

# Бутилированная вода в Испании\*

## (миграция компонентов полимерной упаковки)

А. Гарт<sup>a,b</sup>, Ф. Боно-Блэй<sup>a,b</sup>, А. Боррелл<sup>a</sup>, С. Лакорте<sup>b</sup>, Лаборатория д-ра Оливера-Родеса<sup>a</sup>, Департамент экологической химии, Институт энвироники и исследований воды (IDAEA) – Испанский исследовательский совет (CSIC)<sup>b</sup>, Испания

Окончание. Начало в № 2 (С. 40–42), 2015 г.

Бутилированная вода является питьевой водой, которая сохраняет первозданную чистоту природных минеральных вод и во многих местностях, где ощущается нехватка хозяйственно-бытовой воды, становится единственной водой, которую может употреблять человек. Существует несколько категорий бутилированной воды в зависимости от ее происхождения: природная минеральная вода, ключевая вода и бутилированная питьевая вода (так называемая «обработанная вода»). Все эти виды бутилированной воды регламентируются Директивой 2009/54/ЕС (Европейский Союз, 2009) и Директивой 98/83/ЕС (Европейский Союз, 1998) в отношении химического анализа и микробиологических тестов.

### Стеклобутылка с кронен-пробкой

При испытании 85 образцов воды в стеклянных бутылках (табл. 1) диэтилгексилфталат (ДЭГФ) был наиболее часто встречающимся соединением (n=56). За ним следует нонилфенол (НФ) (n=22), бутилбензилфталат (БФА) (n=20), диэтилфталат (ДЭФ) (n=19), октилфенол (ОФ) (n=10), бутилбензилфталат (ББФ) (n=6), бис(2-этилгексил)адипат (Б2ЭГА) (n=6) и диметилфталат (ДМФ) (n=2). Ни в одном образце не был обнаружен ди-Н-бутилфталат (Д-н-БФ). ДЭГФ был обнаружен в 27 % образцов до и в 39 % после 1 года хранения. Данные результаты показали, что миграция ДЭГФ

очень сильно связана с кронен-пробкой. НФ может возникать либо при мойке стеклянных бутылок (Касахуана и Лакорте, 2003; Талмаж, 1994; Вотавова, Добиас, Волдрич и Чижкова, 2009), либо мигрировать из кронен-пробки (Гарт и другие, 2011). Присутствие НФ было незначительным и не связано с газированной водой. Только один бренд негазированной воды в бутылке 0,33 л продемонстрировал увеличение концентрации с 0,146 до 0,277 мкг/л в образцах после 1 года хранения. В образцах до испытаний ОФ был обнаружен только в газированной воде, а в образце 0,25 л (очень маленький формат) содержалось до 3,160 мкг/л ОФ. В этих образцах ОФ не был обнаружен после

1 года хранения. Это показывает, что соединение, вероятно, разложилось или испарилось за данный период. Напротив, ОФ был обнаружен только в образцах негазированной воды после 1 года хранения. Его присутствие объясняется миграцией из кронен-пробки. ДМФ был обнаружен в количестве всего лишь 0,046 мкг/л в газированной воде в 1-литровой бутылке, а в таком же образце после 1 года хранения его концентрация увеличилась до 0,174 мкг/л. Принимая во внимание то, что это соединение было обнаружено только в 1 из 85 проанализированных образцов, его присутствие там закономерно и характерно только для конкретного бренда.

Загрязнители	Бутылка из стекла; металлическая кронен-пробка				Бутылка из стекла; металлический резьбовой колпачок			
	Количество положительных образцов, шт.		Концентрация, мкг/л		Количество положительных образцов, шт.		Концентрация, мкг/л	
	исходное	после хранения	исходное	после хранения	исходное	после хранения	исходное	после хранения
ДМФ	1	1	0,046	0,174	–	–	–	–
ДЭФ	5	14	1,17–9,34	0,895–9,11	–	2	–	1,03–1,76
Д-н-БФ	–	–	–	–	–	–	–	–
ББФ	2	4	0,592–0,794	0,614–1,43	–	1	–	2,58
ДЭГФ	23	33	0,985–5,51	1,05–11,9	2	–	1,64–5,78	–
Б2ЭГА	5	1	0,232–2,40	0,227	1	–	0,182	–
ОФ	3	7	0,04–3,16	0,003–0,004	3	2	0,003–0,005	0,007–0,051
НФ	4	18	0,061–0,43	0,068–0,933	1	5	0,064	0,057–0,43
БФА	10	10	0,037–4,04	0,035–1,62	4	–	0,045–0,135	–



Благодаря тому, что газированная вода часто фасуется в стеклянную тару, присутствие пластификаторов и добавок в ней можно объяснить миграцией из полиизоольной прокладки под металлической кронен-пробкой. Углекислый газ приводит к снижению уровня рН в воде до 6, что может увеличивать миграцию соединений в воду через разложение полимера и контакт через воздушную прослойку. 31 из 85 образцов (36 %) были образцами газированной воды (табл. 1). 49 % общего количества образцов показали содержание контаминантов в воде до и 27 % после 1 года хранения. Говоря в целом, газированные воды продемонстрировали более высокую концентрацию искомым соединений, чем негазированные. Из всех образцов стеклянных бутылок с металлической кронен-пробкой содержали ДЭГФ 43 % с газированной водой до и 36 % — после 1 года хранения.

Во многих случаях присутствие мономеров и примесей было связано с конкретной торговой маркой воды, когда процесс фасования или качество используемых материалов повлияли и на качество воды. Так было в случае Бренда А, где искомые соединения были обнаружены повторно. В 1-литровой бутылке негазированной воды наблюдалось снижение уровня ДЭФ с 6,55 до 1,67 мкг/л после 1 года хранения. Содержание ДЭГФ в воде до её хранения составило 1,93 мкг/л, после 1 года хранения — увеличилось до 2,05 мкг/л; содержание БФА снизилось с 0,412 до 0,016 мкг/л. В бутылках объемом 0,5 л с газированной водой того же бренда уровень БФА снизился с 0,860 до 0,175 мкг/л. В бутылке объемом 0,25 л с газированной водой содержание ДЭГФ увеличилось с 2,39 до 4,37 мкг/л после 1 года хранения. В трех бутылках Бренда В объемом 0,25 л (негазированная), 0,25 л (газированная) и 0,5 л (негазированная) концентрация ДЭГФ увеличилась с 1,58 до 2,41 мкг/л, с 1,28 до 3,66 мкг/л и с 2,49 до 3,19 мкг/л соответственно. Говоря о Бренде С, в двух бутылках объемом 0,25 л (газированная и негазированная вода)

концентрация ДЭГФ увеличилась с 4,65 до 5,58 мкг/л и с 2,49 до 7,53 мкг/л соответственно. В бутылке негазированной воды объемом 0,5 л Бренда Д наблюдалось снижение концентрации ДЭГФ с 2,05 до 1,57 мкг/л в образце после 1 года хранения. В бутылках негазированной обработанной воды Бренда Д объемом 0,25, 0,5 и 1 л концентрация ДЭГФ снизилась после 1 года хранения с 2,95 до 2,10 мкг/л, с 2,72 до 2,30 мкг/л и с 1,51 до 0,727 мкг/л соответственно. Следует заметить, что объем, а скорее поверхность бутылок, влияет на миграцию ДЭГФ. У бутылки меньшего объема (0,25 л) она больше. В бутылке негазированной воды объемом 0,25 л того же бренда БФА был обнаружен с одинаковой концентрацией как до, так и после 1 года хранения (0,090 и 0,085 мкг/л соответственно). Сравнивая образцы до и после 1 года хранения, концентрация НФ в воде Бренда Е (1 л негазированной воды) была 0,082 и 0,089 мкг/л, а концентрация БФА увеличилась с 0,068 до 0,145 мкг/л. В бутылке негазированной воды объемом 0,33 л увеличилась концентрация ДЭГФ с 1,18 до 3,31 мкг/л, в то время как в газированной воде в бутылке того же объема наблюдалось снижение этого соединения с 4,04 до 1,62 мкг/л.

#### Стеклянная бутылка с металлическим колпачком

Было проанализировано 20 стеклянных бутылок с металлическим резьбовым колпачком (табл. 1). Фталаты были обнаружены в 5 образцах газированной воды, однако ДМФ и Д-н-БФ обнаружены не были. ДЭГФ был обнаружен только в одном образце негазированной воды до её хранения. ОФ был обнаружен в 3 образцах воды до и 2 образцах после 1 года хранения. НФ был обнаружен в 1 образце воды до и 5 образцах после 1 года хранения. Увеличение концентрации НФ, связанное с хранением, объясняется миграцией этого соединения со временем, как это наблюдалось в случае бутылок с кронен-пробками. БФА был обнаружен лишь в 4 образцах воды до её хранения. В образцах после 1 года

хранения следов БФА обнаружено не было.

Между образцами воды до и после 1 года хранения не было никакой связи, хотя самые высокие концентрации были обнаружены после хранения воды, что свидетельствует о миграции соединений в воду из полимерной прокладки колпачка.

ДЭГФ был обнаружен только в 2 из 40 образцов в стеклянной бутылке с металлическим резьбовым колпачком. Таким образом, миграция из прокладок резьбовых колпачков намного меньше той, что наблюдалась из прокладок кронен-пробок. ДЭГФ был обнаружен в большей концентрации, чем в стеклянных бутылках с металлической кронен-пробкой, хотя частота его обнаружения была намного ниже. Это может объясняться использованием разных полимерных материалов для изготовления прокладок. Все это говорит о том, что прокладка в колпачках и кронен-пробках оказывает сильное влияние на присутствие пластификаторов в воде в стеклянных бутылках.

#### Стеклянная бутылка с пробкой из ПЭВД

Было проанализировано 4 образца. ДМФ и НФ были обнаружены в воде только 1 раз в 8-литровой бутылке как до, так и после её хранения. ДЭФ, Д-н-БФ, ББФ, ДЭГФ, БЭ-ГА и БФА обнаружены в образцах не были. Анализ результатов показывает очень низкую вероятность миграции для этой упаковки. Тем самым было получено подтверждение того, что материал пробки является причиной миграции посторонних веществ, как и для других стеклянных бутылок.

#### Полипропиленовая бутылка с колпачком из ПЭВД

Было проанализировано только 1 образец (8-литровая бутылка). ДМФ и ДЭГФ были обнаружены в воде до её хранения, а ОФ — после 1 года хранения воды. ДЭФ, Д-н-БФ, ББФ, ДЭГФ, НФ и БФА обнаружены не были. Между образцами воды до и после 1 года хранения не было никакой связи.



**Таблица 2.**

**Миграция загрязнителей в воду в бутылках из ПК и ПЭТФ до и после хранения в течение 1 года**

Загрязнители	Бутылка из ПЭТФ, колпачок из ПЭВД				Бутылка из ПК, крышка из ПЭНД			
	Количество положительных образцов, шт.		Концентрация, мкг/л		Количество положительных образцов, шт.		Концентрация, мкг/л	
	исходное	после хранения	исходное	после хранения	исходное	после хранения	исходное	после хранения
ДМФ	–	1	0,022	–	–	–	–	–
ДЭФ	8	22	1,02–2,05	0,857–4,3	2	–	0,92–2,46	–
Д-н-БФ	–	–	–	–	1	–	0,736	–
ББФ	2	3	0,619–1,28	0,635–3,01	–	–	–	–
ДЭГФ	1	12	1,52	1,02–13,0	1	1	2,81	1,79
БЭЭГА	4	14	0,283–1,47	0,185–6,23	–	1	–	0,257
ОФ	10	18	0,02–0,011	0,02–0,023	3	5	0,004–0,037	0,002–0,128
НФ	5	16	0,062–0,538	0,058–2,03	1	6	0,537	0,061–2,42
БФА	12	12	0,042–0,191	0,037–0,819	12	19	0,032–24,2	0,074–22,2

### Бутылка из ПК с крышкой из ПЭНД

Было проанализировано 20 образцов. Бутылки из ПК используются в кулерах для воды. Внутри крышки у них прокладка из полистирола или силикона, которые, как показало исследование, способствуют миграции пластификаторов (Гарт и другие, 2011).

БФА был, вне всяких сомнений, самым часто встречающимся соединением, обнаруженным в 60 % образцов воды (12 из 20) до и в 95 % (19 образцов) после 1 года хранения (табл. 2). Наблюдалось незначительное увеличение концентрации БФА после хранения воды, кроме 3 образцов, в которых концентрация уменьшилась с 4,17 до 0,651 мкг/л (в 20-литровой бутылке), с 24,2 до 0,490 мкг/л (18,9-литровая бутылка) и с 4,14 до 0,975 мкг/л (18,9-литровая бутылка). В 3 образцах воды в бутылках 18,9 л до хранения концентрация БФА составила 24,2, 13,2 и 15,6 мкг/л, а образец воды в 18,9 л бутылке после хранения воды показал 22,2 мкг/л, хотя такие высокие концентрации были скорее исключением по сравнению со средними значениями. В целом наблюдалась высокая вариативность (средняя величина  $3,06 \pm 6,84$  мкг/л и  $3,53 \pm 6,41$  мкг/л для воды до и после 1 года хранения соответственно). Это дало основания полагать, что использование бутылок из ПК может влиять на миграцию БФА. Нерин и другие (2003) обнаружил 30 мкг БФА на 1 г ПК при использо-

вании его в микроволновой печи после хранения при комнатной температуре. Ле и другие (2008) хранили использованные и новые бутылки из ПК в течение 7 дней при комнатной температуре и обнаружили концентрацию БФА 0,7 и 1,0 мкг/л в использованной и новой бутылке из ПК соответственно. Амириду и Вутса (2011) отметили небольшое увеличение концентрации БФА с 0,112 до 0,170 мкг/л после 30 дней наружного хранения при воздействии прямых солнечных лучей в таре многократного использования объемом 18,9 л. Американское Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов (FDA) проанализировало уровень БФА в поликарбонатной таре объемом 18,9 л от поставщиков воды, которая хранилась 39 недель. Концентрация БФА в ней была обнаружена на уровне от 0,1 до 4,7 мкг/л (Агентство по охране окружающей среды, 1993). Байлз, МакНил, Бегли и Холлифилд (1997) обнаружили БФА в бутылках из ПК на уровне 5 мкг/л. Подразделение Европейского агентства по безопасности продуктов питания, отвечающее за материалы, контактирующие с продуктами питания, энзимы, ароматизаторы и технологические пищевые добавки (CEF), нагревало бутылки до 100 °С в течение 1 часа. При этом концентрация БФА в воде после данного опыта составила  $0,23 \pm 0,12$  мкг/л, в то время как после использования бытовой посудомо-

ющей машины (51–169 раз) концентрация БФА выросла до  $8,4 \pm 4$  мкг/л. Результаты этого исследования подтверждают миграцию БФА в тару многократного использования после нескольких циклов мытья.

Другие соединения были обнаружены лишь в некоторых образцах. ДМФ и ББФ не были обнаружены ни в одном образце. ДЭФ был обнаружен в 2 образцах воды до её хранения в концентрации 0,920 (объем 18,9 л) и 2,46 мкг/л (объем 20 л). Последний образец также содержал БЭЭГА, ДЭГФ и БФА в концентрации 0,257, 1,79 и 0,093 мкг/л соответственно. Это подтверждает то, что присутствие примесей может быть связано с конкретным брендом воды и специфическими условиями её фасования.

В целом с учетом того, что было проанализировано 40 образцов поликарбонатных бутылок, БФА был обнаружен в 77 % проб, что требует постоянного контроля этого соединения в таре этого типа. Важно отметить, что высокий уровень миграции может быть связан с бутылками б/у, которые мылись несколько раз. Присутствие во всех образцах БФА, вне всяких сомнений, объясняется миграцией из бутылок из ПК, в то время как крышки из ПЭНД или прокладки могут быть источником алкилфенолов и некоторых фталатов, как это продемонстрировано в исследовании в случае с принудительной миграцией (Гарт и другие, 2011).



## Бутылка из ПЭТФ с колпачком из ПЭВД

Бутылки из ПЭТФ — наиболее распространенная упаковка для воды на рынке Испании. Общее количество проанализированных образцов таких бутылок составило 224. Фталаты были обнаружены в 12 образцах воды до и 37 образцах после 1 года хранения с концентрацией 0,022–20,5 мкг/л и 0,635–13,0 мкг/л соответственно (табл. 2). Д-н-БФ обнаружен не был. Б2ЭГА был обнаружен в 4 образцах воды до и 14 образцах воды после 1 года хранения. Он считается эффективным заменителем ДЭГФ (Болгар и другие, 2008). Алкилфенолы были обнаружены в 15 образцах воды до и 34 образцах воды после 1 года хранения. БФА был обнаружен в 12 образцах воды до, а также в 12 образцах воды после 1 года хранения, что составляет 5 % от общего количества проанализированных образцов. В целом количество образцов, в которых были обнаружены искомые соединения, увеличилось после 1 года хранения, хотя значительных изменений их концентрации не произошло.

Такие результаты подтверждаются и другими исследованиями, предметом которых было выявление фталатов в бутылках из ПЭТФ. Као (2008) указывает на присутствие фталатов в бутилированной воде в концентрации 0,054–0,1 мкг/л (ДЭФ); 0,08–0,32 мкг/л (Д-н-БФ) и 0,05–0,093 мкг/л (ДЭГФ). Боснир и другие (2007) обнаружили ДЭФ, Д-н-БФ и ДЭГФ в концентрации <0,04–1, <0,04–50 и <0,04–50 мкг/л соответственно в природной минеральной воде после 30 дней нахождения её при температуре 22 °С. Касахуана и Лакорте (2003) обнаружили фталаты в воде в бутылках из ПЭТФ, хранившихся 10 недель при 30 °С в концентрации 0,082–0,355 мкг/л (ДЭФ), 0,020–0,070 мкг/л (Д-н-БФ), <0,004–0,010 мкг/л (ББФ) и <0,002–0,188 мкг/л (ДЭГФ). Кроме того, Лейвадара и другие (2008) обнаружили ДЭГФ в концентрации <0,002–6,8 мкг/л в природной минеральной воде после 3 месяцев контакта при температуре до 30 °С. Шмидт, Колер, Мейергофер, Луци и Вегелин (2008) обнаружили ДЭГФ в концен-

трации 0,10–0,71 мкг/л после 17-часового контакта в темноте/при солнечном свете при комнатной температуре и при температуре 60 °С. Пробы на принудительную миграцию для бутылок из ПЭТФ показали миграцию 0,332 мкг/дм<sup>3</sup> НФ (Гарт и другие, 2011). Амириду и Вутса (2011) обнаружили 0,0046 мкг/л БФА в воде, разлитой в бутылки из ПЭТФ, и 0,122 мкг/л в воде в бутылках из ПК. После хранения в течение 15 и 30 дней концентрация БФА увеличилась до 0,170 мкг/л. Керрешес, Татар, Чегени, Зарай и Мишуш (2013) изучили миграцию фталатов из бутылок из ПЭТФ в природную минеральную воду, при этом самым широко распространенным фталатом оказался ДЭГФ, обнаруженный в концентрации до 1,7 мкг/л.

Однако согласно докладу о бутылках из ПЭТФ Института технологических процессов и упаковки Фраунгофера (Европейская федерация бутилированных вод, 2013) ПЭТФ не содержит пластификаторов, поскольку они делают полимер «мягче». В докладе подчеркнуто, что бутылка из ПЭТФ должна быть жесткой и прочной, поэтому использование пластификаторов в бутылках такого типа противоречило бы этой цели. В документе также отмечается, что в ПЭТФ нет БФА. Поэтому остается непонятным, откуда появились пластификаторы и БФА, обнаруженные в бутылках из ПЭТФ. Гарт, Боно-Блэй, Боррелл и Лакорте (2011) обнаружили НФ и БФА в колпачках из ПЭВД с концентрацией 1,282 мкг/дм<sup>2</sup> и 0,145 мкг/дм<sup>2</sup>. Однако БФА не был обнаружен в бутылках из ПЭТФ, разрезанных на кусочки. Данные результаты показывают миграционный потенциал пластификаторов из колпачка, как и было указано Бахом и другими (2012), что источником БФА в воде в бутылках из ПЭТФ могут быть колпачки для бутылок.

## Бутылка из ПЭВД с колпачком из ПЭВД

Было проанализировано 7 образцов. ДМФ был обнаружен в 2 образцах обработанной воды до её хранения в концентрации 0,085 и 0,230 мкг/л. Среди проанализированных соединений

ДЭФ был единственным, вызывающим опасения, так как был обнаружен в высоких концентрациях. В 3 образцах после 1 года хранения ДЭФ был обнаружен с концентрацией 2,06 мкг/л (бутылка объемом 5 л), 6,44 мкг/л (8 л) и 9,460 мкг/л (8 л), что говорит о миграции этого соединения из бутылок из ПЭВД. ОФ и НФ были обнаружены в 5-литровой бутылке после 1 года хранения в незначительных количествах. Д-н-БФ, ББФ, ДЭГФ, Б2ЭГА и БФА обнаружены не были.

## Пакет из ПЭНД

Было проанализировано только 1 образец. ДМФ, Д-н-БФ, ББФ, ДЭГФ, Б2ЭГА, ОФ и БФА не были обнаружены вовсе. А ДЭФ и НФ были обнаружены в концентрации 1,16 и 6,98 мкг/л соответственно в образце после 1 года хранения. Хотя исследовали только 1 образец, концентрация этих двух соединений очень высокая, особенно НФ. Его концентрация оказалась самой высокой среди всех исследованных образцов. Мягкая тара для воды не является широко распространенной в Испании. Необходимо провести дополнительные исследования для оценки возможной миграции с этого типа упаковочного материала, который используется для упаковки многих других продуктов питания.

## Суточная доза потребления контаминантов

Европейское управление безопасности пищевых продуктов (EFSA) дает определение допустимому суточному потреблению (ДСП) как количеству химического вещества, которое может потребляться ежедневно в течение всей жизни без значительного риска для здоровья (EFSA, 2013). Оценка воздействия химических веществ на организм человека в процессе питания часто основана на национальных или международных данных Глобальной системы мониторинга окружающей среды Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) — Программы мониторинга и оценки загрязнения пищевых продуктов (GEMS/Food) (ВОЗ, 2009). Поскольку алкилфенолы, фталаты и бисфенол А считаются



Таблица 3.  
Расчет суточной дозы потребления бутилированной воды для достижения ДСП

Контаминанты	Максимальная концентрация в исследованиях, мг/л	Общесуточное потребление с водой, мг/кг живого веса в сутки	ДСП, мг/кг живого веса в сутки	Объем, необходимый для достижения ДСП, л/сутки
ДМФ	0,230	$0,077 \times 10^{-4}$	–	–
ДЭФ	20,5	$6,8 \times 10^{-4}$	0,5 <sup>a</sup>	1463
Д-н-БФ	0,736	$0,24 \times 10^{-4}$	0,01 <sup>b</sup>	815
ББФ	3,01	$1 \times 10^{-4}$	0,5 <sup>c</sup>	9967
ДЭГФ	13,0	$4,3 \times 10^{-4}$	0,05 <sup>d</sup>	231
Б2ЭГА	6,23	$2,10 \times 10^{-4}$	0,3 <sup>e</sup>	2889
ОФ	3,16	$1 \times 10^{-4}$	–	–
НФ	6,98	$2,3 \times 10^{-4}$	0,005 <sup>f</sup>	43
БФА	24,2	$8,1 \times 10^{-4}$	0,05 <sup>g</sup>	124

соединениями, разрушающими эндокринную систему (EDCs) (ВОЗ, Международная программа безопасности химических веществ, 2002), большая часть исследуемых соединений (кроме ДМФ и ОФ) имеют установленное ДСП.

В табл. 3 приведена рассчитанная суточная доза потребления бутилированной воды для достижения ДСП для каждого соединения. Суточная доза потребления была рассчитана с учетом самой высокой концентрации каждого соединения, обнаруженного в бутилированной воде, проанализированной в рамках данного исследования, и среднесуточного потребления воды в объеме 2 л для человека весом 60 кг. Во всех случаях эта доза оказалась значительно ниже ДСП. Потребление бутилированной воды приводит к получению дозы исследуемых контаминантов в пределах от 0,02 до 4,6 % ДСП, причем НФ и БФА являются главными составляющими. Кроме того, было рассчитано количество воды, которое нужно выпить человеку, чтобы достичь ДСП, с использованием самых высоких обнаруженных концентраций. Для достижения ДСП ДЭФ, Д-н-БФ, ББФ, ДЭГФ, Б2ЭГА и БФА нужно употреблять 100 л воды в сутки, а для достижения ДСП НФ требуется 43 л. Итак, принимая во внимание небольшое количество положительных образцов и среднесуточную дозу потребления воды, вероятности развития проблем со здоровьем у человека в связи с употреблением бутилированной воды не существует.

### Выводы

Полимерные компоненты (момеры или примеси) мигрируют в воду во время её фасования или хранения в очень малых количествах. Характеристика воды и процесс фасования, которые отличаются у каждой торговой марки бутилированной воды, могут обуславливать различный уровень миграции из полимеров в воду. Бутылки ПЭТФ с колпачками из ПЭВД являются самыми распространенными на рынке бутилированных вод Испании. Они продемонстрировали низкий показатель миграции исследуемых контаминантов в отличие от стеклянных бутылок с металлической кронен-пробкой (присутствие ДЭГФ) и бутылей из ПК с крышками из ПЭНД (присутствие БФА). Присутствие определенных контаминантов зависит скорее от типа полимера, чем от объема или формата бутылки, причем материал крышки играет важную роль в миграции пластификаторов. Еще один факт, который следует учитывать, — это присутствие газа (газированная вода), влияющее на миграцию некоторых полимерных компонентов благодаря тому, что уровень pH у воды ниже, либо влияющее на их исчезновение во время хранения. Полученные результаты могут использовать производители минеральных вод, дистрибьюторы крышек и полимерной тары из разных материалов, которые постоянно совершенствуют свою продукцию с целью ограничения миграции и сохранения характеристик источников воды. *Ж*

### Бутилирована вода в Испании (миграция компонентов полимерной упаковки)

A. Hart, F. Bono-Bley, A. Borrell, C. Lakorte

Бутилированную воду фасуют в стеклянные бутылки или, чаще всего, в полимерную тару с металлическими и/или полимерными крышками из различных материалов, отличающихся формой и цветом. Полимерные материалы изготавливают из одного или нескольких мономеров и нескольких добавок, которые с течением времени могут мигрировать в воду. Было проанализировано 362 образцы воды из 131 источника природной минеральной и джерельной вод, а также 3 вида деминерализованной воды различных коммерческих брендов в Испании сразу после фасования и спустя 1 год хранения (всего 724 образцы). Учеными исследовано миграцию 5 комбинаций фталатов, диэтилгексил адипата, алкилфенолов и бисфенола А. Эти комбинации были выявлены в 5,6 % образцов. При этом наиболее распространенными были диэтилгексил фталат и бисфенол А. Встановлено, что проблем со здоровьем от употребления бутилированной воды не возникает.

**Ключевые слова:** бутилирована вода; миграция; фталат; алкилфенолы; бисфенол А; суточная доза потребления.

### Bottled water in Spain (migration of plastic packaging components)

A. Hart, F. Bono-Bley, A. Borrell, C. Lakorte

Bottled waters are packed in glass bottles or in plastic container with metal and/or polymer caps different in shape and color. Plastic materials are made of one or more monomers and a few supplements that may eventually migrate into the water. The scientists analyzed samples of water from 362 water bottles with 131 natural mineral springs and 3 types of demineralized water several commercial brands in Spain immediately after packaging and after 1 year of storage (total 724 samples). The scientists studied the migration of phthalates 5 combinations of phthalates, diethylhexyl adipate, alkylphenols and bisphenol A. These composites were found in 5,6 % of samples. The diethylhexyl phthalate and bisphenol A were most common. It is established that health problems from drinking bottled water does not occur.

**Keywords:** bottled water; migration; phthalate; alkylphenols; bisphenol A; total daily dose consumption.