в образце пюре из груши, банана и киви, что может быть обусловлено их природным содержанием в указанных фруктах [10, 11]. Результаты исследований образцов пищевой продукции после года хранения (по истечении срока годности) при комнатной температуре и в условиях холодильного оборудования представлены в таблице 4.

 Таблица 4 — Содержание химических веществ в упакованной соковой пищевой продукции после года хранения, мг/дм³

Образец	Химическое вещество	Температура хранения 20 ± 5 °С	
		Образец № 1	Образец № 2
Нектар яблочно-черносмородиновый	Ацетальдегид	0,77 ± 0,03	0,45 ± 0,02
	Гексан	Н.о.	Н.о.
	Гептан	Н.о.	Н.о.

Окончание табл. 4

Образец	Химическое вещество	Температура хранения 20 ± 5 °С	
	Ацетон	0,42 ± 0,02	0,30 ± 0,02
	Метанол	27,65 ± 0,21	19,80 ± 0,18
	Пропанол	Н.о.	Н.о.
	Изопропанол	Н.о.	Н.о.
	Бутанол	Н.о.	Н.о.
	Изобутанол	Н.о.	Н.о.
	Этилацетат	Н.о.	Н.о.
Пюре из груши, банана и киви		Образец № 3	Образец № 4
	Ацетальдегид	0,40 ± 0,02	0,35 ± 0,02
	Гексан	0,03 ± 0,002	Н.о.
	Гептан	Н.о.	Н.о.
	Ацетон	1,10 ± 0,06	0,95 ± 0,05
	Метанол	36,00 ± 0,19	29,70 ± 0,27
	Пропанол	Н.о.	Н.о.
	Изопропанол	Н.о.	Н.о.
	Бутанол	1,85 ± 0,10	1,60 ± 0,09
	Изобутанол	3,05 ± 0,16	2,60 ± 0,14
Этилацетат	3,10 ± 0,17	3,70 ± 0,20	

Примечания — 1. «Н.о.» — не обнаружено: меньше нижней границы диапазона измерений; в соответствии с методикой(-ами) нижняя граница диапазона измерений составляет, мг/дм³: ацетальдегид, ацетон, пропанол, изопропанол, бутанол, изобутанол, этилацетат — 0,050, метанол — 0,1, гексан, гептан — 0,010. 2. Результаты измерений представлены с учетом расширенной неопределенности.

В результате проведенных исследований обнаружено наличие:

- ацетальдегида, ацетона и метанола в образцах нектара яблочно-черносмородинового, упакованных в пакеты типа «тетрапак» (PII);

- ацетальдегида, гексана, ацетона, этилацетата, метилового, бутилового и изобутилового спиртов в образцах пюре из груши, банана и киви, упакованных в пакеты типа «пауч». При этом гексан был обнаружен только в образце, хранимом в условиях окружающей среды, а полученное значение было близко к пороговому.

Выявлена тенденция, которая свидетельствует, что количество оцениваемых летучих органических соединений в образцах снижается по мере продолжительности их хранения (рисунки 1 и 2). Указанное может быть обусловлено тем, что пониженная температура хранения способствует замедлению химических процессов, направленных на образование обсуждаемых соединений в сложной матрице комплекса органических соединений, содержащихся в соковой продукции, при контакте с упаковочным материалом.

Наибольшее количество ацетальдегида в образцах обнаруживалось при их хранении

в условиях холодильного оборудования на протяжении 6 и 8 месяцев, что может свидетельствовать об относительной стабильности данного компонента, источником которого могут быть как упаковка, так и входящие в состав фрукты и ягоды (природное содержание) в условиях пониженной температуры.

Количество метанола в образцах снижалось по мере продолжительности их хранения как при комнатной температуре, так и в условиях холодильника (рисунок 3). При этом пониженная температура хранения образцов может способствовать замедлению химических процессов, в том числе направленных на образование метанола.

Следует отметить различие качественного состава обнаруженных веществ в образцах, хранимых в изделиях из комбинированного материала, имеющего одинаковый контактный слой (полиэтилен), что может быть обусловлено различными типами самой упаковки («тетрапак» и «пауч»), имеющей различия в последующих от контактного слоя. При этом можно предположить, что присутствие обсуждаемых веществ может быть ассоциировано не только с упаковкой, но и с составом самих образцов.

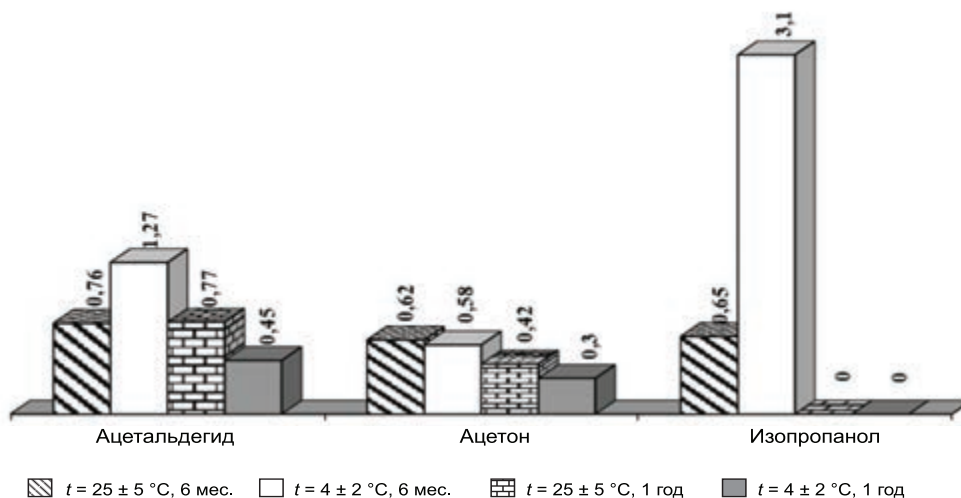


Рисунок 1 — Содержание отдельных химических веществ в образце «Нектар яблочно-черносмородиновый» («тетра-пак»)

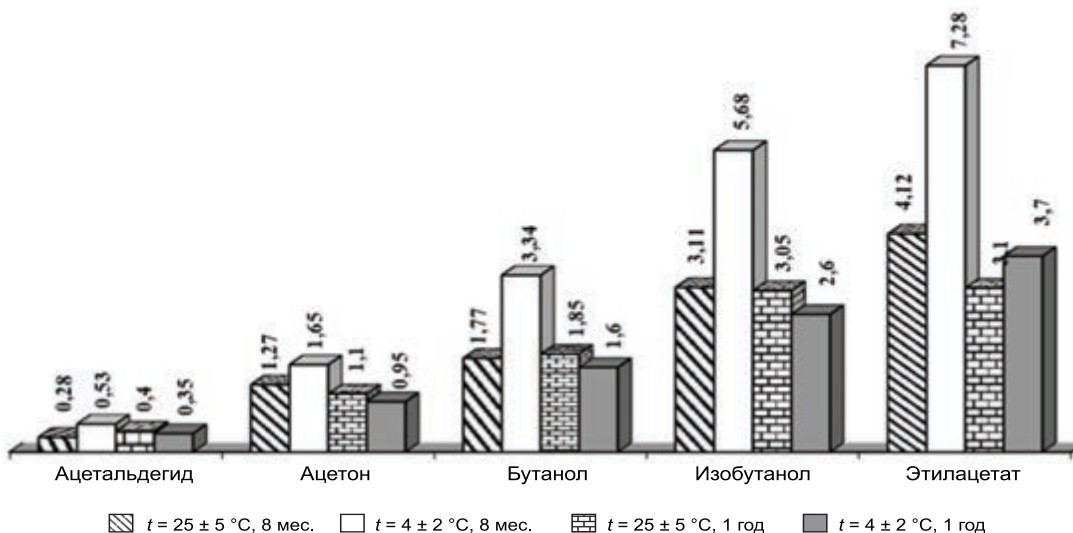


Рисунок 2 — Содержание отдельных химических веществ в образце «Пюре из груши, банана и киви для детского питания» («пауч»)

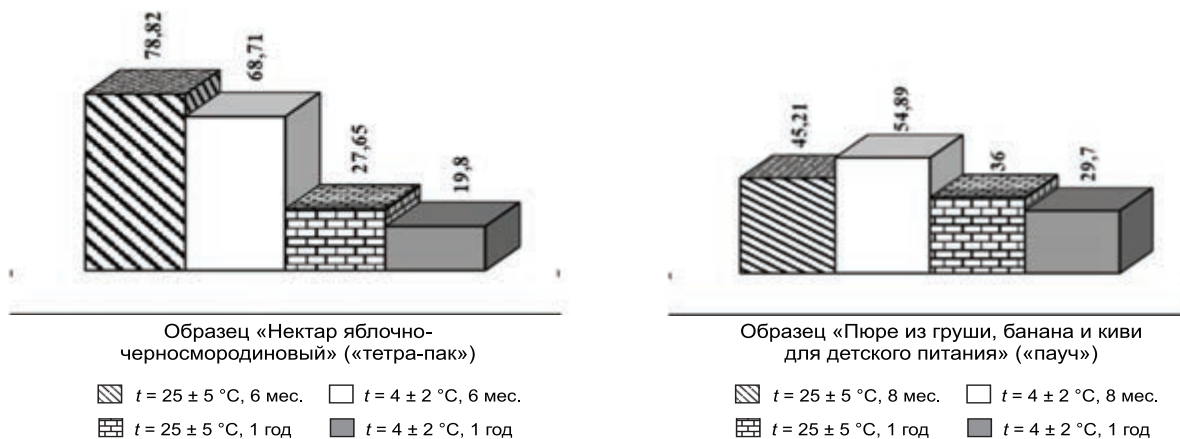


Рисунок 3 — Содержание метанола в образцах соковой продукции

Заключение. Опираясь на полученные в настоящем исследовании экспериментальные данные, не представляется возможным однозначно определить источник обнаруженных химических веществ в исследованной упакованной пищевой продукции. Их наличие может быть обусловлено как природным содержанием летучих органических соединений, в том числе ацетальдегида, метанола, ацетона и других в составе плодов и фруктов, так и миграцией из упаковки.

При этом подобранные методики пробоподготовки и определения миграции отдельных химических веществ из упаковки типа «тетра-пак» и «пауч» позволили провести сравнительную оценку их содержания в образцах соковой продукции при различных условиях и продолжительности хранения. По

результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1) разнообразный качественный состав обнаруженных химических веществ в образцах соковой продукции может быть ассоциирован как с материалом упаковки, так и с их природным содержанием во входящих в состав фруктах и ягодах;

2) количество обнаруживаемых аналитическими методами веществ в продукции варьировало в зависимости от продолжительности и температуры хранения образцов;

3) анализ полученных данных позволил выявить тенденцию, свидетельствующую о преимущественном снижении содержания отдельных химических веществ в образцах соковой продукции по мере продолжительности времени их хранения.

Список цитированных источников

1. Бубен, Е. О. Катализаторы в процессах получения биоразлагаемых полимеров / Е. О. Бубен // Лучшая научная статья 2018 : сб. ст. XXII Междунар. науч.-исслед. конкурса, Пенза, 25 дек. 2018 г. / отв. ред. Г. Ю. Гуляев. — Пенза : Наука и Просвещение, 2018. — С. 13–16.
2. Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к миграции химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами» и гигиенического норматива «Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами» [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 30 дек. 2014 г. № 119. — Режим доступа: http://minzdrav.gov.by/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/baza-npa.php?ELEMENT_ID=23942. — Дата доступа: 18.04.2023.
3. О безопасности упаковки : ТР ТС 005/2011 : принят 16.08.2011 : вступ. в силу 01.07.2012 / Евраз. экон. комис. — Минск, 2017. — 32 с.
4. Федотова, О. Б. Исследование изменения структуры полиэтиленового слоя упаковки, контактирующего с пищевым продуктом, при воздействии ультрафиолетового излучения / О. Б. Федотова, Н. С. Пряничникова // Пищевые системы. — 2021. — Т. 4, № 1. — С. 56–61.
5. Багрикова, С. В. Экологическая опасность и пищевая безопасность полиэтиленовой пленки для упаковки / С. В. Багрикова, И. Н. Петрова // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В. Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. — 2008. — № 1 (30). — С. 71–78.
6. Федотова, О. Б. Роль миграции в процессах взаимодействия упаковки с продуктом / О. Б. Федотова // Переработка молока. — 2016. — № 12. — С. 14–17.
7. Федотова, О. Б. Безопасность упаковки: новое и хорошо забытое старое / О. Б. Федотова, А. Н. Богатырев // Пищевая промышленность. — 2014. — № 1. — С. 12–14.
8. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food [Electronic resource]. — Mode of access: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02011R0010-20200923&qid=1607416192315>. — Date of access: 18.04.2023.
9. Grob, K. The future of simulants in compliance testing regarding the migration from food contact materials into food / K. Grob // Food Control. — 2008. — Vol. 19, № 3. — P. 263–268.
10. ТР ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств : технический регламент Таможенного союза / Евраз. эконом. комис. — Минск : Госстандарт ; БелГИСС, 2014. — 272 с.
11. Differentiation of fresh and processed fruit juices using volatile composition / R. Perestrelo [et al.] // Molecules. — 2019. — Vol. 24, № 5. — P. 974.
12. Упаковка. Газохроматографическое определение содержания гексана, гептана, ацетальдегида, ацетона, метилацетата, этилацетата, метанола, изопропанола, акрилонитрила, н-пропанола, бутилацетата, изобутанола, н-бутанола, бензола, толуола, этилбензола, м-, о- и п-ксилолов, изопрропилбензола, стирола, альфа-метилстирола в водных вытяжках : ГОСТ 34174-2017. — Введ. РБ 07.07.2017. — Минск : Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2017. — 15 с.



Comparative characterization of the content of selected chemical substances associated with the use of combined packaging in juice products

*Osipava T. S.¹, Fedorenko E. V.¹, Bondaruk A. M.¹, Chebotkova D. V.¹, Lebedinskaya K. S.¹,
Safronova D. A.², Pavlovskaya L. M.²*

¹Scientific Practical Centre of Hygiene, Minsk, Republic of Belarus;

*²Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

The methods of sample preparation and determination of the content of acetaldehyde, hexane, heptane, acetone, methyl alcohol, propyl alcohol, isopropyl alcohol, butyl alcohol, isobutyl alcohol, ethyl acetate in juice products have been selected. A comparative assessment of the content of these volatile organic compounds associated with the use of combined packaging, the contact layer of which is polyethylene with the products, has been carried out. According to the results of the assessment, regularities indicating changes in the composition and content of individual chemical substances under different conditions and duration of storage of juice products in different types of packaging (“tetra-pack” and “pouch”) were found.

Keywords: food contact materials, substances migrating from food contact materials.

Поступила 08.06.2023