

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
(ВИНИТИ)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Обзорная информация

Выпуск № 4

Издается с 1991 г.

Москва 2020

Выходит 6 раз в год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – к.т.н. *И.И. Потанов*

Члены редколлегии:

С.А. Бурцев, к.ф.-м.н. *Н.Н. Гришин*,
д.ф.-м.н. *В.Ф. Крапивин*, к.э.н. *А.Н. Лаверов*, *В.Н. Лопатин*,
Г.С. Чукава (ученый секретарь),
к.т.н. *А.Г. Юдин*

Наш адрес: 125190, Россия, Москва, ул. Усневича, 20
Всероссийский институт научной и технической информации
Отдел научной информации по глобальным проблемам
Телефон 8 (499) 152-55-00.
E-mail: ipotapov37@mail.ru

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

DOI: 10.36535/0869-1010-2020-04-1

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ: ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА

*Д.ф.-м.н., проф. В.Ф.Крапивин¹, к.т.н. И.И. Потапов²,
к.ф.-м.н. В.Ю. Солдатов¹*

¹ Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН,
Москва, vkrapivin_36@mail.ru

² Всероссийский институт научной и технической информации РАН,
Москва

Описана структура и функции информационно-моделирующей системы городской агломерации. Охарактеризованы отдельные блоки системы. Изложены принципы синтеза этой системы с учетом индикаторов негативных ситуаций в окружающей среде. Рекомендована схема принятия статистического решения о возникновении чрезвычайной ситуации, связанной с превышением индикатора качества окружающей среды априори установленного порога. Отмечены особенности практического применения информационно-моделирующей системы. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (Грант РФФИ №16-01-00213-а).

Ключевые слова: городская агломерация, модель, индикатор, база данных

GEOECOLOGICAL SECURITY PROTECTION OF THE TOWN-AGGLOMERATION TERRITORIES: INFORMATION-MODELING SYSTEM

V.F. Kravivin, I.I. Potapov, V.Yu. Soldatov

Structure and functions are described for information-modeling system of the town-agglomeration. Separate system blocks are characterized. Principles are given for this system synthesizing taking into consideration of the indicators of environmental disasters. Statistical decision making scheme is proposed for the stressful situation detection basing on the environment quality indicator exceeding of a-priori given level. It is marked the features of practical use of information-modeling system. This study was supported by the Russian Fund for Basic Research (Grant #16-01-00213-a).

Key words: town-agglomeration, model, indicator, database

Введение

Задача синтеза информационной системы для оперативного контроля состояния окружающей среды на конкретной территории требует классификации ее элементов, учет которых вытекает из опыта решения подобных задач применительно к другим территориям. Анализ многочисленных публикаций по этой теме показывает, что многие фрагменты такой системы могут быть реализованы с помощью ГИС-технологии. Сюда относятся формирование пространственной базы данных, моделирование топографической структуры, компьютерное картографирование и визуализация.

ГИС-технология рекомендует в случае организации исследований на территориях с неоднородными структурами формировать ряды картограмм различной детальности. Для любого уровня пространственного разрешения $\Delta\varphi \times \Delta\lambda$ по широте φ и долготе λ в базе данных формируется информационный слой из наборов идентификаторов, контроль которых осуществляется управляющим блоком и данные из которых воспринимаются соответствующими функциями-блоками системы. По существу здесь реализуется широко используемая в ГИС схема картографического моделирования.

Как указывалось многими авторами организации любого природного мониторинга требует решения задач пространственно-временной интерполяции. Эта задача решается многими методами, применяемыми в ГИС-технологии [3,4]. Здесь эти методы используются для интегрирования информации из различных источников. Эта процедура включает следующие операции:

- приведение в единую систему пространственных данных от различных источников, таких как географические карты, спутниковые фотографии, дистанционные измерения, наземные наблюдения и т.п.;
- создание геометрического описания земной поверхности внутри совместимых топологических структур;
- формирование моделей и software для преобразований между векторными и развернутыми данными, т.е. между картами и образами;
- обеспечение согласования рядов гидрофизических, гидрохимических, экологических и социальных характеристик на каждом уровне пространственной шкалы системы;
- обеспечение согласованности информационных потоков пространственных, линейных и точечных данных внутри одного блока или по всей модели территории;
- синтез разбросанной пространственной информации и формирование представительного образа геоэкосистемы или ее фрагментов.

Общее описание структуры и функций информационно-моделирующей системы

Для создания универсальной схемной оболочки информационно-моделирующей системы городских агломераций (ИМСГА) покроем всю территорию сеткой с шагом $\Delta\varphi$ по широте и $\Delta\lambda$ по долготе. Площадь каждого пикселя будет равна $\sigma_{\Delta} = \Delta\varphi \cdot \Delta\lambda \cdot k_{\varphi} \cdot k_{\lambda}$, где k_{φ} и k_{λ} - количество км в 1° широты и долготы соответственно. Переходя к дискретной нумерации пик-

селей, получим совокупность участков $\Xi = \{\Omega_{ij}\}$, где каждый участок Ω_{ij} имеет площадь σ_{ij} . Координаты центра участка Ω_{ij} равны:

$$\varphi_i = \varphi_1 + 0,5\varphi_i + \sum_{s=1}^i (s-1)\Delta\varphi_s, i=1, \dots, N; \lambda_j = \lambda_1 + 0,5\lambda_j + \sum_{s=1}^j (s-1)\Delta\lambda_s, j=1, \dots, M;$$

Введенная сетка дискретизации территории позволяет создать универсальную процедуру привязки к конкретному объекту Ξ исследования путем использования следующих символических двумерных массивов:

$$\text{TERRITORY}(I, J) = \begin{cases} 0 & \text{при } \Omega_{IJ} \notin \Xi; \\ 1 & \text{при } \Omega_{IJ} \in \Xi_s; \\ 2 & \text{при } \Omega_{IJ} \in \Xi_w; \end{cases}$$

где $\Xi_s \cup \Xi_w = \Xi$, Ξ_s - часть территории под сушей; Ξ_w - часть территории, занятая гидросферным объектом. Топологическая структура гидросферной части территории описывается идентификатором типа

$$\text{HYDROL}(I, J) = \begin{cases} 0 & \text{когда в } \Omega_{IJ} \text{ гидросферных элементов нет;} \\ 1 & \text{в случае, если в } \Omega_{IJ} \text{ имеется водоем со стоячей водой;} \\ 2 & \text{когда в } \Omega_{IJ} \text{ имеется участок реки;} \\ 3 & \text{при наличии в } \Omega_{IJ} \text{ проточного водоема;} \\ 4 & \text{когда в } \Omega_{IJ} \text{ - морская акватория} \end{cases}$$

Массив HYDROL позволяет выделить подвижную часть водной среды на территории Ξ и тем самым более точно учесть изменчивость химического состава вод за счет неоднородностей водосборных площадок. Для организации численной процедуры расчета динамических потоков воды между пикселями Ω_{IJ} введем массив из высот над уровнем моря:

$$\text{TOPOGR}(I, J) = \begin{cases} 0 & \text{при } \Omega_{IJ} \in \Xi_w; \\ \omega_{IJ} & \text{при } \Omega_{IJ} \in \Xi_s; \end{cases}$$

где ω_{IJ} - средняя высота пикселя Ω_{IJ} над уровнем моря в метрах.

Каждый пиксель Ω_{IJ} характеризуется определенным соотношением площадей между водоемами, дикой и культурной растительностью, городскими постройками и дорогами. Определим это соотношение набором следующих двумерных массивов: $\text{PARTW}(I, J, \text{TIME}) = S_{IJ}^1 \in [0, 1]$ - часть Ω_{IJ} , занятая водоемами; $\text{PARTA}(I, J, \text{TIME}) = S_{IJ}^2 \in [0, 1]$ - часть Ω_{IJ} , занятая культурной растительностью; $\text{PERTS}(I, J, \text{TIME}) = S_{IJ}^3 \in [0, 1]$ - часть Ω_{IJ} , занятая дикой растительностью. Антропогенные объекты занимают остальную часть территории:

$S_{IJ}^4 = 1 - S_{IJ}^1 - S_{IJ}^2 - S_{IJ}^3$. Вектор $TIME = (t_1, \dots, t_j)$ определяет режим изменения содержания этих массивов во времени $t_i \in [0, T]$.

В каждом пикселе Ω_{IJ} размещается один из n типов дикой растительности и один из m типов культурной растительности. Схемы этого размещения представлены двумерными массивами: $VEGETA(I, J, TIME)$ для культурной растительности, $VEGETS(I, J, TIME)$ для дикой растительности и $ANTROP(I, J, TIME)$ для антропогенных ландшафтов. Объектная детализация этих массивов может изменяться в соответствии с вектором $TIME$. В таблице 1 дан пример такой детализации антропогенных объектов.

Таблица 1

Пример массива $ANTROP(I, J, TIME)$

Тип антропогенного ландшафта	Идентификатор
Антропогенный объект отсутствует	O
Асфальтированная поверхность	F
Поселок городского типа	G
Деревня	&
Отдельное строение	C
Химический завод	X
Металлургический завод	M
Автостоянка	A
Текстильная фабрика	T
Больница	B
Кинотеатр	K
Стадион	S
Ипподром	I
Учебное заведение	U
Пищевой комбинат	L
Продовольственный магазин	D
Автовокзал	E
Автомойка	Y

Загрязнение водной среды может осуществляться через атмосферу, вымывание из почвы и антропогенные выбросы непосредственно в водоемы (бытовые и промышленные стоки, утечки и выбросы с судов). Структура пространственного распределения канализационных каналов синтезируется в массиве $TYPES(I, J, TIME)$. На основе сведений, заложенных в массиве $TYPES$, осуществляется контроль среднестатистической ситуации загрязнения при отсутствии информации. Наполнение системы данными организуется вводом априорных данных с последующим их обновлением. Система содержит массив $TYPER(I, J, TIME)$, который рассчитан на включение более точной информационной базы о загрязняющих производствах. Состав массива $TYPER$ включает характерные для территории производства, за счет чего система наполняет информационную сеть средними оценками выбросов загрязняющих веществ, если нет другой информации.

Структура информационной базы информационно-моделирующей системы определяется как возможностями ее формирования, так и потребностями практических решений задач управления качеством окружающей

среды на заданной территории. Существующий опыт создания и использования подобных систем подсказывает иерархическую структуру базы данных, построенную по принципу последовательной дискретизации территории. Изложенные выше принципы такой дискретизации могут быть обобщены в виде схемы рис. 1. Следуя этой схеме можно без ущерба структуре системы постоянно увеличивать детальность дискретизации, сохраняя предметную ориентацию пикселей Ω_{ij} и т.д. Таким путем структура и функции системы настраиваются на естественную композицию данных о различных аспектах функционирования природных, антропогенных и природно-антропогенных ландшафтов. Система лишь синтезирует имеющиеся данные и подсказывает, какие еще необходимо получить. Заложенные в структуру системы алгоритмы и модели обеспечивают интеграцию данных по пространству и предметным областям, за счет чего формируется целостный образ территории с происходящими на ней процессами.



Рис. 1. Функциональная структура ИМСГА

Пользователь, следуя иерархии меню информационно-моделирующей системы, имеет возможность осуществлять следующие операции:

- запросить данные о любом идентификаторе (массиве) и произвести коррекцию любого его фрагмента;
- запросить оценки всех или части параметров имитационных блоков и откорректировать их;
- выделить наборы параметров и идентификаторов для более оперативного доступа к ним;
- синтезировать символическую карто-схему распределения оценок набора характеристик окружающей среды;
- осуществить прогноз состояния окружающей среды на заданную глубину времени или до выполнения априори сформулированного критерия оценки состояния окружающей среды (например, превышение ПДК).

Диагностика атмосферы

Формирование полей загрязнения атмосферы и поверхности суши и водоемов через нее из природных и антропогенных источников в значительной степени зависит от физико-химических характеристик загрязнителей и характера окружающей среды пикселя $\Omega_{\text{п}}$. Схематически формирование пятен загрязнителей на поверхности суши и водоемов представлено на рис. 2. Эта схема реализуется для каждого пикселя, где расположен точечный источник загрязнения. С учетом поля ветра в каждом подветренном пикселе происходит суммирование объемов загрязнителей, достигших этих пикселей в соответствии с Гауссовой моделью их распространения [7], учитывающей эффективную высоту и координаты источника загрязнения, скорость и направление ветра, сведения о количестве выбрасываемого вещества. Сухое осаждение и вымывание примеси из атмосферы параметризуется простыми линейными моделями [2,6,8,10].

Функциональные возможности ИМСГА могут быть расширены за счет учета особенностей распространения загрязнителей при различных геофизических условиях. Многообразие существующих моделей сухого и влажного осаждения различных загрязнителей из атмосферы позволяет учесть в ИМСГА различные параметризации этих процессов. Например, в работе [8] предложена приближенная методика параметризации скорости осаждения V_{ds} в зависимости от параметра шероховатости z_0 :

$$V_{\text{ds}}/u^* = k_1 + k_2 (-300z/L)^{2/3},$$

где $k_1 = 0,0012221g(z_0) + 0,003906$; $k_2 = 0,009$. Здесь z – высота, L – параметр устойчивости Обухова [5]; u^* – динамическая скорость. Gallagher и др. [9] подчеркнули необходимость дальнейших наблюдений для различных типов подстилающей поверхности (особенно обладающих шероховатостью в диапазоне 0,1-1,0 м), а также необходимость обобщения методики параметризации на диапазон размеров частиц 0,5-1,0 мкм.

В работе [11] предложена методика, позволяющая рассчитать скорость осаждения в двух этих случаях. Применение равновесной методики оценки функции источника МСА по данным о концентрации аэрозоля на определенной высоте, а также скорости осаждения продемонстрировало бесперспективность такого рода методики для частиц радиусом меньше 5-10 мкм. Подобный результат обусловлен двумя причинами:

- 1) время установления равновесия между источником и потерями за счет сухого осаждения много больше, чем характерное время жизни частиц малых размеров, определяемое вымыванием частиц осадками;

- 2) очень трудно (если возможно вообще) учесть влияние вертикальных скоростей синоптических масштабов, а также перемешивания между морским пограничным слоем (МПС) и свободной тропосферой.

Была разработана поэтому модифицированная методика оценки функции источника морского солевого аэрозоля. Эта методика основана на введении понятия «скорость вовлечения» с целью учета влияния таких процессов как:

- 1) осаждение или подъем, обусловленные крупномасштабной дивергенцией или конвергенцией в пределах МПС;
- 2) вертикальные движения за счет снижения или расширения МПС;
- 3) обмен со свободной тропосферой через верхнюю границу МПС.

Учет в моделях крупно-масштабного переноса аэрозолей процессов их осаждения, как показали Zlatev и др. [136], является важной составляющей их точности. Для процесса осаждения в Эйлеровской модели LRTAP (Long-Range Transport of Air Pollution) использована линейная аппроксимация: $H_s = (k_{s1} + k_{s2})c_s$, где c_s – концентрация аэрозоля s -го типа, k_{s1} и k_{s2} – коэффициенты скоростей сухого и влажного осаждения, соответственно, рассчитанные по формулам: $k_{s1} = g_{s1} / H_{\text{mix}}$, $k_{s2} = g_s I / H_{\text{mix}}$. Здесь g_{s1} – скорость сухого осаждения аэрозоля s -го типа, H_{mix} – высота перемешивания атмосферы, I – интенсивность дождя, g_s – безразмерный коэффициент вымывания аэрозоля s -го типа.

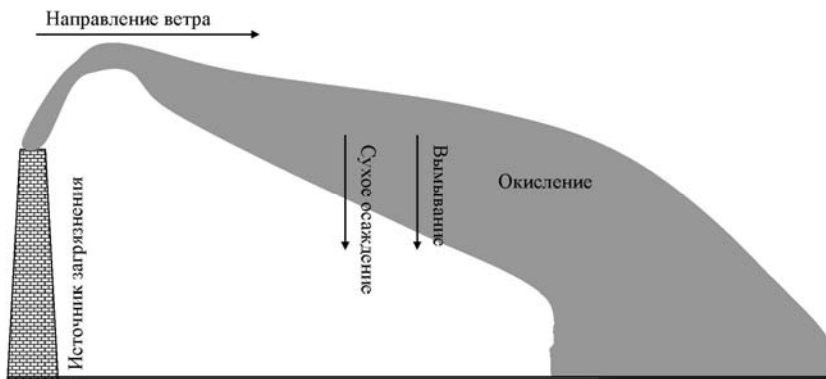


Рис. 2. Схема распространения загрязнителей через атмосферу из точечных источников

Диагностика гидрофизических объектов

Для территории городской агломерации состояние гидрофизических объектов является важной компонентой в формировании качества окружающей среды вообще и надежного обеспечения жителей питьевой водой, в частности. Эта функция ИМСГА реализуется с привлечением региональной модели водного баланса, которая реализуется в каждом пикселе территории и которая обеспечивает контроль перемещения водных ресурсов между пикселями и воздействует на кинетические процессы распространения загрязнителей окружающей среды.

Рассмотрим схему рис. 3 как основу для моделирования гидрологического режима ограниченной территории $\Omega_{\text{л}}$, занимаемой исследуемой аквагеосистемой. Каждая территория характеризуется наличием части речной сети, водоемов и участков суши. Согласно ландшафтно-гидрологическому принципу для построения имитационной модели в зоне функционирования гидрологической системы необходимо выделение фаций, что связано с типизацией флористического фона, конкретный вид которого обуславливается микрорельефом, типом и свойствами почвы, поверхностным увлажнением, глубиной залегания грунтовых вод и другими факторами. Так что в общем случае территория $\Omega_{\text{л}}$ характеризуется наличием m фаций, а водо-

водная сеть имеет n однородных участков. С учетом этого согласно схеме рис. 3 замкнутая система балансовых уравнений имеет вид:

$$\sigma_{ij} dW_{A,ij} / dt = E_{ij} R_{ij} + \sum_{k=1}^n (V_k - B_k S_k) + D_{ij} + \sum_{l=1}^m (L_l + T_l W_l \sigma_l) \quad (1)$$

$$S_k dG_k / dt = Y_k V_k + B_k S_k H_k + J_k + \sum_{l=1}^m (K_{lk} - K_{kl} - V_{kl} - M_{kl}) \Gamma_k + \\ + S_k (C_{k-1} V_{k-1} / \Delta_{k-1} - C_k V_k / \Delta_k), \quad (2)$$

$$\sigma_l d\Phi_l / dt = \sum_{k=1}^n (F_{kl} + V_{kl} + M_{kl}) + \sum_{k=1}^m \psi_l^k \theta_l L_l T_l P_l \theta_l + N_l + W_l \sigma_l, \quad (3)$$

$$\sigma_{ij} dG_{ij} / dt = I_{ij} Z_{ij} D_{ij} + \sum_{k=1}^n (H_{kj} J_k) + \sum_{l=1}^m (P_l N_l), \quad (4)$$

В формулах (1)-(4) обозначено: σ_{ij} , σ_l и S_k - площади территории Ω_{ij} l -ой фацции и k -го компартмента водного объекта в км² соответственно; Δ_k - линейный размер k -го компартмента водного объекта, км; $W_{A,ij}$, G_k и Φ_l - соответственно уровни воды в атмосфере, k -м компартменте водного объекта и l -ой фацции на территории Ω_{ij} ; θ_{ij} - уровень грунтовых вод, м; ψ_l^k - доля стока k -ой фацции, попадающая на территорию l -ой фацции; остальные обозначения приведены на схеме рис. 3.

В представленном виде привязка модели к внешним территориям осуществляется через переменные E , R , Y_p , Γ_p , I , Z . Кроме того, при анализе конкретной ситуации могут быть дополнительно учтены конфигурация водоема и уровень водосема. Функциональные представления для всех потоков схемы рис. 3 записаны на основе законов гидродинамики и с учетом имеющейся экспериментальной информации. Приток E_{ij} и отток R_{ij} влаги определяется по данным дистанционного мониторинга. В промежутках между измерениями используется информация о скорости ветра V_{ij} , а функций E_{ij} и R_{ij} вычисляются по формулам: $E_{ij} = E_{H,ij}$, $R_{ij} = W_{A,ij} \bar{f} / (l + k_1 V)$, где $\bar{f} = 2\sqrt{\sigma/H}$, E_H - атмосферная влага на навстречной границе региона, k_1 - постоянный коэффициент, отражающий вклад ветра в циркуляцию осадков.

Сведения об осадках и стоке поступают из информационных каталогов гидрометеослужбы. Считая, что распределение осадков пропорционально площадям, получим:

$$B_k = W_{A,ij} \sigma_k / \sigma_{ij}; \quad W_l = W_{A,ij} \sigma_l / \sigma_{ij}$$

Модель формирования стока учитывает топографию водосбора и пространственное распределение его почвенных характеристик и особенностей растительных покровов. Положим: $\theta_l = (g_l + K \exp[-a_l X_l - C_l A_l]) \sigma_l$, где X_l и A_l - соответственно плотность растительности (т/км²) и мощность слоя почвы (м) на площади σ_l ; g_l - коэффициент рельефного стока в l -ой фацции; k_l - коэффициент проникновения воды через растительный и почвенный покров

вы на площади σ_j ; a_i и C_i - коэффициенты задержания осадков растительным и почвенным покровами в i -ой фации соответственно. Определение параметров этой зависимости осуществляется на основе экспериментальных измерений, устанавливающих для данного типа почвы и растительности связь между интенсивностью осадков, скоростью впитывания воды в почву и водопрочностью ее структуры. Так для такыров, например, сток равен осадкам. Это довольно грубое приближение может быть значительно уточнено, так как радиометрические методы позволяют классифицировать почвенную влагу, по крайней мере, на три типа: прочносвязанную, рыхлосвязанную и свободную воду. Связанная вода представляет собой пленочную влагу, адсорбированную поверхностью частиц грунта толщиной пленки в 6-8 молекулярных слоев. Содержание связанной воды в песчаных почвах 2-3% , глинистых и лессовых почвах - 30-40%. Связанная вода недоступна усвоению растениями, не растворяет соли. В рассматриваемых здесь моделях эти особенности учтены при определении соответствующих коэффициентов испарения и транспирации.

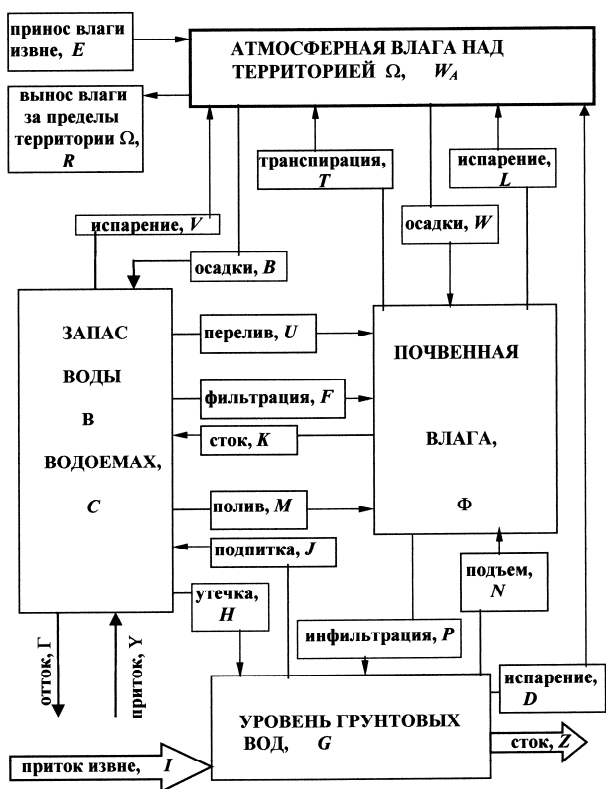


Рис. 3. Блок-схема типовой модели водного баланса в каждом пикселе ограниченной территории

Сток θ_l распределяется между фациями и в виде возвратной воды K_{lk} попадает в водоем. В общем виде это отражено в формуле (4) через коэффициенты распределения стока $\psi_s^l \left(\sum_{s=1}^{m+2} \psi_s^l = 1 \right)$, где ψ_{m+1}^l - доля стока с l -ой фации за пределы региона, ψ_{m+2}^l - доля стока с l -ой фации в реку. Коэффициенты $\omega_{lk} \left(\sum_{k=1}^n \omega_{lk} = 1 \right)$ характеризуют распределение стока с l -ой фации по компартментам водоема и определяются рельефом местности и пространственным размещением фации и сегментов водоема. Таким образом, $K_{lk} = \omega_{lk} \psi_{m+2}^l \theta_l$.

Для описания испарения с поверхности почвы известны формулы Хичкока, Хортон, Вейсмана и др. Так формула Пристли и Тейлора для скрытой теплоты испарения q_E имеет вид: $q_E = \alpha S(q^* - q_i)/(S + \gamma)$, где q_i - почвенный поток тепла, Вт/м²; q^* - поток остаточной радиации, Вт/м²; $\gamma = 0,066 \cdot 10^3$ Па·К⁻¹ - психометрическая постоянная; S - наклон кривой зависимости давления насыщенного пара от температуры (Па·К⁻¹);

$$\alpha = \begin{cases} 1,06 & \text{для влажной почвы,} \\ 1,04 & \text{для сухой почвы,} \\ > 1,26 & \text{при адвекции теплого воздуха над влажной поверхностью.} \end{cases}$$

Формула Хортон дает:

$$V = 0,36 [(2 - \exp\{-0,44\theta\}) (l_v - l_a)] \text{ (мм/сут);}$$

где θ - скорость ветра (м/с); l_v - давление пара у водной поверхности, l_a - упругость водяного пара.

Формула Роуэра имеет вид:

$$V = 0,771(1,465 - 0,007p)(0,44 + 0,26\theta)(l_v - l_a), \text{ (мм/сут);}$$

где p - атмосферное давление (мм рт. ст.).

Многообразие форм представления зависимости скорости испарения с поверхности почвы от параметров окружающей среды позволяет гибко адаптировать модель водного баланса к информационной базе.

Поток T на рис. 3 отражает влияние растительного покрова на гидрологический режим территории. Одной из простых моделей транспирации является зависимость:

$$T = y(24\alpha^* + \beta^*), \text{ (см/сут);}$$

где y - удельная водоотдача почвы; α^* - скорость подъема уровня грунтовых вод (см/час); β^* - изменение уровня грунтовых вод за сутки (см).

Определим составляющие блок-схемы рис. 3, характеризующие процессы утечки и фильтрации воды из реки. Утечка и фильтрация зависят от качества русла и уровня воды. Положим:

$$H_i = \begin{cases} \mu_i C_i S_i & \text{при } 0 \leq C_i \leq C_{i,\min}, \\ \mu_i C_{i,\min} & \text{при } C_i > C_{i,\min}, \end{cases}$$

где μ_i - коэффициент проникновения воды через ложе водоема. Фильтрация F_i возрастает с увеличением C_i между двумя критическими значениями $C_{i,\min}$ когда фильтрация отсутствует, и $C_{i,\max}$ когда она достигает наибольшего значения:

$$F_{i,\max} = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \leq C_i \leq C_{i,\min}, \\ \mu_i (C_i - C_{i,\min}) S_i & \text{при } C_{i,\min} < C_i < C_{i,\max}, \\ \mu_i (C_{i,\max} - C_{i,\min}) S_i & \text{при } C_i \geq C_{i,\max} \end{cases}$$

Распределение фильтрующейся из водоема воды между фациями зависит от расстояния r_{ij} между i -м сектором и j -ой фацией, а также от структуры почвы и рельефа местности. В частности, такая зависимость может быть описана функцией $F_{ij} = F_{i,\max} \chi(r_{ij})$, где $\chi(r_{ij})$ - убывающая функция, удовлетворяющая условию

$$\sum_{j=1}^m \chi(r_{ij}) = 1.$$

Испарение с поверхности водоема зависит от температуры окружающей среды и может быть описано функцией $V_i = V_i^* T^\omega$ или соотношением $V_i = \mu(\theta)(\rho_V - \rho_2)$, где $\mu(\theta)$ - функция, отражающая влияние ветра; ρ_V - упругость водяного пара при температуре испаряющей поверхности, мб; ρ_2 - абсолютная влажность воздуха на высоте 2 м, мб.

Объем перелива определяется бинарным режимом функционирования водовода в границах максимально возможного уровня воды $C_{i,\max}$, так что:

$$V_i^* = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \leq C_i \leq C_{i,\max}, \\ C_i - C_{i,\max} & \text{при } C_i > C_{i,\max} \end{cases}$$

Распределение U_i^* между фациями зависит от рельефа местности, характеризующегося матрицей рельефного стока $\Psi = ||\Psi_{ij}||$, такой что

$$\sum_{j=1}^m \Psi_{ij} = 1, \Psi_{ij} \geq 0.$$

В результате $U_{ij} = \Psi_{ij} U_i^*$.

Антропогенный забор воды из i -го компартмента водоема является управляющим фактором и его следует рассматривать в виде свободного параметра $M_i^* = \sum_{j=1}^m M_{ij}$. Для учета возможной неоднородности распределения

M_i^* между фациями зададим матрицу коэффициентов распределения

полива $v = ||v_{ij}||$ ($v_{ij} \geq 0$, $\sum_{j=1}^m v_{ij} = 1$, $i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, m$), так что $M_{ij} = v_{ij} M_i^*$.

Взаимосвязь между поверхностными потоками воды и грунтовыми водами существенно зависит от потока воды, просачивающейся вниз через почвенный слой. Этот поток, называемый инфильтрацией, в общем виде, с учетом только вертикальной неоднородности почвы описывается уравнением:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[p(P) \frac{\partial P}{\partial z} + K_z(P) \right]$$

Возможны различные варианты решения этого уравнения. Для практического использования можно рекомендовать решение: $f = f_c + (f_0 - f_c) \exp(-P^2/t)$, где $f = (P_i - P_0)P/(\pi t)^{-1}$, f_c - асимптотическое значение скорости фильтрации, f_0 - начальная величина скорости фильтрации.

Процессы инфильтрации и испарения грунтовых вод существенно зависят от вертикального профиля почвенного слоя. Можно выделить следующие слои почвы: насыщенный и ненасыщенный. Насыщенный слой обычно охватывает глубины более 1 м. Верхний ненасыщенный слой включает почвенную влагу в зоне действия корней растений, промежуточный уровень и уровень капиллярной воды. Прохождение воды через эти слои можно описать законом Дарси, а гравитационный член $K_z(P)$ в уравнении (6) вычисляется из уравнения:

$$K_z(P) = 256,32 \delta_s^{-7,28} - 1,27 \delta_s^{1,14} \quad (\text{см/сут}),$$

где δ_s - объемная масса почвы (г/см³).

Таким образом, система уравнений (1)-(4) с указанными функциональными описаниями потоков воды в исследуемом регионе при заданных на момент t_0 начальных значениях $W(t_0)$, $G(t_0)$, $C_i(t_0)$, $\Phi(t_0)$ позволяет рассчитать для $t \geq t_0$ характеристики водного режима всего региона.

Обнаружение чрезвычайных ситуаций в окружающей среде

Оценка состояния окружающей среды осуществляется в соответствии с набором индикаторов $I_k(\varphi, \lambda, t)$, отражающих качество k -го компонента. Эта оценка реализуется непрерывно на основе модельных расчетов концентрации химических веществ в водной среде и атмосферном воздухе, а также с учетом изменений в растительном покрове. Регулярный контроль элементов окружающей среды обеспечивает накопление рядов данных о значениях индикаторов в каждом пикселе территории. В случае возникновения ситуации $I_k(\varphi_{j0}, \lambda_{j0}, t_0) > I_{k, \max}$ начинается накопление дина-

мического ряда данных о значении этого индикатора с целью принятия статистического решения о его шумовом или сигнальном характере. В последнем случае осуществляется идентификация возможной причины возникновения чрезвычайной ситуации.

Принятие решения реализуется с использованием одного из двух подходов:

- критерий Неймана-Пирсона, когда оператор ИМСГА задает фиксированный объем накопления информации о значениях индикатора;
- процедура последовательного анализа Вальда, когда решение может быть принято в любой момент времени.

Для этого ИМСГА имеет следующие блоки:

- визуализация данных измерений в форме прямого изображения, гистограммы, суммы и частот по интервалам времени;
- вычисление статистических характеристик результатов наблюдений (среднее, дисперсия, моменты 3-го и более высокого порядка, эксцесс, коэффициент асимметрии, энтропия и др.);
- построение эмпирических плотности и функции распределения вероятностей;
- построение теоретического распределения вероятностей с его оценкой по одному из статистических критериев;
- вычисление характеристик для процедуры принятия гипотез по классической методике Неймана-Пирсона с выдачей оценки процедуры по текущему объему выборки;
- вычисление характеристик процедуры последовательного анализа и визуализация ее состояния;
- реализация функций доступа оператора к блокам системы на любом шаге функционирования системы с возможностями принятия решений по изменению параметров процедуры или прекращению измерений;
- визуализация принимаемого решения.

Этот ряд блоков обеспечивает формирование модели процедуры измерений в зависимости от имеющейся априорной информации о параметрах и характере изучаемого процесса [1]. В тоже время оператор имеет возможность проверить правильность имеющейся на входе системы информации и оперативно поменять стратегию мониторинга. В целом совокупность указанных блоков составляет автоматизированную систему принятия статистических решений. Система строится по стандартной схеме человеко-машинного диалога с использованием иерархического меню. Принципиальная схема системы имеет вид некоторого преобразования F , структура и содержание которого определены совокупностью блоков, охарактеризованных выше. На вход системы поступают данные измерений от n источников. Решение о достоверности гипотезы H_0 или H_1 может приниматься по каждому источнику или по некоторой их совокупности $m \leq n$. Предусмотрены различные режимы взаимодействия оператора с системой. Окончание процедуры принятия решения сопровождается сообщением о длине использованной последовательности данных по каждому включенному каналу информации. В случае подключения двух и более каналов окончательное принятие одной из гипотез осуществляется по взвешенному большинству решений, принятых по отдельным каналам. В случае возникновения препятствий с принятием решения оператор предупреждается о ситуациях неопределенности и ему предоставляется возможность изменить веса каналов и внести поправки в другие параметры.

Для реализации процедуры принятия сложных гипотез, когда число возможных решений выходит за бинарную ситуацию, создается рекуррентная процедура для реализации многокритериальной задачи принятия решения в виде композиции простых бинарных ситуаций.

Заключение

Кратко представленная здесь система диагностики ограниченной территории, занятой городской агломерацией, позволяет при ее реализации и внедрении оперативно оценивать пространство потенциальных и реальных взаимодействий внутри ареала современного крупного города и его спутниковой зоны. Состав блоков ИМСГА и ее функциональное наполнение зависит от требований экологической и санитарной безопасности на исследуемой территории, а также от климатических и геофизических особенностей.

Безусловно, функции ИМСГА зависят от необходимости получения краткосрочных или долгосрочных прогнозов и от уровня требований к экологической безопасности. В случае расположения городской агломерации в регионе функционирования крупных промышленных объектов ИМСГА должна учитывать трансграничный перенос загрязнителей атмосферы и гидросферы.

Литература

1. Бородин А.Ф., Крапивин В.Ф., Гольфбельд Г.Б., Назарян Н.А. Поиск и идентификация чрезвычайных экологических и техногенных ситуаций // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов.- 1997.- №10.- С. 2-20.
2. Быков А.А., Счастливцев Е.А., Пушкин С.Г. Влияние изменчивости распределений метеорологических параметров и дисперсионного состава выбросов в атмосферу на модельные оценки осаждения промышленной пыли // Вестник Кемеровского государственного университета.- 2012.- Т.4. №2.
3. Кондратьев К.Я., Павлов А.С., Крапивин В.Ф. Свойства, процессы образования и последствия воздействия атмосферного аэрозоля: от нано- до глобальных масштабов. Санкт-Петербург: ВВМ, 2007.- 858 с.
4. Крапивин В.Ф., Кондратьев К.Я. Глобальные изменения окружающей среды: эконформатика. С.-П.: Изд-во СПб ун-та, 2002.- 724 с.
5. Монин А.С., Обухов А.М. Пространственные характеристики турбулентности в поверхностном слое атмосферы // Докл. АН СССР.- 1954. Т. 93.- С. 223-226.
6. Пискунова Е.Г. Численное моделирование локального и мезомасштабного распространения загрязняющих веществ в облачной атмосфере. Нальчик: Кандидатская диссертация, 2005.- 143 с.
7. Савиных В.П., Крапивин В.Ф., Потапов П.П. Информационные технологии в системах экологического мониторинга. М.: Геодезкартиздат, 2007.- 388 с.
8. Cornelis W.M. Erosion processes of dry and wet sediment induced by wind and wind-driven rain: a wind-tunnel study. Gent: University of Gent, 2002. - 280 pp.
9. Gallagher M. W., Nemitz E., Dorsey J. R., Fowler D., Sutton M. A., Flynn M., Dwyer J. Measurements and parameterizations of small aerosol deposition velocities to grassland, arable crops, and forest: Influence of surface roughness length on deposition // J. Geophys. Res. - 2003.- V. 108. Nr. D12.- P. AAC8/1-AAC8/10.
10. Howarth R.W., Stewart J.W.B., Ivanov M.V. (Eds.) Sulphur cycling on the continents wetlands, terrestrial ecosystems, and associated water bodies. Chichester: Wiley, 1992. - 372 pp.
11. Zlatev Z., Chrisensen J., Hov O. A Eulerian air pollution model for Europe with nonlinear chemistry // Journal of Atmospheric Chemistry.- 1992. Nr. 15.- P. 1-37.

О ФАЛЬСИФИКАЦИИ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Ким И. И.

к.т.н., доцент кафедры «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» технологического факультета ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени Тимирязева К.А.»

Одинцова А. А.

аспирантка технологического факультета ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени Тимирязева К.А.»

Содержание

Реферат

Введение

1. О способах фальсификации в молочной промышленности
2. Фальсификация молока и молочных продуктов
3. Особенности фальсификация молочных продуктов
 - 3.1. Фальсификация цельного молока
 - 3.2. Фальсификация жировой фазы
 - 3.3. Фальсификация творога
 - 3.4. Фальсификация сливочного масла
 - 3.5. Фальсификация сыра
 - 3.6. Фальсификация молочных консервов
 - 3.7. Фальсификация детского питания

Заключение

Список использованной литературы

Реферат

Большинство людей уверены, что мошенничество в пищевой промышленности — это банальные приемы обмана покупателей в магазине или точке фастфуда, вроде какой-нибудь жидкости в мясе, чтобы увеличить его вес. Без сомнения, такие вещи случаются довольно часто, что очень плохо, но пищевое мошенничество — это явление гораздо более сложное, организованное и опасное как для бизнеса, так и для здоровья тех, кто имел несчастье оказаться его жертвой.

Применительно к молоку следует сказать, что ни один пищевой продукт не фальсифицируется в таких объемах, как молоко и молочные продукты. Соблазн подделать или увеличить объемы молока и молочной продукции путем разбавления водой всегда имеется как у реализатора, так и производителя молочной продукции. Торговые сети часто этому способствуют, диктуя цену поставки. Именно по этой причине продукция из низкого ценового сегмента чаще всего относится к фальсифицированной. Согласно статистическим данным в фальсифицированные попадают практически все категории молочной продукции, в том числе питьевое молоко и сливки, кисломолочные напитки, сметана, творог и творожные продукты, сливочное масло и сыры, сгущенное и сухое молоко.

Некоторые фальсифицированные продукты приводят к тяжелому отравлению, отдельные — к смерти, но чаще всего они проходят совершенно незамеченными, именно в этом и состоит «бизнес-план» мошенников: чем дольше им удастся проворачивать свои дела, тем больше денег они заработают на доверчивых потребителей. Банальный обман превращается в преступную деятельность в тот момент, когда его организация поднимается на достаточно высокий уровень и в махинации вовлекается целая сеть формальных и неформальных исполнителей, играющих каждый свою роль. Во-первых, это «автор замысла», то есть человек, придумавший способ обмана. Во-вторых, есть те, кто занимается логистикой, — люди, организующие перевозку самых употребительных товаров через границу между различными странами, а иногда и целыми континентами. В-третьих, есть специалисты, чья задача — воспрепятствовать разоблачению махинации. И наконец, самый важный член команды, который угрозами и силой заставляет самые уязвимые звенья в пищевой индустрии закрыть глаза на мошенническую деятельность или стать ее соучастниками.

В данном обзоре приведены наиболее распространенные схемы фальсификации молока и молочных продуктов, изготовленных как в РФ, так и в зарубежной молочной практике.

Введение

Молоко — это продукт нормальной физиологической секреции молочных желез коровы, овцы, козы, буйволицы, кобылы, полученный от одного или более животных от одного или нескольких доений [30]. В зависимости от вида животного молоко называют коровьим, козым, овечьим и т.п.

Молоко как исключительно ценный пищевой продукт имеет огромное значение в питании человека, поскольку молоко и молочные продукты содержат весь спектр питательных веществ, в том числе незаменимых, необходимых человеку для жизни [25]. Способы и условия получения молока, а также его хранения и транспортирования в значительной степени влияют на его качество вырабатываемых из него молочных продуктов. Поскольку молоко содержит очень много полезных для организма веществ, его научились прекрасно фальсифицировать, иногда продавая вообще без молока [36].

Ни для кого не секрет, что молоко, продаваемое в супермаркетах, существенно отличается от деревенского молока из-под коровы. Много молока, которое продается в супермаркетах с надписями "натуральное", "цельное", и даже с изображением коровы, произведено из порошка. Этот порошок разбавляют водой, стерилизуют, добавляют добавки и разливают в красивую упаковку пачки. На вид, вкус и запах получается практически, как настоящее молоко [6]. Фальсификация молока обычно сводится к разбавлению молока водой, добавке сырого молока к пастеризованному, добавлению консервантов или соды для снижения кислотности, понижению содержания жира, добавлению чужеродных компонентов, раскислению прокисшего молока и т.д.

Предприятия отрасли вырабатывают практически весь большой объем наименований молочной продукции. К сожалению, анализ производственной деятельности молочных предприятий показывает, что отрасль находится в предкризисном состоянии [21]. Кроме того, изготовление высокоценных продуктов уходит в теневой бизнес, причем без особого соблюдения комплекса ветеринарно-санитарных требований. Все это приводит к тому, что на частных торговых предприятиях и на продовольственных рынках в большом количестве появилась продукция, производство которой государством строго лимитируется. Происхождение такой продукции часто фальсифицируется, что создает дополнительное беспокойство санитарно-гигиенические службы [3, 4].

1. О способах фальсификации в молочной промышленности

Продукты этой группы подвергаются всем видам фальсификации, но наибольшее распространение получили в основном два вида: ассортиментная и квалитетическая [20].

Ассортиментная фальсификация молочных товаров осуществляется чаще всего путем разбавления жидких молочных продуктов водой (молоко, сливки, кисломолочные напитки), частичной заменой молочного жира растительным маслом, гидрогенизированными жирами (кондитерским, кулинарным) или маргарином при фальсификации сливочного масла, мороженого и сгущенного молока [10]. Значительно реже, но все же встречается замена (частичная или полная) молочного белка соевым, например, в сметане или твороге [9].

Кроме того, фальсификация сметаны осуществляется путем разбавления ее простоквашей или кефиром, а также добавлением в нее творога, крахмала, растительного масла, сухого обезжиренного молока, желатина, пектина, камеди [20]. Указанные добавки обеспечивают густую консистенцию и необходимую жирность сметаны [9].

Одним из способов фальсификации является подмена одного вида молочных продуктов с повышенной конкурентоспособностью другим — с пониженной потребительной ценностью [40]. Например, кефир заменяется простоквашей, масло сливочное — масляной пастой, сливки — высокожирным молоком, пламбир — сливочным или молочным мороженым [10]. Применяется также замена высокожирного продукта (молока, сливок, кисломолочных продуктов, сливочного масла, творога) на продукт того же вида, но с пониженной жирностью [9].

Во всех указанных способах ассортиментной фальсификации происходит снижение пищевой ценности и ухудшение органолептических свойств, а следовательно, имеет место и квалитетическая фальсификация. При ассортиментной фальсификации с помощью воды или других молочных продуктов происходит изменение вида или подвида молочных продуктов. При добавлении безмолочных заменителей такие фальсифицированные продукты относятся уже к другой подгруппе — молокосодержащих продуктов, а масло сливочное — к спредам [20].

Молокосодержащие продукты — это продукты, изготавливаемые из молока или его составных частей, или вторичного молочного сырья и жиров, белков и ингредиентов немолочного происхождения с массовой долей сухих веществ молока не менее 25 % общего количества сухих веществ продукта [20, 21, 36]. Поэтому сметана или сгущенное молоко с растительным маслом, соевым белком и другим безмолочным сырьем не могут иметь такое видовое название [25]. Не может называться сметаной продукт, приготовленный из растительного масла и сухого молока [6, 14].

Фальсификацию молочного жира путем частичной или полной его замены на жиры немолочного происхождения устанавливают по результатам исследования жирнокислотного состава [1, 24]. Если значение хотя бы одного из соотношений массовых долей жирных кислот выходит за указанные границы, это свидетельствует о фальсификации жировой фазы молочных продуктов жирами немолочного происхождения [14, 15, 28].

К ассортиментной фальсификации относится замена одного вида, наименования или торговой марки продукта на другие виды, наименования или марки [41]. Наиболее часто встречается подмена масла «Вологодского» — «сладкосливочным», «сладкосливочного» — «Крестьянским» или «Бутербродным», импортного масла «Анкор» — отечественным, и наоборот [7, 25,

36]. Например, известен случай ассортиментной фальсификации в г. Рыбинске, где местный молокозавод выпускает высококачественное масло, пользующееся потребительскими предпочтениями. Местные продавцы на рынке выдавали импортное масло за масло этого завода.

Фальсификация вида встречается у молока, когда дорогое козье молоко заменяется коровьим, масла сливочного в случае подмена масла с пониженной жирностью на масляную пасту [7, 8]. Ассортиментная фальсификация может быть технологической и предреализационной [20].

Технологическая фальсификация производится путем частичной замены более ценного молочного сырья на безмолочное, а также изменения технологии производства, например, сокращения сроков созревания сыров, уменьшения продолжительности концентрирования сгущенного молока, сбивания масла и т. п. [10, 41].

Предреализационная фальсификация осуществляется в основном за счет разбавления жидких молочных продуктов водой или другими более дешевыми молочными продуктами, в частности, сметаны — кефиром или простоквашей, а также замены одного продукта другим, если продукт не имеет производственной фасовки и маркировки на товаре, отпускаемом потребителям [20, 21].

Квалиметрическая фальсификация производится за счет выпуска и реализации молочных товаров, не отвечающих установленным требованиям: обязательным или на добровольной основе и идентифицируемых по качеству как нестандартная продукция. К таким товарам относится продукция с недопустимыми критическими или значительными дефектами [10, 18, 19].

К квалиметрической фальсификации относится также пересортица сметаны, масла сливочного и сыров. Поскольку в основу деления продуктов на товарные сорта положен комбинированный принцип, эта фальсификация может носить субъективный или объективный характер [20]. В последнем случае фальсификация за счет пересортицы вызвана изменениями качества продуктов, происходящими при хранении. Квалиметрическая фальсификация может осуществляться в процессе производства (технологическая фальсификация) и в предреализационный период при транспортировании, хранении и реализации (предреализационная фальсификация) [10].

Технологическая квалиметрическая фальсификация производится путем изменения или несоблюдения рецептуры и технологического режима производства [30]. Так, полная или частичная замена натурального молока на восстановленное без доведения информации до потребителя с помощью маркировки является квалиметрической и одновременно информационной фальсификацией [25]. К этому же виду фальсификации относится продукт, в который введены консерванты, антибиотики, антиокислители и другие пищевые добавки с целью удлинения сроков хранения, а также улучшения определенных органолептических свойств [36].

Предреализационная квалиметрическая фальсификация осуществляется путем разбавления водой, другими молочными продуктами пониженной жирности [20]. Кроме того, этот вид фальсификации может возникнуть при хранении и реализации продукта, вследствие несоблюдения режимов и сроков транспортирования, хранения и реализации, а также правил подготовки товаров к продаже [25]. Например, при длительном хранении в условиях повышенной температуры молочный жир окисляется и прогоркает, сыры высыхают и в них образуется «самокол», а на поверхности появляется плесень [21, 30]. У кисломолочных продуктов повышается кислотность и происходит расслоение сгустка с появлением сыворотки.

При реализации развесного сливочного масла может проводиться отпуск товара потребителю без удаления штаффа — верхнего прогоркшего слоя масла. Иногда его «вмазывают» в монолит механическим способом [7, 21].

Количественная фальсификация достигается за счет недовеса или объема нефасованных и фасованных товаров и носит субъективный или объективный характер [20]. В последнем случае недовес может возникать за счет испарения воды из фасованных молочных товаров в негерметичной упаковке [7]. Кроме того, этот вид фальсификации возникает и при отпуске масла со штаффом, сыров с неудаленной полимерной пленкой [10]. В соответствии с Правилами продажи отдельных видов товаров такая пленка должна удаляться с разрезанной на части головки сыра. Удаление же парафина не требуется [20]. При отпуске товаров с применением количественной фальсификации потребитель в конечном счете получает меньшее количество продукта, пригодного к использованию по назначению.

Информационная фальсификация встречается часто [20]. Кроме подкрепления других видов фальсификации на маркировке и в товаросопроводительной документации этот вид встречается и как самостоятельный в форме недостоверной, искаженной и неполной информации. Например, в рекламе и на маркировке йогуртов отдельных торговых марок указывается наличие в них живых пробиотических бактерий. При этом срок хранения таких продуктов составляют от 1 до 3 мес, хотя наличие живых бактерий исключает возможность сохранения их в течение такого длительного времени [10].

Другим примером информационной фальсификации является нанесение изображений фруктов и ягод на упаковку йогуртов, изготовленных с использованием только пищевых добавок без натурального плодоягодного сырья [30]. Аналогичная ситуация характерна при оформлении упаковки молочносодержащих продуктов путем [10], нанесения изображения коров и без указания подгруппы и состава компонентов. Недостаточная информация обычно встречается при введении или попадании с сырьем антибиотиков, консервантов, красителей и ароматизаторов без указания их наличия на маркировке [39].

Косвенным признаком наличия антибиотиков и консервантов являются длительные сроки хранения для молочных продуктов без стерилизации или сушки, особенно после вскрытия герметичной упаковки [30]. Например, хранение пастеризованного молока, сметаны, йогурта после вскрытия упаковки в холодильнике в течение 7—10 дней свидетельствует о наличии консервантов или антибиотиков.

При информационной фальсификации молочных товаров для обозначения их наименований используют близкие к натуральным продуктам термины [36]. Например, название «Сметана» для молочносодержащего продукта, изготовленного с использованием жиров немолочного происхождения, вводит потребителя в заблуждение из-за ассоциации со сметаной, которая согласно терминологическому стандарту должна изготавливаться только на основе молочного жира [12, 13, 25].

Большинство современных методов фальсификации сводятся к изменению технологии, использованию дешевого сырья и последующему доведению физико-химических показателей до установленных нормативной документацией требований [30]. Наиболее часто для фальсификации продуктов из коровьего молока используют добавки дешевых растительных жиров: пальмового, пальмоядрового, кокосового и соевого. Эти жиры используют по отдельности и в различных сочетаниях [21, 27].

2. Фальсификация молока и молочных продуктов

Молоко содержит очень много полезных для организма веществ [30, 41]. Но, к сожалению, его научились прекрасно фальсифицировать, иногда продавая вообще без молока. Ни для кого не секрет, что молоко, продаваемое в супермаркетах, существенно отличается от деревенского молока из-под коровы [37]. Много молока, которое продается в супермаркетах с надписями "натуральное", "цельное", и даже с изображением коровы, произведено из порошка [10]. Этот порошок разбавляют водой, стерилизуют, добавляют добавки и разливают в красивую упаковку пачки. На вид, вкус и запах получается практически, как настоящее молоко [39]. При продаже молочных продуктов могут встречаться следующие дефекты: развитие грибковых микроорганизмов и плесени, биохимические процессы, физические процессы. Фальсификация молока обычно сводится к разбавлению молока водой, добавке сырого молока к пастеризованному, добавлению консервантов или соды для снижения кислотности, понижению содержания жира, добавлению чужеродных компонентов, раскислению прокисшего молока и т.д. Если цена на молоко намного ниже, чем у других продавцов, то, прежде всего, убедиться в качестве этой продукции [32].

Ни один пищевой продукт не фальсифицируется в таких объемах, как молоко [21]. Сблaзн подделaть или увеличить объeмы молока и молочной продукции путем разбавления водой всегда имеется как у реализатора, так и производителя молочной продукции. Торговые сети часто этому способствуют, диктуя цену поставки. Именно по этой причине продукция из низкого ценового сектора чаще всего относится к фальсифицированной. Согласно этим данным в фальсифицированные попадают практически все категории молочной продукции, в том числе питьевое молоко и сливки, кисломолочные напитки, сметана, творог и творожные продукты, сливочное масло и сыры, ступенчатое и сухое молоко [25, 30]. Их доля в низком ценовом секторе составляет 50-90 %. Под влиянием таких данных формируется в целом негативное отношение ко всей молочной продукции и всем без исключения ее производителям, в том числе добросовестным и не позволяющим себе ни при каких условиях работы применять никакие методы фальсификации продукции [32].

По официальным данным, доля фальсифицированной по составу жировой фазы продукции отдельных категорий характеризуется следующими данными: в группе питьевое молоко – 9 %, творог – 8 %, сливочное масло – 12 %, сыры – 6 % [30]. Вместе с тем в секторе контрактных поставок продукции отмечается более высокая доля фальсификата (до 25 %). Наиболее часто выявляется несоответствие в товарных группах сливочное масло, сыры, творог [32].

Производство фальсифицированной продукции порождается, прежде всего, низкой покупательной способностью населения и падением потребительского спроса. Отсюда вытекает следующая причина – стремление недобросовестных производителей максимально снизить себестоимость своей продукции за счет фальсификации [23].

Общезвестно, что в России существует дефицит сырого молока, который оценивается в 7-8 млн тонн в год, что порождает рост цен на молоко-сырье, а увеличивающаяся себестоимость производства также побуждает рост фальсификации [36]. Усугубляет ситуацию позиция торговых сетей, которые не заинтересованы в наличии дорогостоящего, но натурального продукта [23].

Наличие добавок можно определить следующим способом, процедите молоко через бумажный фильтр и добавьте в него несколько капель уксуса или лимонной кислоты, на фальшивом молоке появятся пузырьки, потому что будет выделяться углекислый газ.

Как правило, сметану разбавляют водой, кефиром, обезжиренным творогом, вводят в состав растительное масло, соевый белок, низкокачественные молочные компоненты, крахмал, стабилизаторы, вкусовые добавки [27]. Крахмал и муку подмешивают для придания молоку, сливкам и сметане большей густоты [12, 13]. Выявляется это просто: ближе ко дну посуды молоко густое, а кроме того, нельзя скрыть мучной или крахмальный вкус такого молока [30]. Если осадок этого молока вскипятить, то получится обыкновенный клейстер.

Самый распространенный способ фальсификации – использование немолочных жиров, причем не только пальмового масла, но и жиров животного происхождения, в частности говяжьего [14, 15]. Недобросовестные переработчики заменяют молочный жир на другие ингредиенты и продают более дешевые продукты под видом традиционных. Себестоимость продукции при этом снижается на 30-40 % [23].

Известны случаи фальсификации молочного белка, самого дорогостоящего компонента молока растительными белками и другими ингредиентами [3, 4]. Наиболее распространенная категория фальсификата – молокоемкие продукты типа сыра, масла и творога, которые имеют высокую себестоимость производства [23].

Однако встречаются случаи фальсификации питьевого молока и кислomолочных напитков сухим молоком либо сухой сывороткой, кефира заквасочными культурами прямого внесения и других видов молочной продукции [12, 13]. Хотелось бы упомянуть еще об одной негативной тенденции в отрасли – фальсификации молока-сырья небелковым азотом, мочевиной, а также такими соединениями, как меламина, мальтодекстрин, циануровая кислота, нитрит натрия [23, 42, 52].

Молоко – социально значимый продукт питания, содержащий целый ряд эссенциальных нутриентов, которые должны присутствовать ежедневно в пищевом рационе человека. Физиологическая норма потребления молока и молочной продукции составляет 340 кг в год на человека [13]. Замещение молочной продукции фальсификатом в рационе питания россиян приводит не только к тому, что организм человека недополучает незаменимые аминокислоты, жирные кислоты, биологически активные вещества, но и оказывает негативное действие. В частности, систематическое превышение содержания мочевины в пищевом рационе приводит к ослаблению памяти, болезням крови, генетическим уродствам, так как она может формировать супермутатогенные свойства [36]. А азотистые соединения, как нитриты и нитраты, обладают канцерогенным действием [23].

В настоящее время проблема фальсификации молока и молочных продуктов приобретает крайне важное значение, поэтому что, чем дольше ее решение будет откладываться, тем больший вред здоровью населения будет нанесен [37]. Существование фальсификата на молочном рынке подрывает доверие к отрасли и влечет за собой снижение рентабельности добросовестных производителей. Наличие фальсификата вытесняет с рынка производителей качественной продукции. Часть покупателей могут просто отказаться от молочных продуктов, потребление которых в России и так ниже нормы [2]. Если негативный тренд фальсификации не удастся преломить, то последствия для отрасли могут быть разрушительными [23].

Фальсификация продуктов питания как социальное явление появилась еще на заре развития человечества с возникновением сначала товарного, а затем и товарно-денежного обмена [37]. В ее основе лежит стремление определенной части людей получить выгоду от продажи своей продукции. Сначала фальсификация молока носила относительно безобидный характер и ограничивалась только разбавлением водой или же снятием сливок и продажей снятого молока по цене цельного [18]. В последующем она приобрела более изощренные формы, среди которых наибольшее распространение получила подмена молочного жира более дешевыми растительными жирами [16].

Простым смешиванием растительных жиров со сливочным маслом высокого качества, продукта не получить, но такие продукты встречаются на полках наших магазинов под видом сливочного масла или спредов [14, 28]. Как правило, этим грешат так называемые предприятия-фантомы – когда у предприятия фактически отсутствует, указанный на маркировке [16, 22].

В европейских странах молочные продукты с растительным жиром (в том числе и с пальмовым маслом) определены спросом. Потребители хорошо информированы об их полезных качествах и понимают, что такие продукты абсолютно безопасны для здоровья. К сожалению, в нашей стране в СМИ звучат исключительно антиреклама продуктов с заменителями молочного жира, основанная на информации, полученной из некомпетентных источников. В результате в настоящее время искусственно создан миф о вреде заменителей молочного жира и продуктов, изготовленных с его использованием [16, 17]. Например, в СМИ активно обсуждается вред и польза применения пальмового масла как компонента в рецептурах самого широкого ассортимента продуктов питания [26].

Анализ данных публикаций показывает, что в химическом составе самого пальмового масла нет никаких вредных для человека компонентов, таких как, например, госсипол в хлопковом масле или эруковая кислота и глюкозинолаты в маслах растений семейства крестоцветных [14]. Наряду с триглицеридами, состоящими из повсеместно встречающихся жирных кислот в тех или иных пропорциях в типичных растительных и животных жирах, оно содержит жирорастворимые витамины и ряд полезных для здоровья человека биологически активных веществ [26].

Современные пищевые продукты зачастую не только высококалорийны, но и буквально напичканы самыми разнообразными пищевыми добавками, в том числе различными стабилизаторами, антиоксидантами, консервантами [28, 30]. Винить во всех грехах пальмовое масло не совсем корректно. Пищевая ценность пальмового масла ниже, чем у молочного жира и некоторых растительных и животных жиров, содержащих умеренное количество полиненасыщенных жирных кислот. Пальмовое масло, отдельные его фракции, частично гидрогенизированное пальмовое масло по комплексу технологических свойств оптимально подходят для производства кулинарных изделий, продуктов переработки молока с частичным или полным замещением в них молочного жира. При этом, высококачественное пищевое пальмовое масло и жирозаменители на его основе существенно дешевле натурального молочного жира [26].

Сливочное масло определяется как жировой продукт, получаемый исключительно из молока и молочных продуктов и находящийся главным образом в форме эмульсии типа «вода в масле» [7]. Содержание молочного жира в масле должно быть не менее 80 %, воды – не более 16 %. К ингредиентам, разрешенным для производства масла отнесены лишь соль, стартовые культуры, питьевая вода, красители и регуляторы кислотности. Жировая

фракция должна быть представлена молочным жиром. Иными словами, масло из коровьего молока – это молочный продукт, который произведен из молока и составных его частей, и молочных продуктов, с добавлением или без добавления побочных продуктов переработки молока и без использования немолочного жира и немолочного белка [38].

Сливочное масло – это масло из коровьего молока, в котором массовая доля жира составляет не менее 50 % [30]. Согласно нормативным документам жировая фаза масла, в том числе и молочных продуктов, должна быть исключительно из молочного жира. В результате добавления в масло в тех или иных пропорциях жиров немолочного происхождения жировой состав изменяется. В последнее время появились многочисленные подделки под молочный жир жиров, не содержащих в своем составе растительных масел, а вырабатываемых на основе животных жиров, с незначительным количеством молочного [38, 40].

Молочный и другие животные жиры представляют собой преимущественно сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и жирных кислот. В молочном жире, выделенном из продукта, также присутствует небольшое количество диглицеридов и моноглицеридов, других жироподобных компонентов, в состав которых также входят жирные кислоты [28]. Поскольку в молочном жире много низкомолекулярных жирных кислот, молекулярная масса молочного жира и, соответственно, содержание углеродных атомов в ней существенно меньше, чем в триглицеридах говяжьего и свиного жира [33].

Одним из способов выявления фальсификации молочной продукции немолочными жирами животного происхождения является их органолептическая оценка [25, 36]. Этот метод может быть полезен преимущественно при оценке высокожирных продуктов, например сливочного масла, изготовленного методом преобразования высокожирных сливок [21]. Если такое масло имеет излишнюю вязкость, тугоплавкость и обволакиваемость, то можно говорить о его фальсификации жирами животного происхождения, которые имеют повышенные температуры плавления [33].

Из всей молочной продукции сливочное масло наиболее часто попадает в категорию фальсифицированных продуктов. Отчасти это связано с тем, что доля фальсифицированного сливочного масла зачастую представляется завышенной в связи с тем, что на выборку попадают образцы из низкого ценового сектора [30]. К фальсифицированному сливочному маслу чаще всего относят продукт с измененным составом жировой фазы, заниженным содержанием общего жира и соответственно завышенным содержанием влаги, измененным вкусом и запахом за счет применения ароматизаторов или других компонентов, не предусмотренных его классической технологией и не указанных в маркировке продукта [33].

В случае фальсификации сливочного масла животными жирами или их композициями [30, 37]. Следует отметить, что применение животных жиров искажает картину жирно-кислотного состава при практически неизменном составе продукта. Так как в состав животных жиров входит много насыщенных жирных кислот жировая фаза будет иметь повышенную температуру плавления по сравнению с температурой плавления натурального молочного жира [33].

В отношении фальсификации сливочного масла по составу следует отметить, что для сливочного масла запрещено использование консервантов, ароматизаторов, антиоксидантов [7]. Поэтому наличие этих компонентов дает основание утверждать о фальсификации масла. Сливочное масло с массовой долей жира 72,5, 80,0 и 82,5 % вырабатывается только с использо-

ванием молока и сливок, полученных из него [30]. Наличие в его составе сухого обезжиренного молока допускается только с целью нормализации [7]. Такое сливочное масло не должно производиться по схеме рекомбинирования [30, 37]. Перечисление в его составе указанных выше исходных компонентов свидетельствует о факте фальсификации технологии. Выработанное таким методом масло часто имеет привкусы, связанные с вытопленным жиром, хуже храниться и быстрее окисляется. В случае использования эмульгаторов оно хуже разделяется на жир и молочную плазму при расплавлении [31].

При установлении фальсификации сливочного масла по общему содержанию жира важно правильно применять методики измерения. Кислотный метод применим только для масла в диапазоне жирности от 50 до 75 % [30]. Для масла такого состава используется только расчетный метод определения массовой доли жира, который применим для сливочного масла от 50 до 85 % [31].

3. Особенности фальсификации молока и молочных продуктов

3.1. Фальсификация цельного молока

Известно, что люди являются млекопитающими, поэтому наше отношение к молоку особое [45, 54]. Молоко является одним из ключевых компонентов нашего рациона с малых лет, и именно поэтому нас так шокируют махинации с этим важнейшим продуктом [37]. С точки зрения питательных свойств молоко уникально: оно представляет собой идеальную смесь для выкармливания детей. В какой-то момент в ходе исторического развития человек нарушил естественный порядок вещей и включил молоко в рацион взрослых особей [43, 45]. Что еще необычное, мы стали употреблять в пищу молоко других видов животных. Можно только гадать, что заставило наших предков предпринять этот шаг [44]. Возможно, они осознали, что питательные вещества можно получать не только из плоти, но и из молока животных и второй ресурс возобновляется гораздо быстрее первого. Кроме того, это решение могло быть основано на наблюдении, что питающиеся молоком дети растут быстро, а значит, этот продукт полезен и для взрослых. Как бы то ни было, люди осознали питательную ценность молока и стали употреблять в пищу молоко от недавно прирученных ими коз, овец и коров [45, 54]. Постепенно это переросло в целую молочную промышленность, которая приучила нас считать молоко и его производные неотъемлемой частью нашего повседневного рациона [53].

Несмотря на то что в младенчестве мы все питаемся молоком, способность переваривать его в зрелом возрасте появилась у людей относительно недавно. При естественном ходе вещей люди, как и все остальные млекопитающие, теряют способность переваривать молоко, когда вырастают [44, 45].

Молоко имеет очень сложный химический состав, что играет на руку ученым при выявлении фальсификаций. Густым белым цветом, так радующим глаз, молоко обязано эмульсии молочного жира с водой, в которой растворены углеводы, белковые агрегации и минералы [21, 53, 54]. Вода является основным ингредиентом и составляет около 87% коровьего молока. Молочные жиры представляют собой смесь триглицеридов, в которых три молекулы жирных кислот связаны с молекулой глицерина.

Обычное коровье молоко содержит 30-35 г белков на 1 л, причем около 80% из них составляет казеин [30]. Оставшиеся 20% включают в себя водорастворимые сывороточные белки, в основном лактоглобулин. К несча-

стью, многие люди страдают аллергией на один или несколько белков, содержащихся в молоке [36]. Симптомы непереносимости лактозы проявляются при употреблении большого количества молока, тогда как для проявления аллергии на молочный белок достаточно даже небольшого количества продукта. Поэтому тем, у кого диагностирована такая аллергия, рекомендуется полностью избегать молочных белков.

Молоко и молочные продукты играют столь важную роль в нашем обществе, что мы потратили немало усилий на разработку их заменителей для тех, кто вынужден ограничивать употребление молока — либо по личным причинам, либо из-за проблем со здоровьем [30, 45]. И хотя все эти заменители, безусловно, являются легальной альтернативой молоку, они лишь раз доказывают, что имитировать эту жидкую белую субстанцию не так уж сложно [21].

Самые очевидные заместители коровьего молока — это «растительное» молоко: соевое, миндальное, рисовое, кокосовое и конопляное [14]. Впрочем, на рынке присутствуют и другие виды молока, изготавливаемые из киноа, овса, картофеля, молоко «7 злаков» (из овса, риса, пшеницы, ячменя, тритикале, пшобы и проса), а также подсолнечное молоко. Однако молоко — это не только цвет, вкус и консистенция; хотя многие из этих заменителей вполне съедобны, коровье молоко играет столь важную роль в нашем питании, что заменители никогда не смогут стать полноценными, поскольку не обладают теми же питательными качествами [21]. Впрочем, если удачно подобрать состав питательных веществ и добавить основные микроэлементы и витамины, такие заменители могут стать вполне приемлемой альтернативой при условии полноценного питания [20, 30].

Информация о том, как делаются легальные заменители молока, помогает разобраться в том, как подделывают молочные продукты [14, 40]. Методы, которые применяются при изготовлении растительного молока, перенимают и мошенники, сталкиваясь с определенными диетическими требованиями или финансовыми трудностями. Вся разница в том, что написано на этикетке.

Сыворотка содержит также углеводы, главный из них — это лактоза [25]. Она состоит из двух сахаров — глюкозы и галактозы. И углеводы, и сывороточные белки остаются в сыворотке после образования белкового сгустка [28]. Кроме того, молоко содержит множество важных минералов, в том числе кальций, фосфор, магний, натрий, калий и хлор, оно богато витаминами B₆, B₁₂, C, тиамин, ниацином, биотином, рибофлавином, фолиевой и пантотеновой кислотой. В коровьем молоке также присутствуют белые кровяные тельца, клетки молочной железы, различные бактерии и ферменты, т. е. оно представляет очень сложную смесь питательных веществ, поэтому любые фальсификации могут иметь значительные последствия для здоровья потребителей [39, 45].

Чаще всего вместо цельного натурального молока поставляют восстановленное с добавлением растительных жиров [14]. Затем это молоко используют для изготовления кисломолочной продукции. Очень часто одно молоко заменяют другим, например козье молоко реализуется по более высокой цене. Происходит и подмена натурального (цельного) молока нормализованным. Поскольку в натуральном молоке содержание жира может достигать от 4,5 до 6,0 %, то подмена его нормализованным молоком дает солидный доход фальсификатору [24]. Кроме воды в молоко подмешивают крахмал, мел, мыло, соду, известь, борную и салициловую кислоту и даже гипс [28]. Все это делается для фальсификации или предохранения продук-

та от быстрого скисания. В действительности применение этих добавок не предохраняет молоко от скисания и довольно часто приводит к пищевым отравлениям [27].

Тот факт, что спрос превышал предложение, заставил мошенников пойти на ухищрения, чтобы увеличить объем продукции [2, 37]. На сегодняшний день Индия является крупнейшим в мире производителем фальшивого молока. Состав мошенничества варьируется от банального разбавления молока водой до создания полностью искусственного продукта.

Идея создания искусственного молока не так уж далека от идеи производства сухой детской смеси, состоящей в основном из ингредиентов, не имеющих к молоку никакого отношения, стоит только взглянуть на список ингредиентов «фальшивого молока» [9, 19, 22]. Судя по всему, рецепт имел большой успех и вскоре получил широкое распространение по всей Индии [37]. Самые популярные рецепты фальшивого молока основаны на доступных ингредиентах, таких как мочевина, едкий натр, дешевое кулинарное масло, заменяющее молочные жиры, сахар, вода, сухое молоко и моющие средства, например шампунь [44, 45, 46, 49, 50, 52]. Первый шаг — эмульгировать дешевое растительное масло, например соевое, в воде при помощи шампуня, чтобы получить однородную смесь белого цвета. Помимо всего прочего, масло помогает придать этой смеси нужную консистенцию. Затем добавляется едкий натр, чтобы нейтрализовать кислотность и не дать жидкости скиснуть при транспортировке. Мочевина нужна для имитации нежировых веществ в составе молока [53, 54]. Другие популярные ингредиенты включают в себя перекись водорода, формалин, глюкозу, сульфат аммония и различные отбеливатели. Мотивы этой деятельности просты: быстрая прибыль, пусть даже в ущерб человеческому здоровью [51].

Рецепт фальшивого молока многим показался бы вполне уместным, но в действительности это вовсе не примитивная подделка. Фальшивое молоко — по-своему гениальное изобретение [41, 53]. Мошенники прекрасно осведомлены о простых методах тестирования, принятых в деревенских молочных кооперативах, поэтому они выбрали ингредиенты с таким расчетом, чтобы обмануть проверки [46, 47, 49]. Процент жира и нежировых веществ в фальшивом молоке идентичны показателям натурального молока, а примесь сухого молока имитирует натуральный вкус.

Удивительно, как мало данных имеется о воздействии такого продукта на здоровье человека. Разбавление натурального молока водой, безусловно, снижает его питательную ценность, а использование неочищенной воды может быть опасно для здоровья [37, 41, 43]. Исследование показало, что употребление моющих веществ в составе фальшивого молока может вызвать отравление и осложнения со стороны желудочно-кишечного тракта. Фальсифицированное молоко и молочные продукты, изготовленные с применением мочевины, моющих средств, рафинированного масла, едкого натра и белого красителя, согласно ряду исследований, "очень опасны" для человеческого здоровья и жизни и могут стать причиной серьезных заболеваний, в том числе рака [39, 40, 42, 52].

3.2. Фальсификация жировой фазы

Молоко и молочные продукты играют столь важную роль в нашем обществе, что мы потратили немало усилий на разработку их заменителей для тех, кто вынужден ограничивать употребление молока — либо по личным причинам, либо из-за проблем со здоровьем [3, 14, 15, 18, 21, 37]. И хотя все

эти заменители, безусловно, являются легальной альтернативой молоку, они лишь раз доказывают, что имитировать эту жидкую белую субстанцию не так уж сложно.

Самые очевидные заместители коровьего молока — это «растительное» молоко: соевое, миндальное, рисовое, кокосовое и конопляное [17, 24, 26, 28, 50]. Впрочем, на рынке присутствуют и другие виды молока, изготавливаемые из киноа, овса, картофеля, молоко «7 злаков» (из овса, риса, пшеницы, ячменя, тритикале, полбы и проса), а также подсолнечное молоко. Однако молоко — это не только цвет, вкус и консистенция; хотя многие из этих заменителей вполне съедобны, коровье молоко играет столь важную роль в нашем питании, что заменители никогда не смогут стать полноценными, поскольку не обладают теми же питательными качествами [25, 36]. Впрочем, если удачно подобрать состав питательных веществ и добавить основные микроэлементы и витамины, такие заменители могут стать вполне приемлемой альтернативой при условии полноценного питания [35, 39, 51].

Информация о том, как делают легальные заменители молока, помогает разобраться в том, как подделывают молочные продукты. Методы, которые применяются при изготовлении растительного молока, перенимают и мошенники, сталкиваясь с определенными диетическими требованиями или финансовыми трудностями [31, 33, 38, 40, 41, 50]. Вся разница в том, что написано на этикетке.

Каждому жиру присущ свой набор и соотношение жирных кислот. Для кокосового и пальмового жиров характерно высокое содержание лауриновой кислоты, для соевого — линолевой, для пальмового — пальмитиновой и олеиновой кислот [14, 15, 17, 40, 44, 46, 47, 48, 49]. В то же время, в отличие от молочного жира, во всех растительных жирах отсутствует масляная кислота, а в жирах, за исключением кокосового, практически отсутствует и другие низкомолекулярные кислоты, включая миристиновую [27, 30].

Широкое применение нашли и так называемые заменители молочного жира, представляющую смесь растительных жиров, подвергнутых модификации [5, 14, 16, 17, 21, 23, 50]. При этом температура плавления заменителей молочного жира должна быть схожей с молочным жиром, что обеспечивает им необходимые пластичные свойства и способствует расширению возможностей для фальсификации [27, 54].

Жировой состав относится к числу важнейших составляющих биологической ценности молочной продукции. На свойства молочного жира в первую очередь влияют строение и состав жирных кислот [1, 14, 33, 44, 46, 47, 48, 49]. Кроме того, жирнокислотный состав (ЖКС) жировой фазы молока может изменяться в зависимости от сезона года, воздействия зоотехнических факторов, кормления, породных изменений, а также в процессе технологической переработки. Для имитации молочного жира все чаще применяются животные жиры, в частности говяжий, что усложняет процесс идентификации жировой фазы молока и молочных продуктов по ЖКС [40, 54].

Из всех природных жиров молочный жир по химическому составу является самым сложным и уникальным [21, 30]. На 98-99 % он представляет собой нейтральный жир в виде простых липидов — глицеридов [14]. Фактически нейтрального жира в молоке нет, он всегда частично гидронизирован и содержит следы жирных кислот [40].

Основной составляющей жиров животного и растительного происхождения являются сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и жирных кислот, называемого глицеридами [46, 47, 48, 49, 53]. Жирные кислоты входят в состав не только глицеридов, но и большинства других липидов. Раз-

нообразие физических и химических свойств природных жиров обусловлено химическим составом жирных кислот глицеридов. В триглицеридный состав жиров входят различные жирные кислоты. Число выделенных из жиров кислот достигает до 170, однако некоторые из них еще недостаточно изучены и сведения о них весьма ограничены [40].

В зарубежных изданиях ЖСК уже давно относят к критериям для обнаружения фальсификации молочной продукции растительными маслами, главным образом потому, что молочный жир характеризуется короткоцепочечными жирными кислотами, тогда как растительные масла имеют жирные кислоты в основном средне- и длинноцепочечные [46, 48, 49]. После того, как фальсификация растительными маслами получила широкое распространение и молочный жир стал чаще заменяться животным или жирами морских млекопитающих, появилась необходимость в определении критериев оценки жировой фазы не только по ЖСК [14, 17, 23, 40].

Известно, что растительные масла содержат фитостерины, которые относятся к группе стероидных спиртов, естественным образом присутствующих в растениях [40].

Исследования показали, что значительным изменениям подверглось содержание жирных кислот: масляной, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой [17, 28, 54]. Наименьшим изменениям были подвергнуты были подвержены такие кислоты, как миристиновая, пальмитиновая и лауриновая. Было отмечено, что изменения в ЖСК не случайны, а связаны в первую очередь с составом жировой фазы молочной продукции. В ходе исследования было выявлено, что как только содержание олеиновой кислоты достигало 27 % или превышало это значение, содержание масляной кислоты падает ниже минимально установленного нормативными документами порога в 2 %, что свидетельствует о фальсификации продукции [40].

По триглицеридному составу говяжий и молочный жиры различаются. И даже небольшая замена второго первым вносит существенный дисбаланс в характерное содержание всех минорных жирных кислот молочного жира [44, 46, 47, 48]. При этом изменения в содержании отдельных жирных кислот достаточно специфично. Можно отметить, что для растительных жиров характерно наличие высоких значений характерно для пальмитовой и линолевой жирных кислот, в то время как для говяжьего жира ситуация противоположная. В данном случае наблюдается снижение содержания полиненасыщенных жирных кислот, причем значительное [40].

3.3. Фальсификация творога

Качественный нежирный творог содержит всего 0,5 % жира, а вот белка в нем не менее 17 %, а калорийность такого творога всего 60 ккал на 100 грамм продукта [29]. К сожалению, заявленная жирность не всегда соответствует реальной. В фальсифицированном продукте жирность бывает более 10 %, причем жировая фаза содержит не только молочный жир, но и растительный, а содержание белка всего 10 % [27].

Например, в одном исследовании были закуплены 8 образцов творога с жирностью 9 %. В ходе исследования было установлено, что два образца не дотянули до заявленной жирности [11].

Технология фальсификации не стоит на месте, она развивается – грубые способы заменяются более тонкими и трудно определяемыми [3, 4]. Например, несколько лет назад проверка жирнокислотного состава творога позволяла сделать однозначный вывод о наличии или отсутствии немолочных

жиров в продукте [11, 12, 13]. На основе этого составлялась, что продукт фальсифицирован или изготовлен только на основе молока. Сейчас ситуация методологически принципиально изменилась: сделать однозначный вывод о фальсификации только на основе анализа жирнокислотного состава (ЖСК) нельзя [28, 29]. Нужно провести еще одно исследование – на содержание в продукте фитостеринов. ЖСК может показать, что соотношение кислот нехарактерно для молочного продукта, то есть отклонения есть, но на основе этого не делаются выводы о том, какими именно немолочными жирами фальсифицирован продукт [46, 47, 48, 49]. Дело в том, что в нормативных документах, определяющих фальсификацию молочных продуктов, приводится более широкая формулировка «жиров немолочного происхождения» [51]. Оказывается, что молочные продукты можно фальсифицировать не только растительным, но также говяжьим и даже рыбным жиром [11, 21].

Исследования содержания фитостеринов представляют собой качественный анализ, который показывает, применялась ли именно растительные жиры при производстве молочного продукта [22, 28, 29]. Таким образом получается следующее. Если анализ ЖСК показал, что в твороге есть немолочные жиры, а при исследовании растительные жиры не были выявлены, то сделать вывод о фальсификации продукта нельзя [29]. Можно только сказать, что соотношение жиров не классическое для молочного жира. При этом доля фальсифицированного сырья в продукте может быть с точки зрения потребителя очень мала и зачем нужно было заменять молочный жир [11].

Исследования на содержание фитостеринов достаточно дорогое и специфичное удовольствие и мало лабораторий могут проводить такие испытания [44, 46, 47, 48]. Таким образом, обязательное применение данного метода резко сужает возможность контроля качества молочной продукции. Есть еще одна проблема. Дело в том, что данный метод позволяет обнаружить в продукте только жиры растительного происхождения, а фальсификация тем временем совершенствуется. Технологии, когда в творог подмешивали пальмовое масло, постепенно уходят в прошлое [11, 29, 33]. Сейчас для фальсификации используют говяжий, рыбий, синтетические и другие жиры. Те методы, которые позволяли раньше выявлять фальсификат, теперь считаются ненадежными, так как не позволяют делать вывод о подлинности продукта. Более надежные методы не позволяют выявлять многие виды фальсификации и стоят дорого. Так что верит, фальсифицирован ли молочный продукт, становится практически невозможно. Конечно, нужно с пониманием относиться к тому, что российские производители стараются развивать производство отечественной молочной продукции в дефицита качественного сырья, но и пускать ситуацию на самотек нельзя, так как в итоге страдают как потребители, так и добросовестные производители [11, 46, 48, 49].

3.4. Фальсификация сливочного масла

Молочные жиры в виде сливочного или топленого масла, из которого выпарили воду, являются самым ценным компонентом молока, что сразу же относит их к группе риска в смысле вероятности подделок [5, 7, 21, 44]. Благодаря развитию рынка заменителей масла и появлению новых методов переработки, у мошенников возникло столько возможностей, что искушение стало слишком велико. К счастью, подделку сливочного масла распознать довольно легко, главным образом по химическим свойствам.

Самый распространенный способ фальсификации — подмешивание растительных масел в сливочное [5, 17, 24, 26, 28, 31, 33]. Распространенные

соединения, которые содержатся как в растительных, так и в животных тканях — стеролы, которые являются одним из важнейших компонентов клеточной мембраны, а также производными стероидных гормонов. Животные могут производить только один вид стеролов, известный под названием холестерин, тогда как растения, используемые в качестве сырья для изготовления масел, производят похожий стерол под названием ситостерол [37]. По наличию ситостерола можно установить, добавлял ли производитель растительные жиры при производстве сливочного масла. На первый взгляд различие между этими двумя стеролами определить достаточно трудно, однако более разветвленная боковая цепочка ситостерола говорит о том, что он тяжелее холестерина [25, 36]. Растения производят и другие стеролы, которые могут обнаружиться в составе масла наряду со ситостеролом. Выявление любого из этих соединений в сливочном масле является доказательством его фальсификации, поэтому данный тип анализа входит в стандартную процедуру проверки подлинности сливочного масла на территории ЕС [21, 30].

Недавнее исследование сливочных масел, продающихся в польских супермаркетах, продемонстрировало эффективность этого подхода при выявлении подделок. Из 16 образцов два содержали ситостерол, а значит, и растительное масло. Этот результат подтвердился и анализом триглицеридов, показавшим нетипично высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, характерных для растительных масел [44, 47, 48]. Однако эти методы не помогут распознать добавленные в масло жировые ткани животных, поскольку они тоже содержат только холестерин. Как уже упоминалось выше распределение жирных кислот в молекулах триглицеридов молочного жира и жировых тканей несколько различается. Именно это поможет нам выявить, добавлялся ли в масло животный жир [21, 25, 30].

Одним из самых восхитительных молочных продуктов является, без сомнения, сливочное масло, и спрос на него так высок, что появление заменителей было неизбежно. Натуральное сливочное масло изготавливается путем сбивания свежего или сброженного молока либо сливок, при этом молочный жир отделяется от пахты [37]. В результате получается смесь жиров, белков и воды. Знакомый всем нам светло-желтый цвет сливочного масла получается из-за пигментов растений, присутствующих в рационе животного. Однако натуральное масло может оказаться слишком бледным, почти белым, поэтому при производстве в него иногда добавляют пищевые красители [25, 36]. Масло обладает не слишком удобным свойством затвердевать в холодильнике, поэтому для того, чтобы без проблем намазать его на утренний тост, нужно обладать навыком стратегического планирования. Самые распространенные заменители масла — это маргарин и так называемые спреды, которые выглядят как масло, но имеют другую маркировку [21, 30].

В наши дни при промышленном изготовлении маргарина производитель берет растительные масла и жиры и изменяет их физико-химические свойства при помощи фракционирования (сепарации), переэтерификации (перемещения жирных кислот между молекулами) или гидрогенизации [44, 47, 48]. После этого модифицированные масла и жиры смешивают с обезжиренным молоком, смесь эмульгируют и охлаждают, чтобы она затвердела, а затем взбивают и перемешивают для улучшения консистенции. Если к растительным маслам не добавлялись животные жиры, для затвердения требуется полная или частичная гидрогенизация. Далее затвердевшее масло смешивают с водой, лимонной кислотой, красителями, витаминами и сухим молоком, а также лецитином (эмульгатор), который помогает равномерно распределить воду между маслом, солью и консервантами [21, 25, 30].

Молочные жиры в виде сливочного или топленого масла, из которого выпарили воду, являются самым ценным компонентом молока, что сразу же относит их к группе риска в смысле вероятности подделок [37, 40, 44]. Благодаря развитию рынка заменителей масла и появлению новых методов переработки, у мошенников возникло столько возможностей, что искушение стало слишком велико. К счастью, подделку сливочного масла распознать довольно легко, главным образом по химическим свойствам.

Самый распространенный способ фальсификации — подмешивание растительных масел в сливочное [20, 25, 36, 53]. Распространенные соединения, которые содержатся как в растительных, так и в животных тканях — стеролы, которые являются одним из важнейших компонентов клеточной мембраны, а также производными стероидных гормонов. Животные могут производить только один вид стеролов, известный под названием холестерина, тогда как растения, используемые в качестве сырья для изготовления масел, производят похожий стерол под названием ситостерол [31, 33, 35, 38, 44, 46]. По наличию ситостерола можно установить, добавлял ли производитель растительные жиры при производстве сливочного масла. На первый взгляд различие между этими двумя стеролами определить достаточно трудно, однако более разветвленная боковая цепочка ситостерола говорит о том, что он тяжелее холестерина. Растения производят и другие стеролы, которые могут обнаружиться в составе масла наряду со ситостеролом. Выявление любого из этих соединений в сливочном масле является доказательством его фальсификации, поэтому данный тип анализа входит в стандартную процедуру проверки подлинности сливочного масла на территории ЕС [14, 17, 21, 24].

Недавнее исследование сливочных масел, продающихся в польских супермаркетах, продемонстрировало эффективность этого подхода при выявлении подделок. Из 16 образцов 2 содержали ситостерол, а значит, и растительное масло. Этот результат подтвердился и анализом триглицеридов, показавшим нетипично высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, характерных для растительных масел [7, 17, 22, 24, 26, 28, 29]. Однако эти методы не помогут распознать добавленные в масло жировые ткани животных, поскольку они тоже содержат только холестерин. Как уже упоминалось выше распределение жирных кислот в молекулах триглицеридов молочного жира и жировых тканей несколько различается [1, 5, 7, 44, 46, 47, 49]. Именно это поможет нам выяснить, добавлялся ли в масло животный жир.

При фальсификации сливочного масла заменяют молочный жир на растительный, добавляют маргарин и другие гидратированные жиры [27].

Современные технологические решения в пищевой промышленности направлены на удешевление производства, что достигается применением различных заменителей компонентов продукции. С точки зрения контролирующих органов и самых потребителей такие заменители должны быть безопасными, а маркировка продукции — содержать информацию о замене естественных компонентов, снижающих себестоимость [5].

Одним из путей удешевления продукции при условии сохранения высокого качества является замена молочного жира более дешевым растительным, к преимуществам которого можно отнести отсутствие холестерина и высокое содержание антиоксиданта витамина Е [9, 14, 17, 23, 28]. Кроме того, введение в молочные продукты растительных жиров позволяет обогатить их незаменимыми полиненасыщенными жирными кислотами [5, 40].

Маслом сливочным коровьим можно назвать только продукт изготовленный из натуральных сливок жирностью не ниже 72,5 %, все остальное

является либо маргарином, либо спредом – молочно-растительным масло-жировым продуктом [21, 28, 30]. Для производства заменителей молочного жира используют пальмовое масло и его фракции, кокосовое и соевое масла. Низкое содержание свободных жирных кислот и низкое перекисное число в сырье или готовых продуктах свидетельствуют о высокой окислительной стабильности растительных жиров, что определяет их длительную сохранность [5, 40, 44, 46, 47, 48].

Широкое применение в пищевой промышленности пальмового масла, по мнению многих специалистов, небезопасно поскольку содержащиеся в нем насыщенные жирные кислоты оказывают неблагоприятное воздействие на пищеварение, приводят к нарушению липидного обмена, повышают уровень холестерина [5, 15, 17, 21].

Методологической основой применения термического анализа для обнаружения растительного масла в сливочном является разница температур плавления: молочный жир плавится при 28-35°C, а растительный при 35-39°C [7, 15, 30, 44, 47, 48, 49]. Подмена сливочного масла растительными жирами или какими-либо другими компонентами определяется в первую очередь по повышенной начальной температуре плавления. Учитывалась и конечная точка плавления, поскольку производители иногда добавляют в свою продукцию различные вспомогательные вещества, что приводит к повышению температуры плавления [5, 37, 40].

Информация о составе, указанная производителем на упаковке исследованной продукции в основном подтвердилось. Исключение составил только один образец, в составе которого указано только сливочное масло, а температура его плавления говорит о наличии других компонентов [5].

3.5. Фальсификация сыра

Молочные жиры, из которого удалили воду, являются самым ценным компонентом молока, что сразу же относит их к группе риска в смысле вероятности подделок [7, 21, 30, 31, 33, 37, 50, 53]. Благодаря развитию рынка заменителей масла и появлению новых методов разработки и получения сыра, у мошенников возникло столько возможностей, что искушение стало слишком велико. К счастью, подделку сыра распознать довольно легко, главным образом по химическим свойствам.

Недавнее исследование сыра, продающихся в польских супермаркетах, продемонстрировало эффективность этого подхода при выявлении подделок. Из 25 образцов 3 содержали ситостерол, а значит, и растительное масло, используемое при изготовлении сыра [44, 47, 48, 50, 53]. Этот результат подтвердился и анализом триглицеридов, показавшим нетипично высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, характерных для растительных масел. Однако эти методы не помогут распознать добавленные в сыр жировые ткани животных, поскольку они тоже содержат только холестерин. Как уже упоминалось выше распределение жирных кислот в молекулах триглицеридов молочного жира и жировых тканей несколько различается. Именно это поможет нам выяснить, добавлялся ли в сыры животный жир.

Ода множеству видов «ферментированного сыра» дает некоторое представление о том, какого разнообразия нам удалось достичь в производстве этого восхитительного продукта [30, 50]. Сыр производится путем свертывания молока и последующего отделения твердой массы от сыворотки. После этого твердую массу ферментируют при помощи подходящей бактериальной культуры [36]. Конечный продукт подходит для людей с лактазной не-

достаточностью, поскольку значительная часть лактозы остается в сыворотке, а сыворотка в ферментированных сырах не присутствует [10, 37].

Сыру свойственен желтый или оранжевый цвет, который является своего рода диагностическим критерием качества сыра в нашем представлении и поэтому несложно понять, почему производители поддельного сыра, что в современной пищевой индустрии именуется «сырозаменителями», используют пищевые красители [10, 20, 36]. Так они вводят потребителей, что их продукт более настоящий, чем на самом деле. Добавлять пищевые красители в заменители сыра вполне законно, да и в самом их производстве нет ничего предосудительного — при условии, что на этикетке указано, чем именно является продукт. И как раз здесь возникают проблемы [21, 37].

Если вы пойдете в ближайшую пиццерию и купите там пиццу с симпатичной корочкой из тертого сыра, никто не осудит вас за веру в то, что этот сыр — моцарелла, поскольку во всем мире именно он чаще всего используется для приготовления пиццы. Однако, по некоторым оценкам, всего 30% сыра является моцареллой [30]. Всю остальную пиццу украшают заменители сыра. Ученые проделали большую работу, чтобы создать идеальный сыр для пиццы. Настоящий сыр добавляют в основном для запаха, а такие компоненты, как растительное масло, сывороточный белок и соли, способствуют эмульгированию. К счастью, такого рода махинации не несут опасности для здоровья [16, 24, 26, 31, 33]. Тем не менее в некоторых частях Земли, к примеру в Азии, где подделка молочных продуктов особенно распространена, бывали случаи летального исхода среди незащищенных потребителей [42, 51, 52, 53].

Важно разделять случаи использования растительных жиров при производстве так называемых молокосодержащих продуктов, в том числе и сырных, когда по техническому регламенту допускается применение немолочных жиров, а также факты недобросовестного включения в состав молочных продуктов растительных жиров, где последних не должно быть [5, 26]. Например, пальмовое масло недобросовестные производители незаконно используют для фальсификации настоящих сыров, а не сырных продуктов, с целью снижения их себестоимости [17, 30]. При этом потребителям под видом сыра продается продукт, похожий на сыр, но таковым не являющийся. При этом существует миф о том, что «невкусный» сыр точно содержит пальмовое масло [17, 26, 30].

На самом деле это не так. Пальмовое масло практически не имеет запаха и выраженного вкуса, определить его наличие в составе возможно только путем лабораторных исследований [17, 26, 46, 47, 48, 49]. Более того, сегодня существуют множество вкусовых добавок способных придать любой вкус продукту. А «невкусный» сыр скорее всего изготовлен с нарушениями технологии производства, добавление ферментов, что сказывается на вкусовых качествах продукта [30, 36].

По данным Росстата за 2016 год доля некачественной цельномолочной продукции, отечественных сыров и импортного сливочного масла увеличилась, а доля некачественного сливочного масла и импортных сыров осталась ниже уровня прошлого года [12, 13, 18].

Повышение цен способствует переориентации потребительского спроса на более дешевые виды продуктов переработки молока, поэтому производители и фальсифицируют прежде всего молокоемкие продукты. Подобная тенденция началась еще 2014 году, когда значительно сократился импорт молочной продукции в Россию [12, 13]. В результате потребление сыров снизилось по сравнению с периодом до импортозамещения (2013 г.)

на 16,9 %, в том числе плавящихся сыров – на 2,9 %, а сырных продуктов, напротив, увеличилось на 50,3 %, творога и творожных продуктов на 7,3 %, сливочного масла – на 1,7 % [2, 3, 9].

Как показывает практика выявления фальсификата, чаще всего растительные жиры обнаруживаются в молочнокислых продуктах с высокой добавленной стоимостью, пользующихся спросом у населения – сырах, сливочном масле [9, 16, 18, 19, 50]. Возможно, повышенное содержание воды, замена молочного жира растительным, уменьшение жирности, нарушение режима созревания [27].

3.6. Фальсификация молочных консервов

Начало применения растительных жиров в молочно-консервной отрасли относится к 60-70 годам прошлого века. Именно в этот период были предложены технологические решения по повышению пищевой ценности традиционных молочных консервов за счет использования различных растительных жиров [6, 8]. Были созданы технологии изготовления комбинированных, рекомбинированных, регенеративных и других консервов с наименованиями, детализирующими видовую принадлежность [34].

Однако их масштабное промышленное освоение произошло только в 90 годы прошлого века, когда производство молочных консервов уменьшилось почти в два раза [16, 35]. Замена производимых отечественной промышленностью консервах молочного жира растительным было обусловлено:

- недостатком сырья в связи со снижением его валового производства и снижением поставок молока;
- возможностью транспортировки и длительного хранения партий растительных жиров без использования холодильного оборудования;
- экономической эффективностью производства консервов с заменителем молочного жира (ЗМЖ) за счет разницы в стоимости молочного и растительного жиров;
- отсутствие дополнительных затрат, так как при переходе на технологию растительных жиров использовалось имеющееся на предприятиях технологическое оборудование [8, 19, 34].

Применение жиров немолочного происхождения способствует выведению отрасли из застоя, что предотвратило остановку молочно-консервного производства [16, 17, 34].

Масштабное применение растительных жиров обусловило появлению термина «молочосодержащий продукт», который в настоящее время преобразился в «молочосодержащий продукт с заменителем молочного жира» [25, 36]. Данная понятийная трансформация потребовалась для большей информационной прозрачности термина, а также выявления и пресечения фальсификационных действий недобросовестных производителей по замене молочного жира жирами немолочного происхождения [34].

В настоящее время ряд предприятий вырабатывает как сгущенное, так и сухие молочосодержащие консервы с ЗМЖ [6, 8]. Из этой группы наибольшее распространение в стране получили сгущенные консервы с сахаром. В России его вырабатывали многие предприятия под различными торговыми марками и брендами по своим техническим условиям, используя традиционные и оригинальные технологии [2, 3, 4]. В основном качество продукции не оправдывало ожиданий покупателей, приобретающих ее в розничной торговле. Зачастую качество консервов не соответствовало и требованиям, которые предъявляли промышленные переработчики, использовавшие мо-

лакосодержащие стуженные консервы с сахаром и ЗМЖ в качестве сырья [12, 13, 22, 27]. Безопасность выпускаемой продукции также не всегда отвечала действующим нормам [34].

В настоящее время продуктовый рынок насыщен молокосодержащими стужеными консервами с сахаром и ЗМЖ, маркировка которых в основном соответствует действующему законодательству, но упаковка подавляющего большинства марок вводит потребителей в заблуждение, так как воспроизводит бело-синее оформление знакомого с детства лакомства (стуженное цельное молоко с сахаром) [6, 8, 16]. Это усугубляется тем, что на лицевой стороне упаковки указывается, что продукция произведена по ГОСТ. Потребитель же, зачастую не знает номеров стандартов на молочные консервы молокосодержащие консервы с ЗМЖ, воспринимает ссылку на ГОСТ как гарантию натуральности продукции [34, 35, 40].

3.7. Фальсификация детского питания

В наши дни существует бесчисленное множество детских смесей, однако их состав регулируется жесткими стандартами [2, 3]. Кодекс Алиментариус содержит рекомендации относительно состава детских смесей. Документ включает в себя 21 страницу, и в него помимо всего прочего включены требования к специальным смесям, применяющимся при различных медицинских проблемах у детей [10]. Рекомендованная формула основана на главной предпосылке: «Только продукты, соответствующие критериям, которые установлены настоящим стандартом, могут позиционироваться на рынке как смесь для детского питания. Продукты, не являющиеся смесью для детского питания, запрещается рекламировать или иным способом описывать как подходящие для удовлетворения питательных потребностей здорового ребенка в первые месяцы его жизни». Стандарт регулярно обновляется по мере появления новых знаний и в настоящий момент является всемирно признанным руководством по производству детских смесей [6].

В 2004 г. появился репортаж о том, что сотни родителей, проживающих в китайском городе Фуян, неумышленно покупали контрафактные смеси для детского питания, где питательные вещества были заменены сахаром и крахмалом [42, 52]. В результате у детей развилась аномалия, которую местные назвали «болезнь большой головы». Дети охотно ели смесь и быстро наедали щеки, которые родители принимали за признак здоровья. Однако из-за низкого содержания белков и питательных веществ организм развивался неправильно [53]. При нехватке ресурсов организм направляет все доступные питательные вещества в мозг и жизненно важные органы за счет остальных частей тела. Около 200 детей, которых кормили этой смесью, на самом деле страдали от истощения, а 13 из них были на грани смерти [6, 37, 42, 52]. Об этой скандальной ситуации было рассказано по китайскому государственному телеканалу и было арестовано 22 человека, вовлеченных в изготовление и продажу поддельной смеси. Выборочная проверка смесей для детского питания показала, что 33% всех образцов не соответствуют национальному стандарту [53]. В некоторых из смесей содержалось менее 1% белков, тогда как по стандарту эта цифра должна быть не менее 12% [42, 52].

Было сообщено, что детские смеси 45 марок, оказались не соответствующими стандарту» [6]. Самый печальный момент во всей этой истории заключается в том, что компании, производившие поддельную детскую смесь, сыграли на бедности родителей, у которых не было иного выбора, кроме как покупать самую дешевую из альтернатив, стоившую значительно мень-

ше, чем аналог от известной фирмы [37, 42]. Разумеется, несчастные родители даже не подозревали, что подвергают риску своих детей.

Казалось бы, хуже уже некуда, но тут разразился еще один скандал с детскими смесями. На этот раз мошенники, похоже, достигли самого дна, подсовывая китайскому населению особо жестокий и опасный продукт [6]. Этот случай, известный как скандал с меламинам молоком, представлял собой мошенническую схему, которая была направлена на бессовестное обогащение преступников, обладавших доскональным знанием системы тестирования и полностью равнодушных к здоровью потенциальных покупателей [52].

Отчет ВОЗ подтверждает, что сами по себе эти соединения не токсичны и мы постоянно подвергаемся их незначительному воздействию из-за контакта еды с упаковкой. При нормальных обстоятельствах они быстро выводятся из организма и не причиняют вреда. Однако тесты на животных показали, что, если употреблять меламин и циануровую кислоту одновременно, как это было с детской смесью, они становятся высокотоксичными и могут привести к летальному исходу [42]. Эти два вещества вступают в реакцию и образуют нерастворимые кристаллы цианурата меламина, которые накапливаются в почках и вызывают их засорение и дистрофию.

Именно тогда мошенники продемонстрировали свою настораживающую осведомленность: хотя меламин и не относится к белкам, он может обмануть тест на содержание белков. И поскольку каждая молекула меламина включает в себя шесть атомов азота, добавление небольшого количества меламина в молоко значительно повышает количество азота, улавливаемого этими тестами [52]. В результате система фиксирует, что в продукте высокое содержание белка. Именно по этой причине детские смеси успешно прошли тест на содержание белка, несмотря на то что белка в них не было вовсе.

Подобные скандалы, которые, к счастью, случаются не слишком часто, оказывают огромное влияние на пищевую промышленность на всех уровнях цепи поставок, включая ни в чем не повинных фермеров. Производители, которым попало фальсифицированное сырье, несут финансовые потери, равно как и точки розничных продаж, утрачивающих доверие покупателей и вынужденных потом годами его восстанавливать.

Заключение

Продукты молочной группы подвергаются всем видам фальсификации, но наибольшее распространение получили два вида: ассортиментная и квалитетическая.

Ассортиментная фальсификация молочных продуктов осуществляется чаще всего путем разбавления жидких молочных продуктов водой (молоко, сливки, кисломолочные напитки), частичной заменой молочного жира растительным маслом, гидрогенизированными жирами или маргарином при фальсификации сливочного масла, мороженого, сгущенного молока, творога и сыра. Значительно реже, но все же встречается замена молочного белка соевым, например, в сметане, твороге.

Кроме того, фальсификация сметаны осуществляется путем разбавления ее простоквашей или кефиром, а также добавлением в нее творога, крахмала, растительного масла, сухого обезжиренного молока, желатина, пектина, камеди. Указанные добавки обеспечивают густую консистенцию и необходимую жирность сметаны.

Одним из способов фальсификации является подмена вида молочных продуктов с повышенной конкурентноспособностью другим – с понижен-

ной потребительской ценностью. Например, кефир заменяется простоквашей, масло сливочное – масляной пастой, сливки – высокожирным молоком, пломбир – сливочным или молочным мороженым. Применяется также замена высокожирного продукта (молока, сливок, кисломолочных продуктов, сливочного масла, творога) на продукт того же вида, но с пониженной жирностью. При этом изменяется подвид продукта.

Таким образом, предприятия молочной отрасли вырабатывают практически весь большой объем наименований молочной продукции. К сожалению, анализ производственной деятельности молочных предприятий показывает, что изготовление высокоценных молокоемких продуктов уходит в теневую бизнес, причем, что особенно опасно, без соблюдения комплекса ветеринарно-санитарных требований. Все это приводит к тому, что на частных торговых предприятиях и продовольственных рынках в большом количестве появляется продукция, производство которой государством строго лимитируется. Происхождение такой продукции часто фальсифицируется, что создает дополнительное беспокойство санитарно-гигиенической службы государства.

Список использованной литературы

1. *Абросимова С.В.* Классификационные отличия молокосодержащих продуктов и молокосодержащих продуктов с ЗМЖ // Переработка молока, 2018. - №6. – С.4-7.
2. *Арикутов О.В., Багрянцева О.В., Бессонов В.В.* О необходимости совершенствования системы предупреждения фальсификации пищевых продуктов в Евразийском экономическом союзе // Вопросы питания, 2016. – Т.85. - №2. – С.104-115.
3. *Аслаханов А.А.* Контрафакт убивает бренд // Контроль качества продукции, 2018. - №1. – С.54-56.
4. *Ашурков О.М.* Заслон контрафакту // Контроль качества продукции, 2016. - №2. – С.50-52.
5. *Балджи Ю.А., Цзю Е.С., Мейрамова Н.К.* Определение фальсификации сливочного масла растительными жирами // Контроль качества продукции, 2018. - №11. – С.53-57.
6. *Волкова Т.А.* К вопросу о фальсификации сухих молочных продуктов // Переработка молока, 2018. - №7. - С.26-27.
7. *Вышемирский Ф.А.* Фасование сливочного масла как фактор предупреждения его фальсификации // Сыроделание и маслоделие, 2015. - №6. – С. 51-54; - 2016. - №1. – С. 51-53.
8. *Галстян А.Г., Радаева И.А., Петров А.Н., Туровская С.Н.* Консервы на молочной основе с полной заменой молочного жира на растительный // Молочная промышленность, 2011. – №7. – С. 35-36.
9. *Даниленко А.А.* Фальсификация молочной продукции: почему усилия контролирующих органов тщетны? // Контроль качества продукции, 2017. - №2. – С.45-47.
10. *Дмитриченко М.П.* Экспертиза качества и обнаружение фальсификации продовольственных товаров. – СПб.: Питер, 2003. – 160 с.
11. *Исследования творога. Методы фальсификации совершенствуются* // Контроль качества продукции, 2016. - №7. – С.54-57.
12. *Коваленко А.В., Николаева Ю.В., Рудакова М.Ю.* Борьба с фальсифицированной пищевой продукцией // Переработка молока, 2018. - №3. - С. 50-52.

13. Контроль качества продукции: настоящее и будущее // Контроль качества продукции, 2014. - №5. - С. 44-49.
14. Лапшинская Н.А., Дразун Н.А., Аленичева Ю.Ю. Молочные продукты с комбинированной жировой фазой // Сибирский торгово-экономический журнал, 2009. - №8. - С. 163-165.
15. Лепилкина О.В., Тетерева А.П. Методы установления фальсификации жировой фазы продуктов // Сыроделение и маслоделание, 2011. - №5. - С. 24-25.
16. Лепилкина О.В. Фальсификация молочной продукции как отражение проблем отрасли // Сыроделение и маслоделание, 2018. - №5. - С. 24-26.
17. Медведев О.С., Медведева Н.А. Современные представления о возможном влиянии пальмового масла на здоровье человека // Вопросы питания, 2016. - №1. - С. 5-18.
18. Морозова М.А. Программа по защите от пищевого мошенничества (фальсификации) // Переработка молока, 2019. - №1. - С. 10-13.
19. Непобедимая фальсификация // Контроль качества продукции, 2017. - №5. - С. 52-56.
20. Николаева М.А., Положишеникова М.А. Идентификация и обнаружение фальсификации продовольственных товаров. - М.: ИД «ФОРУМ», 2011. - 464 с.
21. Обрайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и применение. - СПб.: Профессия, 2007. - 752 с.
22. Петров А.Н., Хангфериан Р.А., Галстян А.Г. Актуальные аспекты противодействия фальсификации пищевых продуктов // Вопросы питания, 2016. - Т. 85. - №5. - С. 86-92.
23. Пономарев А.Н., Мельникова Е.П. Фальсификация молока и молочных продуктов // Молочная промышленность, 2018. - №2. - С. 44-45.
24. Предыбайло А.В. Производств заменителей молочного жира: новые требования – новые технологии // Молочная промышленность, 2018. - №3. - С. 69.
25. Родина Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров. - М.: Академия, 2004. - 205 с.
26. Рудаков О.Б., Полянский К.К., Рудакова А.В. Пальмовое масло – актуальный объект пищевой химии // Переработка молока, 2018. - №5. - С. 32-33.
27. Способы фальсификации молочной продукции // Контроль качества продукции, 2016. - №7. - С.60.
28. Тагиева Т.Г., Григорьева В.Н., Тарасова А.П. Принципы составления жировых основ спредов // Масложировая промышленность, 2007. - №1. - С. 6-9.
29. Творожный фальсификат: определить можно, доказать нельзя // Контроль качества продукции, 2014. - №10. - С. 53-59.
30. Тепл А. Химия и физика молока. - СПб. Профессия, 2012. - 832 с.
31. Топникова Е.В. Некоторые вопросы идентификации продуктов сыроделения и маслоделания // Сыроделение и маслоделание, 2016. - №6. - С. 10-14; - 2017. - №1. - С. 14-17.
32. Топникова Е. В. Нормативно-правовые аспекты выявления фальсификации молока и молочных продуктов // Молочная промышленность, 2018. - №11. - С. 16-18.

33. *Топникова Е.В.* Контроль состава жировой фазы молочных продуктов с целью выявления их фальсификации животными жирами // Сыроделье и маслоделие, 2019. - №1. – С. 10-13.
34. *Туровская С.Н., Илларионова Е.Е., Хуриудян С.А., Радаева И.А.* Молочные консервы: эволюция продуктов и стандартов // Контроль качества продукции, 2019. - №7. – С. 53-56.
35. *Шелищ П.Б.* Прежде всего нужно справиться с фальсификацией // Контроль качества продукции, 2015. - №3. – С. 45-46.
36. *Шидловская В.П.* Органолептические свойства молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 2000. – 280 с.
37. *Эвершед Р., Темпл Н.* Состав: как нас обманывают производители продуктов питания. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 392 с.
38. *Юрова Е.А., Жижин Н.А.* Фальсификация жировой фазы молочных продуктов. Методики выявления животных жиров // Молочная промышленность, 2017. - №11. – С. 33-36.
39. *Юрова Е.А., Мельденберг Д.Н., Семенова Е.С., Жижин Н.А.* Оценка идентификационных характеристик молока-сырья // Контроль качества продукции, 2018. - №1. – С. 17-22.
40. *Юрова Е.А., Кобзева Т.В., Жижин Н.А.* Выявление фальсификации жировой фазы молочной продукции // Контроль качества продукции, 2018. - №1. – С. 34-39.
41. *Bradley, H. W.* Improvement in compounds for culinary use. US patent No. 110,626. January 3, 1871; <http://www.google.com/patents/US 110626>.
42. *Branigan, T.* (2 Dec 2008). Chinese figures show fivefold rise in babies sick from contaminated milk. *The Guardian*: <http://www.guardian.co.uk/world/ 2008/dec/02/china>.
43. *Curry, A.* 2013. Archaeology: The milk revolution. *Nature* 500: 20-22.
44. *Derewiaka, D., Sosinska, E., Obiedziński, M., Krogulec, A. & Czaplicki, S.* 2011. Determination of the adulteration of butter. *Journal of Lipid Research and Metabolism* 113: 1005-11.
45. *Evershed, R. P., Payne, S., Sherratt, A. G., Copley, M. S., Coolidge, J., Urem-Kotsu, D., Kotsakis, K., Özdoğan, M., Özdoğan, A., Nieuwen-huyse, O., Akkermans, P. M. M. G., Bailey, D., Andeescu, R.-R., Campbell, S., Farid, S., Hodder, L., Yalman, N., Özbaşaran, M., Bıçakcı, E., Garkınfel, Y., Lerj, T. & Burton, M. M.* 2008. Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding. *Nature* 455: 528-31.
46. *Mottram, H. R., Woodbury, S. E. & Evershed, R. P.* 1997. Identification of triacylglycerol positional isomers present in vegetable oils by high performance liquid chromatography | atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 11: 1240-52.
47. *Mottram, H. R., Crossman, Z. M. & Evershed, R. P.* 2001. Regiospecific characterisation of the triacylglycerols in animal fats using high performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionisation mass spectrometry. *Analyst* 126: 1018-24.
48. *Mottram, H.R. & Evershed, R.P.* 2001. Regiospecific characterization in animal fats using high performance liquid chromatography-atmospheric chemical ionization mass spectrometry *Journal of Chromatography A* 926:239-53.

49. Mozaffarian, D., Katan, M. B., Ascherio, A., Stampfer, M. J. & Willett, W. C. 2006. Trans fatty acids and cardiovascular disease. *The New England Journal of Medicine* 345: 1601-13.
50. Salque, M., Bogucki, P. I., Pyżel, J., Sobkowiak-Tabaka, I., Grygiel, R., Szmyt, M. & Evershed, R. P. 2013. Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe. *Nature* 493: 522-25.
51. Sansoucy, R. Sansoucy, R. *Livestock — a driving force for food security and sustainable development*. FAO Corporate Document Repository; <http://www.fao.org/docrep/v8180t/v8180t07.htm>. chromatography-atmospheric pressure chemical ionisation mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 926: 239-53.
52. Tyan, Y.-C., Yang, M.H. Jong, S.-B., Wang, C.K. & Shien, 2009. Melamine contamination. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 395: 729-35.
53. Ulberth, F. 2003. Determination of the adulteration of butter. *Journal of Lipid Research and Metabolism* 113: 1005-11.
54. Vigne, J.-D. & Helmer, D. 2007. Was milk a 'secondary product' in the Old World Neolithisation process? Its role in the domestication of cattle sheep and goats. *Anthropozoologica* 42: 9-40.

О ФАЛЬСИФИКАЦИИ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

к.т.н., *Ким И. Н.*

доцент кафедры «Процессы и аппараты перерабатывающих производств»
технологического факультета ФГБОУ ВО «Российский государственный
аграрный университет – МСХА имени Тимирязева К.А.»

Содержание

Реферат

Введение

1. Фальсификация рыбы и рыбных продуктов
2. Основные фальсификации со свежемороженой рыбой
3. Фальсификации, связанные с различием продуктов аквакультуры и дикой рыбы
4. Увеличение веса с помощью глазури
5. Фальсификация икры
6. Почему выгоднее быть честным
7. Как снизить влияние фальсификации
8. Методы идентификации

Заключение

Список литературы

Реферат

Большинство людей уверены, что мошенничество в пищевой промышленности — это банальные приемы обмана покупателей в магазине или точке фастфуда, вроде какой-нибудь жидкости в мясе, чтобы увеличить его вес. Без сомнения, такие вещи случаются довольно часто, что плохо, но пищевое мошенничество — это явление гораздо более сложное, организованное и опасное как для бизнеса, так и для здоровья тех, кто имел несчастье оказаться его жертвой.

История пищевого мошенничества — это готовое учебное пособие по изучению темных сторон человеческой натуры. Некоторые виды махинаций приводят к тяжелому отравлению, некоторые — к смерти, но чаще всего они проходят совершенно незамеченными. Разумеется, именно в этом и состоит «бизнес-план» мошенников: чем дольше им удастся проворачивать свои дела, тем больше денег они заработают на доверчивых потребителях. Банальный обман превращается в преступную деятельность в тот момент, когда его организация поднимается на достаточно высокий уровень и в махинации вовлекается целая сеть формальных и неформальных исполнителей, играющих каждый свою роль. Во-первых, это «автор замысла», то есть человек, придумавший способ обмана. Во-вторых, есть те, кто занимается логистикой, — люди, организующие перевозку самых употребительных товаров через границу между различными странами, а иногда и целыми континентами. В-третьих, есть специалисты, чья задача — воспре-

платствовать разоблачению махинации. И наконец, самый важный член команды, который угрозами и силой заставляет самые уязвимые звенья в пищевой индустрии закрывать глаза на мошенническую деятельность или стать ее соучастниками.

В представленном обзоре приведены наиболее распространенные схемы фальсификации водных биологических ресурсов и продуктов, изготовленных на основе их переработки как в РФ, так и зарубежных практике.

Введение

Рыбная промышленность в целом представляет собой сложный, многофункциональный промышленно-хозяйственный комплекс с развитой системой межотраслевой кооперации и международной хозяйственной и торговой деятельности [7, 8, 11]. Во всех сферах рыбного промыслового хозяйства занято около 400 тысяч человек, работающих в море и на суше [18, 21].

Рыбная отрасль обеспечивает население страны высокоценными пищевыми продуктами. В балансе потребления полноценных белков животного происхождения доля рыбных продуктов составляет около 10-30 %, а в отдельных регионах страны – до 60-80 % [20]. Предприятия отрасли вырабатывают более 2000 наименований рыбной продукции. К сожалению, анализ производственной деятельности рыбоперерабатывающих предприятий показывает, что отрасль находится в затяжном кризисе [18]. Кроме того, промысел высокоценных рыб и продуктов, изготовленных на их основе, уходит в теневой бизнес, причем выпуск продукции осуществляется без особого соблюдения всего комплекса ветеринарно-санитарных требований, что сразу сказывается на качестве готового продукта.

Рынок рыбной продукции в РФ во многом формируется стихийно, без необходимой научно обоснованной стратегии развития, при отсутствии четкого механизма реализации рыночных отношений между производителем продукции и ее потребителями [15]. В итоге, в частных торговых предприятиях и на продовольственных рынках в большом количестве появилась продукция, производство которой государством строго лимитируется [3, 4, 5]. Происхождение такой продукции часто фальсифицируется, что создает дополнительное беспокойство санитарно-гигиенических служб.

1. Фальсификация рыбы и рыбных продуктов

Продукты этой группы подвергаются всем видам фальсификации, но наибольшее распространение получила **квалиметрическая** фальсификация [3, 17]. В определенной мере это объясняется отсутствием более дешевых заменителей ценных видов рыб, внешний вид и анатомо-морфологические признаки которых сложно фальсифицировать [20]. Кроме того, рыба разных семейств и видов обладает отчетливо выраженными признаками, которые сохраняются и в продуктах переработки, за исключением рубленых полуфабрикатов, кулинарных изделий и отдельных видов консервов в виде паштетов в томатном соусе и т. п. [4, 5, 15].

Рыба и продукты ее переработки — соленая, вяленая, сушеная, копченая, кулинарные изделия из рыбы, рыбные консервы, икра — до настоящего времени довольно редко подвергались ассортиментной фальсификации, так как рыба, за исключением высокоценных семейств, была дешевым продуктом и ее фальсификация не приносила ощутимой выгоды [3, 13, 20, 21].

Однако в последнее время случаи фальсификации рыбы и продуктов ее переработки участились [15].

Ассортиментная фальсификация рыбных продуктов осуществляется путем замены одного более ценного вида рыбы на другой — менее ценный [4, 5, 17]. Наиболее часто фальсифицируются рыбы семейства лососевых, так как анатомо-морфологические признаки рыб этого семейства разных видов имеют определенное сходство, а различия между видами могут распознать только специалисты или лица, занимающиеся уловом и переработкой лососевых [20].

Рыбы лососевых пород различны по пищевой ценности, а наиболее ценными из которых являются лососи атлантические [18]. На практике чаще всего встречается подделка атлантических лососей (семга) дальневосточными (кета, горбуша, чавыча, кижуч) [4, 5]. Эти виды семейства лососевых можно различить по внешним признакам и размерам, однако сделать это могут только профессионалы. Если удалены голова, плавники и тушка разрезана на куски, даже профессионалам трудно распознать замену атлантических лососей дальневосточными [12, 17].

Отличительные признаки отдельных видов лососевых рыб являются: горбуша отличается от кеты меньшими размерами, более мелкой чешуей, большим числом ветвистых лучей в анальных плавниках (12—15 — у горбуши, 8—12 — у кеты); чавыча отличается от кеты и семги наличием черных мелких пятен на спине и боковых поверхностях, выше боковой линии, на спинном и хвостовом плавниках, по пятнистости чавыча похожа на кижуча, но ее легко отличить от него по большим размерам тела и более низкому хвостовому плавнику [20].

Фальсифицируют рыбу не только свежую, но и соленую, причем последнюю подделывают по способу разделки и посола [13, 17]. Довольно часто встречается подделка семужной разделки и посола. Отличительными признаками семужной разделки и посола являются карманная разделка, когда для удаления внутренних частей и посола делают разрез на брюшке от грудного плавника к брюшному, не перерезая его, а затем другой разрез — от брюшного к анальному плавнику [12, 15]. При фальсификации кеты, чавычу и семгу семужного посола заменяют чавычой и кетой обезглавленными и потрошенными обычным способом [17]. Указанные способы фальсификации легко обнаружить визуально, но для этого необходимы профессиональные знания отличительных признаков [9, 13]. Нередко фальсифицируют лососевых дальневосточных рыб, используя для этой цели рыбу того же семейства, но с нерестовыми изменениями.

Дальневосточные лососи — одноциклические рыбы, которые после нереста погибают. Во время хода на нерест рыба не питается, а расходует запасы в период нагула питательные вещества, поэтому пищевая ценность ее постепенно снижается [12, 15]. Различают две стадии нерестовых изменений у лососевых: серебрянка и зубатка. Серебрянка — это рыба в начальной стадии нерестовых изменений. Ее характерный признак — серебристая чешуя, которая легко отделяется [20]. Более значительные анатомо-морфологические изменения у такой рыбы не наблюдаются. Вкус удовлетворительный [9]. Серебрянка относится к первому сорту.

Зубатка характеризуется значительными изменениями: пятна, разводы различной окраски и интенсивности, обвисшие плавники, вросшая в кожу, трудноотделимая чешуя, резко заостренные с вращением зубы, тощее мясо синеватого оттенка [15]. Качество рыбы очень низкое, ее относят ко второму

сорта. При фальсификации зубатку реализуют как рыбу первого сорта по соответствующей цене. По сути это **пересортица** [17].

Известны случаи замены натовитии гладкоголовом, макрели — ставридой, филе хека — филе путассу южной [20]. Указанные виды рыб, применяемых как средства фальсификации, отличаются пониженными органолептическими свойствами и пищевой ценностью.

Фальсификация консервов «Сайра натуральная в масле» и «Сайра натуральная в собственном соку» осуществляется путем замены сайры на сардинеллу или сельдь, которые относятся к наименее ценным видам рыбы [15].

Квалиметрическая фальсификация, связанная с использованием сырья низкого качества, порой даже опасного для здоровья потребителя, с нарушениями технологического режима производства, например, неполное удаление костей из филе, бескостных рыбных полуфабрикатов, более распространена, чем ассортиментная [20].

Распространенным способом фальсификации живой рыбы является замена ее снулой или вялой, больной рыбой. Качество такой рыбы ниже, чем живой [13, 17]. Если снулую рыбу долго держать в воде, у нее вздувается брюшко, набухают и обесцвечиваются жаберы, набухает мышечная ткань. Масса снулой или больной рыбы увеличивается. Уснувшая рыба должна быть охлаждена путем пересыпания льдом, реализуют ее как охлажденную.

Встречается фальсификация живой рыбы по массе, так как она подразделяется на отборную, среднюю и мелкую [15]. Например, карп массой до 250 г относится к мелкой рыбе, от 250 до 600 г — к средней и свыше 600 г — к отборной. Размерный ассортимент рыб определяется их длиной, а некоторых рыб — и массой. Правилами рыболовства устанавливается наименьшая длина рыб, при которой допускается их вылов. В соответствии с действующим стандартом рыбу подразделяют на крупную, среднюю и мелкую.

Длина соленой, копченой и вяленой рыбы в большинстве случаев меньше длины живой, охлажденной и мороженой на 1 см. Исключение составляют муксун, сом, усач и щука, длина которых в переработанном виде меньше до 2 см [20].

По массе рыбы подразделяются на крупных, средних и мелких — это относится к карпу, кете, окуню морскому, осетру, палтусу, пикше, сайре, севрюге, семге, треске, чавыче и многим другим породам [17]. Фальсификация по размерному ряду заключается в отнесении средней рыбы к крупной, а мелкой — к средней, при этом цены на более крупную рыбу устанавливаются выше, чем на рыбу меньшего размера [15].

Довольно значительное количество фальсификаций связано с разделкой рыбы. Так, может поступить в реализацию по более высокой цене неразделанная рыба с указанием в товаросопроводительных документах «рыба потрошенная» или зябренная рыба под названием «жаброванная» (без жабер) [3, 20]. В готовой продукции — пласт-филе или филе-кусочки — можно обнаружить плавники, что недопустимо. Указанные способы фальсификации разделанной рыбы легко обнаруживаются визуально [9].

К наиболее фальсифицируемым объектам относится рыба семейства осетровых, что обусловлено ее высокой ценой и пищевой ценностью [4, 5, 20]. Самый распространенный способ ее фальсификации — несоблюдение установленных схемой разделки требований. Так, у разделанной рыбы должны быть удалены приголовок и нарост, которые относятся к пищевым (ликвидным) отходам. Наличие этих частей у разделанной рыбы следует классифицировать как квалиметрическую фальсификацию.

К квалиметрической фальсификации рыбы мороженой относится выпрыскивание воды в мышцы или намораживание ледяной глазури для увеличения массы товара [23, 26, 29]. В замороженном виде такая рыба отличается хорошим внешним видом, однако при размораживании из нее выделяется значительное количество воды с клеточным соком [28]. Консистенция становится дряблой, вкус ухудшается [9, 21]. Речь о фальсификации с помощью глазури, пойдет ниже.

Многократное размораживание и замораживание рыбы вызывает ухудшение органолептических свойств, потерю части питательных веществ [4, 5, 28]. Кроме того, в размороженной рыбе интенсифицируются процессы микробиологической порчи, вследствие чего могут появляться посторонние, несвойственные вкус и запах [20, 26].

К квалиметрической фальсификации следует отнести и обработку охлажденной и мороженой рыбы *консервантами* и *антибиотиками* без уведомления потребителей с помощью информации на маркировке. Необходимость в такой информации обусловлена тем, что у определенной части потребителей существует предубеждение против пищевых добавок [10]. Кроме того, частое использование консервантов в пищу негативно влияет на полезную микрофлору кишечника и иммунитет организма человека.

Фальсификация соленой рыбы по качеству проводится путем реализации неполностью созревшей или перезревшей рыбы, которые отличаются пониженными органолептическими свойствами и пищевой ценностью [17]. Признаками несозревшей сельди служат наличие пятен красного цвета на глазах, красно-коричневого цвета жабер, а также мяса возле позвонков и сами позвонки, плохая отделяемость мяса от костей скелета [10]. Для перезревшей соленой рыбы характерны: дряблая консистенция, оголение реберных костей, легкая отделяемость костей скелета от мяса, появление гнилостного запаха в мышечной ткани [15]. Фальсификация соленых сельдей может осуществляться по жирности (реализация нежирной сельди, выдаваемой за жирную) и районом улова [20].

Копченая рыба, произведенная из сырья с начальными признаками порчи, сохраняет неприятные привкус и запах, хотя они и завуалируются вкусовыми и ароматическими веществами дыма [15]. Выявить дефекты вкуса и запаха можно при дегустации [9].

При производстве рыбных и рыбопродуктовых консервов, а также кулинарных изделий фальсификация осуществляется путем нарушения рецептуры за счет недовложения рыбы, частичной замены ее на нерыбные компоненты (крахмал, крупы, овощи), а также малоценные или несъедобные компоненты рыбы (хрящи, кости, плавники и т. п.) [15]. Кроме того, возможно увеличение в консервах доли бульона, желе, соуса, а в пресервах — заливки [15]. Консервы «Рыбные паштеты» фальсифицируются путем частичной или полной замены их белковой пастой «Океан».

Количественная фальсификация осуществляется путем недовложения необходимых по рецептуре компонентов сырья в рыбные полуфабрикаты (пельмени, пирожки, кулебяки, рыбомучные и рыбоовощные, пасты, паштеты и т. п.), кулинарные изделия (икорное масло, рубленая сельдь, селедочное масло, котлеты и др.), а также в консервные банки при производстве консервов и пресервов (рыбы, пряностей) [14, 21, 23].

Информационная фальсификация рыбных товаров как самостоятельный вид применяется в основном для баночной икры, консервов и пресервов [22, 23, 24]. Причем способ очень прост, так как осуществляется путем замены бумажных этикеток фальсификата на этикетки подлинника [17].

Обнаружить фальсификацию возможно путем перекрестной экспертизы информации на бумажном носителе маркировки, вдавленных или нанесенных иным способом условных обозначений на донышке банки и при возможности в товаросопроводительных документах.

Таким образом, рыбные продукты могут быть фальсифицированы разными способами, для обнаружения многих из которых возможно использование органолептических методов визуального осмотра, дегустации [9]. Применение сложных измерительных методов требуется только для отдельных видов наиболее ценных рыбных товаров, например икры или консервов из осетровых и лососевых пород рыб [18].

Все промысловые виды рыб делятся на морских, пресноводных, так называемых полупроходных, которые большую часть своей жизни проводят в заливах морей или в солоноватых морях-озерах, а для нереста заходят в низины рек (некоторые сипи, вобла, лещ и др.) [20]. Проходные рыбы, осуществляющие нерестовые миграции из морей в реки (сельди, осетровые, лососевые) или из рек в моря (некоторые бычки, годовой угорь, тропические виды сомов).

К чисто морским рыбам, которые никогда не заходят в пресную воду, относятся: большинство тресковых, камбала, морской окунь, кефаль, скумбрия, бычки [17]. Рыбами сугубо пресноводными, что никогда не заходят в соленую воду, относятся большинство карповых, форель, годовой окунь, щука. Большинство пресноводных рыб называют жилыми рыбами - такими, которые постоянно живут в пресных водоемах. Этим названием они противопоставляются полупроходным и проходным рыбам [20].

Рыба и рыбные продукты являются одними из самых распространенных продуктов питания, обладающих высокой пищевой и биологической ценностью. Мясо рыб содержит белок, в котором представлены все незаменимые аминокислоты; высокими биологическими свойствами характеризуется жир рыб, содержит полиненасыщенные жирные кислоты и жирорастворимые витамины [15]. Разнообразный минеральный состав у рыб, особенно морских. Наряду с этим, ряд особенностей анатомического строения рыбы и химического состава тканей обуславливают быструю порчу. В связи с этим оценка качества рыбы и на основании этого принятия правильного решения о путях ее использования является необходимым элементом деятельности санитарного надзора [27].

Для определения фальсификации рыбы и рыбных товаров применяют органолептические и физико-химические методы анализа. Качественная фальсификация свежей и мороженой рыбы осуществляется следующими способами: добавление воды; использование некачественного сырья; введение посторонних добавок; введение консервантов и антибиотиков [17].

Увеличение массы рыба за счет глазирования: добавление воды при замораживании рыбы или рыбного филе, а поскольку стандартом не регламентируется максимальное количество глазури как на отдельные виды рыба, так и на рыбный блок, намораживается большое количество воды [1, 26, 27].

При замораживании часто используют не только уснувшую рыбу, но и рыбу, которая начинает портиться [28]. В мороженом состоянии рыба может полностью соответствовать требованиям стандарта, но при размораживании такой рыбы процессы интенсифицируются, быстро увеличиваются размеры брюшка, появляется гнилостный запах рыбы [17]. В других странах при замораживании рыбы разрешено вводить в воду для глазирования различные антибиотики и консерванты [29].

Часто рыбная продукция, в частности, мороженая сельдь, поступающая на потребительский рынок из других стран, обработана "стабилизатором" в виде антибиотиков и консервантов [10, 26, 28]. Использование такой рыбы для посола предварительно разработанными технологиями невозможно, поскольку после просаливания и созревания сельди вдоль позвонков мяса не созревает и сохраняет красно-кровяной цвет. В процессе дальнейшего хранения рыба не созревает, поскольку не приобретает характерного вкуса и запаха, присущего соленой сельди, в результате чего она портится [17]. Для корректировки существующих технологий посола подобного сырья необходимо знать природу консерванта, который был применен. Однако в сопроводительных документах (сертификатах качества, протоколах испытания) не указывается химические добавки, которые использовались во время замораживания [3, 15].

Качественная фальсификация соленых, вяленых, сушеных и копченых рыбных продуктов осуществляется следующими способами: использование некачественного сырья; введение чужеродных добавок; введение консервантов и антибиотиков; несоблюдение технологических процессов и режимов хранения готовой рыбной продукции [20, 22, 27].

2. Основные фальсификации со свежемороженой рыбой

В начале 90-х годов прошлого столетия торговля гидробионтами приобрела отчетливо выраженный международный характер, что открыло широкий путь к сотрудничеству между странами, в том числе и к мошенничеству в этой сфере [11]. В период с 1988 по 1997 г. была выявлена неверная маркировка 37 % всей рыбы и 13 % морепродуктов [7, 8, 30]. Из-за ограниченных ресурсов не все продукты подвергаются физическому досмотру, а тем более тестированию. Например, в США досмотру подвергались лишь 2 % всех импортируемых рыбопродуктов, а лабораторному тестированию и того меньше - около 0,5 %. И это в стране с наиболее развитой системой мониторинга пищевых продуктов, что тогда говорить о других странах с менее надежной системой контроля. Неверно маркированными оказалось до 80 % образцов гидробионтов, реализуемых на рынках Бразилии [32].

Применительно к рыболовству РФ следует сказать, что только в 2016 году был введен в действие отраслевой специализированный технический регламент Европейского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016), согласно которому при маркировании рыбной продукции необходимо указание информации о районе добычи рыбы [7, 8, 19, 30]. Возможен и следующий вариант надписи на этикетке, например, мороженая рыба «Килька балтийская, выловленная в Балтийском море с указанием района вылова» [14].

Случаи неверной маркировки были также выявлены в Ирландии, Турции, Дании, Египте, Филиппинах, РФ и ЮАР, проще перечислить страны, где их не было, т.е. речь идет о проблеме всемирного масштаба. И это глобальная проблема не только по своему территориальному охвату, но и по типам гидробионтов [7, 8, 11]. Неверное маркирование способствует нелегальному производству продуктов питания и вводит потребителей, что те могут купить в магазине редкие виды рыб и других морепродуктов, на вылов которых наложены ограничения с целью сохранения их популяций [14].

В наши дни пищевое мошенничество в области рыболовства чаще всего заключается еще и в том, что на этикетке неверно указано место его вылова [30]. Например, до 36 % образцов хека, продаваемого под именем амери-

канских или европейских видов, оказались принадлежащими к более дешевому африканскому виду. Таким образом, неверная маркировка создает у покупателей ложное представление о доступности рыбы [31, 32]. Благодаря совпадению некоторых факторов морепродукты гораздо чаще подвергаются неверной маркировке, чем любой другой белковый продукт, и тому есть несколько причин.

Во-первых, спрос на гидробионты имеет постоянную тенденцию к росту. Мировое потребление рыбы росло в среднем на 3,6 % в год, начиная с 1961 года, и увеличивалось более быстрыми темпами, чем темпы прироста населения [18]. Среднее потребление рыбы на душу населения в мире увеличилось с 9,9 кг (1960 г.) до 19,2 кг (2012 г.). При этом повсеместно проводились кампании о пользе даров моря, что подтолкнуло потребителей включать больше рыбы и морепродуктов в свой рацион питания. Поскольку методы переработки и хранения постоянно усовершенствовались, а возможности перевозок стали практически безграничными, гидробионты оказались доступны потребителям таких регионов и стран, которые ранее были лишены такой возможности [33].

Следует сказать, что рыболовству свойственны естественные перебои с поставками, поскольку она остается единственной отраслью, основанной на отлове особей из дикой природы [2, 17]. Поэтому, необходимо обращать внимание на сезонность, поскольку гидробионты, так же как овощи и фрукты, бывает сезонными. Вероятность натолкнуться на фермерского лосося вместо дикого особенно велика с октября по апрель, когда в промысле дикого лосося заканчивается сезон [2, 15]. Если этого не знать, то легко можно закупить необходимую породу рыб в любое время, сложность заключается в том, что практически невозможно отличить продукцию дикой рыбы от продукции аквакультуры, когда они предстают перед нами в виде филе. Усложняется ситуация тем, что в настоящее время не существует системы обязательного информирования потребителей о том, выращена ли рыба искусственно или выловлена в естественных условиях [14].

Дикая рыба стоит в три-четыре раза дороже выращенной на рыбоводческих фермах. Сомнения в экологической чистоте фермерской рыбы обеспечили диким особям рыночное преимущество. Расследования показали, что 75 % всего лосося, который продается как дикий, на самом деле является продукцией аквакультуры [2, 26]. Фермерскую рыбу выращивают в довольно тесных садках, и для их лечения от различных заболеваний и уничтожения паразитов нередко приходится применять антибиотики и пестициды [9]. Кроме того, если вы привыкли употреблять незамороженную рыбу – то это продукция аквакультуры.

Рыбный регламент имеет специальные, присущие только рыбе и продуктам ее переработки, требования, введенные для предотвращения фальсификации, прежде всего на международном уровне.

Первое. На этикетке предложено указывать «зоологическое название вида водного биологического ресурса или объекта аквакультуры [14]. Это видовое название гидробионта, его генетический код, который является объектом научных изысканий. Для промышленного сектора зоологическое название рыбы является мощным идентификационным элементом, позволяющим избежать видовой фальсификации [19]. Зоологическое название рыбы на этикетке поможет понять, какой продукт мы купили – ведь сегодня например, под наименованием масляной может продаваться 4 различных вида рыбы [29].

Второе. Информация о принадлежности к району добычи (вылова) – это то самое «место происхождения продукции», которым в последние годы активно интересуются все [19]. Для переработанной пищевой рыбной продукции на этикетке необходимо указывать информацию о районе добычи, извлечения или месте нахождения водного объекта для целей аквакультуры. Это означает, что для водных биологических ресурсов, извлеченных из естественной среды обитания, следует указывать промысловые квадраты, зоны, районы вылова по международным системам [14]. Не запрещено дополнительно уточнить, что рыба выросла и выловлена в диких условиях.

На маркировке рыбы, выращенной в условиях аквакультуры, обязательно указывать «рыба аквакультуры», а также место нахождения изготовителя, занимающегося товарным производством [19, 30].

Третье. Введение требования обязательного указания на этикетке об использовании в производстве нонизирующего излучения вывело рыбную отрасль в лидеры в отношении экологического маркирования среди производителей продукции животного происхождения [14].

Четвертое. На упаковке рыбной продукции, в отличие от других пищевых продуктов, должен быть указан состав модифицированной газовой среды [19]. При этом для лучшего восприятия необходимо указывать, что продукт упакован «в защитной газовой среде» [14].

Пятое. Если продукция была охлаждена до температуры не выше 5°C, об этом необходимо известить покупателя [19]. На маркировке переработанной (охлажденной) и переработанной (соленой, копченой, маринованной, провесной) рыбопродукции выносится надпись «охлажденная продукция» или ее альтернатива варианты «Скумбрия атлантическая подкопченнная охлажденная» [14].

3. Фальсификации, связанные с различием продуктов аквакультуры и дикой рыбы

Аквакультура – это разведение и выращивание водных организмов в естественных и искусственных водоемах, а также на специально созданных морских плантациях [2]. Объектами аквакультуры обычно являются карп, осетровые рыбы, форель, пелядь, сиг, нельма, амур и толстолобики. Кроме того, объектами аквакультуры являются двусторчатые моллюски (мидии, устрицы, гребешки), ракообразные (креветки, раки), иглокожие (трепанги, морские ежи), водные растения [6].

Есть определенные отличия дикой рыбы от объектов аквакультуры, которые определяют потребители. **Первое** отличие заключается в том, что продукция аквакультуры всегда менее полезна и вкусна, чем дикая рыба. На практике обнаружить отличия рыб, выращенных в аквакультуре и выловленных в природных водоемах практически невозможно [2]. Более того, в аквакультуре применяются технологии, позволяющие выращивать рыбу, например, с заданным соотношением белка и жира, или цветом мяса или же устриц определенного вкуса [6].

Безусловно, что вкус продукции аквакультуры, особенно той, которая выращена с применением комбикормов, будет иным, чем у диких рыб или креветок того же вида [9]. Однако люди уже давно используют продукцию животноводства и птицеводства, которая была получена на фермах, в индустриальных хозяйствах. Она тоже отличается по вкусу от диких животных и птиц, что не является препятствием для использования в питании людей.

Пищевая ценность не будет отличаться, если рыб, выращенных в аквакультуре, кормили полноценным сбалансированным кормом [6].

Второе отличие заключается в том, что вся рыба, выращенная искусственно, имеет неприятный запах [9]. Неприятный запах продукции можно обнаружить как у рыб, выловленных из природных водоемов, так и у рыб, искусственно выращенных. Это может быть обусловлено тем, что произошел выброс в водоем какого-либо загрязняющего вещества, например нефти или фенола. Запах появится у рыб, которые находились в пруду или бассейнах, куда закачивалась вода из этого водоема [6].

Конечно, если рыбоводы содержат рыб в воде с неудовлетворительными гидрохимическими показателями, может обнаруживаться запах гнили или ила [9]. Но это довольно редкая ситуация, так как низкое качество воды приводит к снижению темпа роста рыб, повышенной гибели, сокращению объемов производимой продукции [6].

Третье отличие заключается в том, что вся продукция аквакультуры разводится в условиях антисанитарии. С позиций безопасности продукции аквакультура предоставляет более широкие возможности ее обеспечения по сравнению с выловом в природных условиях [10]. Весь процесс искусственного выращивания находится под надзором специализированных специалистов и контролирующих органов, которые несут ответственность, в том числе за пищевую ценность и безопасность продукции [15]. Обязателен контроль за безопасностью используемых кормов и качество воды [6].

Четвертое отличие заключается в том, что на всех рыбных фермах при кормлении используют специальные добавки и антибиотики [10, 15]. Применение кормовых добавок и ветеринарных препаратов при искусственном выращивании менее распространено, чем в животноводстве и птицеводстве [6].

Ветеринарные препараты при искусственном выращивании применяются, но сегодня все большее внимание в хозяйствах уделяется профилактическим средствам (пробиотикам) [10]. При возникновении бактериальных заболеваний по назначению ветеринарных специалистов применяются антибиотики [6].

Перед забоем рыба подвергается процедуре передержки, которая представляет собой период запрета приема лекарств перед убоем и продажей, необходимой для вывода вредных веществ из рыбы [19]. Длительность ее различается в зависимости от места производства и типа лекарств. Сложность ситуации в том, что многие лекарства, используемые на рыбных фермах, применяются и для лечения людей [2].

При соблюдении технологических режимов и обеспечении благоприятных условий кормления выращиваемые объекты обладают высокой продуктивностью и устойчивостью к заболеваниям и не требуют дополнительных стимуляторов роста или средств подавления болезней [6].

Содержание остаточных количеств антибиотиков в рыбе и рыбной продукции и максимальные допустимые уровни остатков антибиотиков при производстве пищевой продукции из объектов аквакультуры лимитированы действующими санитарно-гигиеническими требованиями. Поэтому, даже если те или иные препараты были использованы при выращивании продукции аквакультуры, то их влияние на потребителей этих продуктов будет относительно [2, 6].

Известно, что злоупотребление антибиотиками может привести к появлению резистентных штаммов [2]. Ситуация усугубляется широким применением антибиотиков в профилактических целях на рыбоводческих фермах, особенно в развивающихся странах. Рыбу регулярно обрабатывают

антибиотиками, чтобы ускорить рост и предотвратить распространение бактериальных инфекций, особенно если хозяева фермы не слишком педантичны в вопросах гигиены. Это создает все предпосылки для размножения резистентных бактерий и вымирания тех, что еще сохранили восприимчивость к лекарствам [6].

Пятое отличие заключается в том, что искусственная продукция стоит дешевле, потому что она хуже. Это скорее вопрос спроса и предложения. И продукция из диких видов, и продукция аквакультуры имеет свои особенности формирования цены [2]. При этом в силу своей биологической ценности более полезна свежая или охлажденная продукция [17]. Свежая дикая рыба, особенно для большинства городских жителей, живущих вдали от морских берегов, большая редкость или сезонный продукт. То есть практически всегда, когда вы покупаете незамороженную рыбу – это продукция аквакультуры [6].

Продукция аквакультуры массовых видов имеет более низкую стоимость по сравнению с дикими видами тех же рыб [2]. Но это обусловлено не низким качеством продукции, а применением высокоэффективных технологий и кормов [15]. И напротив, стоимость устриц из аквакультуры будет более высокой, чем диких. Потребители предпочитают раковину правильной формы, стандартные размеры, направлено сформированный, утонченный вкус. Все это в массовом количестве можно получить только в условиях аквакультуры. Стоимость искусственной продукции осетровых рыб в настоящее время выше, чем стоимость рыбы и икры, добытой браконьерским способом [6].

Известно, что злоупотребление антибиотиками может привести к появлению резистентных штаммов [10]. Ситуация усугубляется широким применением антибиотиков в профилактических целях на рыбоводческих фермах, особенно в развивающихся странах. Рыбу регулярно обрабатывают антибиотиками, чтобы ускорить рост и предотвратить распространение бактериальных инфекций, особенно если хозяева фермы не слишком педантичны в вопросах гигиены [2]. Это создает все предпосылки для размножения резистентных бактерий и вымирания тех, что еще сохранили восприимчивость к лекарствам.

В общем, с учетом существования органических загрязнителей, пестицидов, антибиотиков и канцерогенных фунгицидов, вполне вероятно, что фермерская рыба должна подвергаться гораздо более тщательным проверкам, чем дикая [10]. После целого ряда случаев, когда тесты выявляли остатки запрещенных лекарств в импортной рыбе из фермерских хозяйств, начали задерживать поступающие из Китая партии зубатки, креветок, угря и других гидробионтов, выращенных в рыбоводческих хозяйствах. Но если фермерская партия рыбы будет заявлена как дикая, то она не будет подвергнута проверкам и может оказаться на рынке, несмотря на недопустимо высокое содержание токсинов. Даже если содержание токсинов не так велико, чтобы вызвать немедленное появление симптомов отравления, поедание такой рыбы может иметь весьма серьезные отложенные последствия для здоровья. Исследование показало, что 74 % суши-баров, 38 % ресторанов и 18 % продуктовых магазинов, откуда собирались образцы, продают неверно маркированную рыбу [17, 31].

А как обстоят дела у нас, не способствуем ли мы своими действиями процветанию мошенничества в области рыболовства. Следует признать, что такие опасения есть. Применительно к РФ следует сказать, что рыба и морепродукты, выловленные в Охотском море, доставляют в Китай, где их

переработка стоит дешевле, даже с учетом транспортных расходов [11]. Рыбу разделявают на филе, крабовое мясо достают из панцирей, затем их упаковывают, наклеивают этикетку «сделано в Китае» и отправляют в страны, в том числе и РФ, где рыночная стоимость этих продуктов выше. Кодекс Алиментариус гласит, что если продукт был переработан таким способом, который изменяет его свойства, то в качестве страны происхождения необходимо указывать ту страну, где он был переработан. Таким образом, российская нерка, переработанная в Китае, становится китайской неркой, о чем и сообщается на упаковке. Это вполне законно с точки зрения международной торговли, но создает с продуктом определенную путаницу. Возьмем, к примеру, атлантическую треску, у этого вида существует около 200 бытовых названий и производитель испытывает очень большой соблазн, чтобы не указать треску с наиболее высокой стоимостью, а достоверную информацию [30, 32].

В конце концов, пищевое мошенничество - это крупный бизнес и деятельность нынешних мошенников носит всепроникающий характер, однако в дополнение к этому она стала более изощренной [29]. Деньги - основной мотиватор и их получение будет и дальше толкать людей на преступления, причем основная масса уловов имеет своей целью экономическую прибыль. Масштаб преступной деятельности может быть различным, начиная с разового и незначительного увеличения выручки от розничной продажи за счет увеличения содержания глазури в свежемороженой рыбе и заканчивая получением сверхприбылей путем создания сложной и разветвленной преступной сети. При этом, чем больше ступеней переработки проходит с продуктом, тем проще его фальсифицировать и тем выше шанс, что это пройдет незамеченным.

4. Увеличение веса с помощью глазури

Разумеется, мошеннические схемы с гидробийонтами не ограничиваются только подменой видов. Существуют и другие способы обмануть потребителей, из которых самый распространенный заключается в банальном обвешивании [29]. Оно происходит, когда на рыбоперерабатывающем предприятии добавляют в рыбные биточки чуть больше кляра или панировочной смеси, а в креветки чуть больше льда - и учитывают все это как вес нетто [26]. Например, было обнаружено, что 20 % образцов, покрытых ледяной глазурью, весили меньше, чем было заявлено на упаковке [1]. Однако, до сегодняшнего дня с количеством глазури не все ясно.

С момента введения в действие СанПиН 2.3.2.1078-01 дополнения 17, регламентирующего количество наносимой на мороженую продукцию ледяной глазури прошло уже около 10 лет, однако до сих пор не представлены какие-либо научные обоснования введенных ограничений [19]. Это дополнение впервые установило максимальную массу ледяной глазури на поверхности мороженной продукции, произведенной:

из рыбы – не более 5 % массы нетто;

из креветки – не более 6 % массы нетто;

из иных водных беспозвоночных, водных млекопитающих, водорослей, других водных животных и растений – не более 8% массы глазированной продукции [1].

До введения этих нормативов была указана норма для массы глазури мороженной продукции – от 2 до 4 % к массе глазированной продукции [17]. В остальных нормативных документах на мороженую рыбную продукцию был указан норматив массы глазури «не менее 2, 3 и 4 %, то есть в подав-

ляющем большинстве документов указано содержание допустимого минимального количества глазури, обеспечивающее предохранение продукта от усушки, «заветривания» и окисления [1].

Сотрудники АтланНИРО, в связи с вышеизложенным, а также существующими в настоящее время тенденциями увеличения сроков годности мороженой продукции из водных биологических ресурсов с 7-9 месяцев до 1,5-2 лет вследствие совершенствования технологических процессов промысла и переработки рыбы, установленные нормативы являются некорректными, и не исключено, что разрешенного количества глазури для предотвращения порчи мороженой продукции недостаточно [15]. Мировой опыт показывает, что масса глазури может устанавливаться по договоренности производителя и потребителя мороженого рыбного филе, и зарубежные потребители мороженого рыбного филе обязывают российских производителей наносить от 10 до 20 % глазури с указанием массы нетто [1, 17].

С целью выяснения влияния массы и вида разделки рыбы на количество наносимой глазури, сотрудниками АтланНИРО были получены сравнительные данные об относительном количестве наносимой на филе и тушку трески глазури в зависимости от массы рыбы и длительности погружения в рапсор в процессе глазирования [1].

При массе филе рыбы 0,3-0,32 кг количество нанесенной глазури при продолжительности глазирования 25 с составило 12,9 %, при 15 с – 8,6 %, а при 7 с – 5,7 % [8]. При увеличении массы филе рыбы до 0,58-0,6 кг количество нанесенной глазури снижалось при той же выдержке до 11,8 %, 7,6 % и 4,1 % соответственно [1].

Максимальное количество нанесенной глазури при массе тушки 0,6-0,7 кг составляло 9 % при продолжительности погружения 25 с. По мере увеличения массы тушки наблюдалось более значительное снижение количества наносимой глазури по сравнению со значениями, полученными при глазировании филе [28]. Так, с увеличением массы тушки до 1,5 кг количество наносимой глазури уменьшалось до 1,1 %. Меньшая зависимость количества образующейся на филе глазури от увеличения массы образцов обусловлена более правильной геометрической формой продукта, вследствие чего при изменении размеров рыбы удельная площадь поверхности меняется незначительно. У тушки рыбы масса растет несколько быстрее площади поверхности и, следовательно, при увеличении размеров рыбы относительная масса наносимой за то же время глазури заметно уменьшается [1].

Таким образом, при одновременном глазировании филе и тушки рыбы различных размеров и массы при равных условиях на поверхности образуется различное количество глазури [3]. Следовательно, при нормировании допустимого содержания глазури следует указывать не фиксированную величину, а пределы допустимого содержания глазури на поверхности рыбы индивидуальной заморозки [1].

Если при нормировании допустимого содержания глазури принять за основу норматив – не менее 4 %, то для обеспечения качества мороженой продукции в процессе длительного холодильного хранения и с учетом того, что разница в количестве наносимой глазури, образующийся на рыбе различной массы, достигает 3 %, рекомендуется установить допустимое количество глазури на мороженой рыбе в пределах от 4 до 10 % [1, 26].

В течение хранения отмечается постепенное увеличение потерь глазури как на неупакованной, так и на упакованной в полимерные пакеты рыбе [28]. Очевидно, что при минимально нанесенном на поверхность продукции количества глазури, например 0,5 – 1,0 % при более длительном сроке хране-

ния (более 8 месяцев) данного количества глазури может быть недостаточно для сохранения качества мороженой рыбы [1].

На основании проведенных исследований, ученые АтлантНИРО рекомендуют установить норматив по массе глазури, нанесенной на мороженую пищевую рыбную продукцию в пределах 4-10 % [23]. Результаты исследования показывают, что упаковка позволяет снизить скорость испарения глазури в среднем в 1,6 раза, следовательно в целях снижения интенсивности ее испарения рекомендуется продукцию упаковывать [1].

Есть еще один популярный вид обмана, который заключается в насыщении продукта триполифосфатом натрия. Данное соединение представляет собой консервант, который часто используется в пищевой промышленности в качестве стабилизатора, помогающего удерживать влагу в тканях рыбы [9]. Триполифосфат натрия и его аналоги используются вполне законно, т.к. они препятствуют пересыханию замороженной рыбы в процессе хранения. Однако избыток этого вещества заставляет ткани поглощать и удерживать слишком много воды, за которую покупатели вынуждены платить [17]. Очень часто эта уловка применяется к гребешкам, делая их соблазнительно мясистыми.

Конечно, излишки воды в гидробиионтах не несут реальную угрозу здоровью и не так сильно бьют по карману потребителя [29]. И хотя это явно подпадает под определение мошенничества, приоритетом продовольственных инспекций по-прежнему остается безопасность продуктов [10]. Кроме того, ледовая глазурь и вымачивание входят в список законных способов обработки, поэтому отследить момент, когда производитель переходит черту дозволенного, почти невозможно. Чтобы облегчить международную торговлю консервированные и панированные продукты не нуждаются в указании научного названия вида рыбы, но в списке ингредиентов должно быть указано процентное содержание рыбы. К примеру, на банке консервированной скумбрии обычно значиться «скумбрия (75 %)» [14].

И хотя глобальные масштабы импорта помогают удовлетворить спрос и способствуют появлению на рынке новых интересных продуктов, они играют на руку и преступникам, создавая бесчисленные возможности для «ошибок» в маркировке и умышленного мошенничества [29]. В настоящее время большинство потребителей стремятся покупать рыбные полуфабрикаты, расфасованные в удобные порции, которые можно просто разогреть за несколько минут. Чтобы соответствовать спросу, супермаркеты выдвигают производителям очень детальные требования относительно вида и веса каждой порции, что подразумевает ручную обработку, которую обычно проводят в Юго-Восточной Азии для снижения стоимости продукции. Причем полуфабрикаты нужны не только конечным потребителям, но и пунктам общественного питания, которые не заинтересованы в покупке целой рыбы, поскольку на разделку и приготовление рыбы персоналу приходится тратить время и усилия, поэтому рыба, возможно, повидала больше стран, чем посетители, которые ее едят [27].

Следует отметить, что в условиях ограниченных ресурсов в первую очередь проверяются те продукты, которые могут представлять высокий риск для здоровья человека, то есть те, с которыми связаны прецеденты заболеваний пищевого происхождения. В тестировании на предмет фальсификации исследований начинаются лишь тогда, когда кто-то забьет тревогу.

5. Фальсификация икры

Икра осетровых и лососевых рыб — наиболее частый объект фальсификации [18]. Самый простой способ — введение в икру наполнителей в повышенных количествах: растительное масло, соль, глицерин, а в лососевую икру — морковные шарики [16]. Икра – высокопитательный и диетический продукт, обладающий хорошими вкусовыми качествами. Пищевая ценность и вкусовые достоинства рыбной икры значительно выше многих продуктов, поэтому икра, особенно осетровых и лососевых рыб, рекомендуется при усиленном питании, а иногда и для лечебного питания [20]. По калорийности икра осетровых и лососевых рыб превосходит мясо теплокровных животных и молоко. Кроме того, икра содержит большое количество полноценных и легко усвояемых белков и жира, а также минеральные вещества, витамины и ферменты.

Икра издавна пользовалась популярностью в России и была украшением стола [18]. У икры приятный мягкий вкус, она питательна и полезна, ее подают как холодную закуску. Это всемирно признанный деликатес, икра по праву считается одним из национальных символов России [20]. С давних времен за ней закрепилась слава лучшего рыбного продукта, поэтому она рекомендована для питания больных и ослабленных людей в любое время года.

При получении и обработке икры главным является соблюдение технологических параметров, сроков и условий хранения икры-сырца [18]. При неправильной обработке в икре происходят различные изменения запаха, вкуса, консистенции и химического состава [20]. Вкус икры может измениться от появления кислого и горького привкуса, которые постепенно усиливаются при неправильном и длительном хранении [9]. Если икра хранится в металлической таре, то может появиться металлический привкус, который является отрицательным показателем качества икры.

При неблагоприятных условиях хранения изменяется консистенция икры. Оболочки икринки теряют упругость и могут настолько ослабнуть и размягчиться, что их содержимое выделяется и превращается в густую кефирную жидкость, скапливающуюся на дне бочки [18]. При этом увеличивается содержание свободных летучих и нелетучих жирных кислот, продуктов распада белков – аминокислот и азотистых оснований, что изменяет ее товарный вид и лимитирует сроки хранения икры [20].

В последнее время участились случаи поступления на экспертизу объектов исследования, не имеющих ничего общего с икрой рыб, однако по внешнему виду, цене и маркировке тары претендующие на такую [13, 18]. Черная икра бывает белужья, осетровая и севрюжья. Однако, не вся икра одинаковая, несмотря на примерно одинаковую питательную ценность. Например, черная икра тем лучше, чем крупнее и светлее зерно [20]. Первое место занимает зернистая белужья икра, следом за ней осетровая. Икра осетровых рыб является крайне редким и дорогим деликатесом. Однако, в настоящее время появилось немало количество суррогатов, которые как по внешнему виду, так и по вкусовым качествам имеют большое сходство [16].

В отличие от черной красная икра тем вкуснее, чем мельче икринки [18]. На первом месте – мелкая кетовая икра красного цвета с оранжевым проблеском. На втором месте более светлая икра горбуши. Замыкает тройку лидеров крупная бордовая икра нерки. На практике, не каждый потребитель способен отличить икру нерки и кеты от икры горбуши, и злоумышленники активно этим пользуются. К примеру икра горбуши стоит намного дешевле, но именно ее чаще всего пытаются продать под видом икры более

ценных видов рыб. Большим разнообразием отличается «икра» из водорослей, которую часто преподносят покупателям как икру дорожных видов рыб. Поэтому зачастую гражданам приходится полагаться на добросовестность производителя и ответственность продавца [16].

На начальных этапах исследования важную роль в распознавании фальсификации играет органолептический анализ [9]. Этот метод имеет решающее значение в начальной оценке качества икры рыб. В натуральной икре содержится очень много белка – около 30 %, он почти полностью усваивается организмом, что является редкостью для продукта животного происхождения [16].

Разные виды искусственной икры отличаются друг от друга по используемому для их получения сырью, рецептурам и способу изготовления икринок [18]. Наиболее распространенная имитация дорожных видов икры является следующая: белковая икра, получаемая на основе желатина, икринки, полученные с использованием экстракта водорослей [16].

При физическом воздействии на натуральные икринки рыб наблюдается лопание их оболочек и растекание содержимого. При подобных манипуляциях с искусственной икрой таких явлений не наблюдается [20].

Сегодня ценный продукт в виде икры можно купить повсюду, только вот качество его далеко не всегда отличное [18]. В продаже нередко встречается икра плохо обработанная, испорченная, слишком жидкая или попросту искусственная [20]. Поэтому главное при покупке столь ценного продукта – не попасть на опасный для здоровья фальсифицированный продукт [16].

Нередко научные разработки используются фальсификаторами в корыстных целях. Это относится, в частности, к использованию искусственной белковой икры (Искра, Атлантическая и др.) в качестве средства для фальсификации натуральной икры осетровых и лососевых рыб [15, 17].

Для обнаружения подделки применяют органолептические методы оценки внешнего вида, консистенции, вкуса и запаха. Икринки искусственной икры крупнее, хорошо выполнены, консистенция при разжевывании упругая, при раздавливании из них не выделяется жидкость [9]. У натуральной икры правильного посола икринки легко разрушаются, оставляя ощущение приятного, свойственного определенному виду икры вкуса. Натуральная осетровая икра в зависимости от вида рыб может иметь разные оттенки, например, икра севрюги — серовато-зеленоватого цвета, шипа — коричневатого [20]. Кроме того, икра осетровых рыб может быть с незначительным привкусом травки (илистый вкус), что не является пороком данного продукта. Икра, полученная искусственным способом, всегда черного цвета, икринки ровные.

Однако органолептические методы не очень надежны, особенно если добавлено не более 10 % искусственной икры, так как смешанные искусственные и натуральные икринки трудно различить при смешивании [9].

Ненадежность органолептических методов обусловлена тем, что при нарушении технологии посола икры, в частности горячим тузлуком, икринки приобретают упругую консистенцию, схожую с консистенцией искусственной икры [9, 20]. Физико-химические методы определения стандартных показателей непригодны для идентификации натуральной икры.

При длительном хранении пахосной икры осетровых в бочках образуется икорная корка, представляющая собой тонкий слой нестандартной, высушенной, с окислившимся жиром икры [18]. Перед реализацией икорную корку следует удалить во избежание обвинений в фальсификации продукта.

Чаще фальсифицируют зернистую икру ястычной, удаляя пленки и жировую основу [20]. Такую икру легко отличить физико-химическим способом по содержанию соли.

К зернистой икре лососевых рыб для предупреждения слипания и усыхания икринок разрешается добавлять растительное масло [18, 20]. Фальсификацией считается добавка растительного масла сверх установленных норм. Кроме того, к икре для придания большей массы может быть добавлен тузлук.

6. Почему выгоднее быть честным

Безусловно, есть производители, и их большинство, которые прилагают немало усилий к производству по-настоящему высококачественных продуктов, потенциально обладающих лучшим вкусом или питательной ценностью. Сознательные потребители готовы платить более высокую цену за такие продукты. Но если информация на упаковке вводит их в заблуждение, получается, что у потребителей обманом выманили деньги, они не получили свой вкусный и питательный продукт, а честные производители остались не у дел.

Разумеется, в СМИ освещаются случаи фальсификации, но только самые вопиющие. Отследить источник проблемы гораздо проще, когда одновременно заболевает большое количество людей. А вот отложенные последствия для здоровья в результате постепенного накопления в организме вредных веществ мы не можем даже вообразить. Например, мы можем только догадываться, как повлияют в будущем на наше здоровье не полностью выведенные вредные вещества из продукции аквакультуры [9].

Важным инструментом в борьбе с мошенниками может стать стратегия повышения их риска [29]. Помимо незначительных рисков, мошенников привлекают возможности, не требующие больших усилий. Когда возникает возможность сфальсифицировать продукт и к тому же это можно сделать относительно легко, то даже самый ленивый мошенник заставит себя на несколько несложных действий ради солидного куша. Длинные и в значительной степени анонимные цепи поставок продовольствия в сочетании с разнообразием готовых к употреблению продуктов предоставляют мошенникам широкий простор для действия. Перед тем как попасть к нам на стол, рыба путешествует по всему земному шару.

Проблема заключается в том, что в наше время продукты редко проходят простую вертикальную цепь поставки, чаще речь идет о целой сети. В частности, кружка горячего шоколада стала результатом взаимодействия приблизительно 30 участников в сети поставок, в том числе поставщиков сахара, молока, какао и упаковки [31]. Другими словами, при производстве напитка возникла 30 возможностей для мошеннических действий.

Склонить чашу весов на сторону честного бизнеса может не только повышение рисков, но и уменьшение возможностей совершить преступление. Это важный аргумент в пользу того, что путь от места вылова до тарелки необходимо сделать как можно более коротким, т.е. необходимо сформировать устойчивую систему поставок продовольствия, основанную на поддержке местных производителей, выработке долгосрочных и доверительных отношений с поставщиками, а также укрепление здоровья за счет потребления сезонных продуктов. Употребление в пищу местных продуктов имеет одно преимущество, оно не оставляет места для анонимности в цепи поставок.

Увеличение частоты выборочных тестов, проводящихся без предупреждения на любом уровне сети поставок, повысило бы риски для мошенников, а суровые наказания за преступную деятельность заставили бы их лишний раз подумать, прежде чем приступить к махинациям. В вопросах продовольственной инспекции большинство стран всего лишь пытаются сдерживать риски. Методы могут различаться, но в целом все сводится к проверке продуктов, представляющих наибольшую угрозу для потребителей [33]. В каждой стране имеется свой список продуктов, импортеров и стран-поставщиков, относящихся к группе риска на основе прошлых инцидентов. Поставки, относящиеся к этому списку, проверяются всегда.

Итак, преступникам нужна не просто возможность совершить мошеннические действия - им нужна легкая нажива. И хотя можно привести множество примеров весьма изощренных мошеннических схем, в жизни все обстоит несколько иначе, т.е. чем проще совершить преступление, тем больше вероятность того, что оно будет совершено. Чтобы уменьшить количество подделок таких продуктов, нужно либо оставлять преступникам меньше возможностей или значительно повысить риск их поимки. При слабом контроле снижается вероятность выявления фальсификатов, особенно если они импортируются, а не производятся внутри страны [30, 31, 33]. Сопроводительные документы помогают выявить подлог копченной, сушеной, вареной, жареной, свежей и замороженной рыбы, однако не могут определить регион, где была выловлена то или иное сырье.

7. Как снизить влияние фальсификации

Для того, чтобы начать доверять продуктам, которые мы покупаем, нам необходимо отдавать себе отчет в следующем. Глобализация системы поставок продовольствия не только подарила нам новые возможности для производства продуктов и их компонентов, но и сформировала потребителя с завышенными ожиданиями. Потребители покупают свежие фрукты и овощи в декабре так же легко, как если бы на дворе стоял июль. Люди практически не едят сезонные продукты, и наши представления о том, сколько должна стоить еда и сколько этапов она проходит от фермера до прилавка, имеют мало общего с реальностью [33].

Современная пищевая индустрия позволяет производить продукты питания относительно дешево и эффективно, и потребители привыкли к существующим ценам на эти продукты. Система производства готовых продуктов с высокой степенью переработки очень эффективна и именно поэтому пакет свежих яблок стоит дороже, чем упаковка макарон с сыром. Кроме того, транспортировка свежих овощей и фруктов и сохранение их товарного вида требуют гораздо больше денежных и других ресурсов, чем перевозка фасованных готовых блюд. Комбинация низкой стоимости и удобства потребления делает сегмент готовых блюд самым быстрорастущим сектором в пищевой индустрии.

Возвращайтесь к поставщикам, чей товар вам понравился по соотношению цены и качества, поскольку следует завязывать отношение с теми, кто продает вам еду, - гораздо более надежная защита от пищевого мошенничества, чем любая этикетка [11]. Если не можете покупать напрямую у рыбаков, ищите такие продукты, происхождение которых можно отследить.

С точки зрения мошенничества свежие фрукты и овощи могут быть относительно безопасными, поскольку мы отчетливо видим, что они собой представляют [29]. В основе выбора таких продуктов лежат критерии запаха,

вкуса, внешнего вида и свежести, но в современных супермаркетах все это трудно оценить, потому что продукты нередко скрыты под упаковкой. Принимая решение о покупке, современный потребитель пользуется и целым рядом других критериев, таких как страна происхождения, способ производства, срок годности и питательная ценность продукта. Во всем этом мы вынуждены полагаться на информацию и знаки сертификации на упаковке [14, 19]. Нам приходится полностью доверять поставщику, будь то продавец с лотка на сезонном рынке или глобальная сеть супермаркетов, а поставщик в свою очередь должен довериться производителю продукта. Переработка еды произвела революцию в вопросах хранения продуктов и внесла дополнительную сложность в цепи их поставок, что сыграло на руку желающим повернуть мошенничество.

Таким образом, основные виды мошенничества в рыболовстве заключаются в неверной маркировке продукции, а также неверное указание места вылова, если не можете покупать гидробонты напрямую у добытчиков, ищите продукты, происхождение которых можно отследить. При этом, обращайте внимание на сезонность [2]. Американцы и европейцы в большинстве своем считают продукцию аквакультуры второсортным товаром, тогда как многие азиаты, наоборот, предпочитают ее дикой. По их мнению, фермерская рыба, больше подходит для изготовления суши, поскольку она строже проверяется на наличие паразитов. Так что в этом случае можно полагать, что тому, кто покупал дикую рыбу, а оказался обладателем фермерской, даже повезло [29].

Практика многих стран показывает, что продукция искусственно выращенных массовых видов рыб имеет более низкую стоимость по сравнению с дикими рыбами тех же видов. Но это обусловлено не низким качеством продукции данной продукции, а применением высокоэффективных технологий, кормов, грамотной логистики. Все это позволяет снизить себестоимость продукции. И напротив, стоимость искусственно выращенных устриц будет более высокой, чем диких. Потребители предпочитают раковину правильной формы, стандартные размеры, утонченный вкус. Все это в массовом количестве можно получить только в условиях аквакультуры [2, 6].

Продукты могут содержать значительно переработанные или даже произведенные химическим путем ингредиенты, такие как синтетические красители и ароматизаторы, например в пресервах. И даже если вы потратите время на изучение всех ингредиентов, вы точно не узнаете, что в продукт добавлены именно они и в допустимых количествах. Продукты, в которых присутствуют красители, ароматизаторы, усилители вкуса и различные стабилизаторы, настолько близки к натуральным по технологическим свойствам, что самостоятельно распознать их подлинность для простого потребителя практически невозможно [19]. Огромный ассортимент предлагаемых товаров и бесчисленные ингредиенты, входящие в состав готовых блюд, делают эту задачу столь же невыполнимой, как для продавца, так и для потребителя [14]. Поэтому, продукты со сложным составом буквально напрашиваются, чтобы дорогой ингредиент был заменен дешевым, обеспечивая мошенникам дополнительную прибыль.

Мошенникам также приносит прибыль подмешивание более дешевых ингредиентов в самые продаваемые продукты [29]. Фальсификация популярных товаров улучшенного качества, например, органической еды или наименований определенного географического происхождения, составляют определенную нишу пищевого мошенничества. Выявление поддельных продуктов или ингредиентов основано на распознавании и выделении опре-

деленных физических и химических характеристик, т.е. своего рода «отпечатков пальцев», которые отличают фальсифицированный продукт или ингредиент от эталонных образцов.

В одном эксперименте была закуплена красная рыба в вакуумной упаковке 7 торговых точек [12, 25]. В качестве показателя безопасности определяли массовую долю консервантов – сорбата и бензоата. В 4 образцах содержание бензоата натрия превышало допустимое значение в 1,5-2 раза [25]. Трое изготовителей рыбы указали на этикетке – консерванты добавляем, а четверо остальных обещали, что консерванты в рыбу не кладем [12].

В итоге консерванты нашли во всех образцах рыбы [10]. У одного образца был выявлен самый высокий показатель «кислотное число жира», что говорит о том, что рыба изначально была несвежей или начала портиться в процессе хранения (Красная рыба: как нас обманывают производители [12, 25].

Качественная красная рыба должна быть сочной и упругой, а у двух образцов продукта консистенция была мажущаяся, что говорит о том, что сырье было некачественным или рыба была заморожена перед тем, как ее засолили и упаковали (Красная рыба: как нас обманывают производители [25].

Консистенция всех рыб была ослабленная, что допустимо только для рыб второго сорта. Такая консистенция может быть связана со степенью ее созревания [17]. При длительном хранении с повышенной температурой созревание постепенно переходит в перезревание, консистенция становится мажущейся. Таким образом, ни одна из семи заявленных образцов не соответствовала критериям, указанным на этикетке [12].

8. Методы идентификации

В наши дни рыбная промышленность стоит перед грандиозной проблемой, поскольку предоставляет огромные возможности для мошенничества, которое превратилось в глобальное явление. Сейчас метод штрихового кодирования ДНК стал мировым стандартом идентификации видов, но, если на тестирование подозрительных образцов не хватает ресурсов, то борьба с мошенниками представляется безнадежной [32]. В вопросах продовольственной инспекции большинство стран всего лишь пытаются сдерживать риски.

Первый и необходимый шаг к решению проблемы мошенничества – это сбор информации, наличие которого позволит понять, где находятся слабые места мошенников. Кроме того, важно распространять эту информацию в сети Интернет и других СМИ, поскольку сеть поставок продовольствия глобальна и мошенники в своих действиях не ограничиваются территорией отдельно взятой страны.

Для определения, к какому из сотен видов относится та или иная рыба, традиционно используется методика на основе анализа белков. Каждому виду присущ уникальный белковый профиль, и неизвестный вид рыбы можно опознать, сравнив его профиль с образцами уже известных видов. Все организмы на нашей планете являются продуктом своей последовательности ДНК [34]. Химические «кирпичики» ДНК называются нуклеотидами, а последовательность, в которой они располагаются, генетическим кодом, которые состоят из цепочек аминокислот и отличаются друг от друга главным образом последовательностью их в цепочках, а также размером и формой. Для выявления пищевого мошенничества можно использовать уникальный генетический код любого вида, представляющий собой генетический отпечаток,

при этом ДНК содержит значительно больше информации по сравнению с другими методами анализа [32].

Серьезным препятствием для широкого внедрения ДНК является отсутствие стандартов в данной области, что отнюдь не способствует формированию общей базы данных, которую можно было бы использовать для идентификации видов животных и растений. Ученые предложили разработать специальные ДНК-штрихкоды, которые позволили бы быстро идентифицировать любой продукт органического происхождения. Одна установка по штриховому кодированию ДНК может обрабатывать сотни и тысячи образцов в год, при этом затраты практически не повлияют на себестоимость продукции [31, 34]. Полученная база данных по изученным образцам - ключевой элемент проекта «Штрихкод жизни».

Но не всегда ДНК является последней инстанцией. Есть продукты, при исследовании которых штриховое кодирование ДНК бессильно, - это рыбные консервы [32]. Высокое давление и температура, воздействующие на сырье в процессе консервирования, расщепляют ДНК на мелкие фрагменты, чем необходимо для его анализа. И если консервы состоят из 20 % горбуши и 80 % нерки, то консервированный продукт будет исключительно из нерки.

Заключение

Фальсификация, в широком понимании, может рассматриваться как действия, направленные на ухудшение тех или иных потребительских свойств продукта или уменьшение его количества при сохранении наиболее характерных показателей, но не являющиеся существенными для потребителя [15, 17]. Фальсификации подвергаются не только продукты, но также и товаросопроводительные документы, сертификаты качества, безопасности, страны происхождения, товарные знаки.

Существуют следующие виды фальсификации товаров:

- ассортиментная (видовая), качественная, количественная, стоимостная, информационная и комплексная.

При проведении экспертизы на предмет фальсификации необходимо выявить соответствие или несоответствие исследуемого объекта существующим нормам и стандартам [21, 27]. В случае исследования товарного знака необходимо выявить соответствует или не соответствует исследуемый объект требованиям, предъявляемым к фирменным товарам [4]. При исследовании импортных продуктов на предмет фальсификации, в случае отсутствия стандартов, руководствуются товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности, в которой приведены укрупненные критерии для классификации товаров [5]. При защите продукта от фальсификации в первую очередь используется информационная защита, в которую входят защита от подделки упаковки, этикетки и товарного знака.

Список литературы

1. *Андрюхин А.В., Андреев М.П.* Много глазури мало не бывает // Контроль качества продукции, 2017. - №9. - С. 30-33.
2. *Анохина В.С.* Биологическая изменчивость культивируемого и дикого атлантического лосося разного происхождения // Рыбное хозяйство, 2011. - №1. - С. 46-50.
3. *Арнаутов О.В., Багрянцева О.В., Бессонов В.В.* О необходимости совершенствования системы предупреждения фальсификации пищевых продук-

тов в Евразийском экономическом союзе // Вопросы питания, 2016. – Т. 85. – №2. – С. 104-115.

4. *Аслаханов А.А.* Контрафакт убивает бренд // Контроль качества продукции, 2018. – №1. – С. 54-56.

5. *Ашурков О.М.* Заслон контрафакту // Контроль качества продукции, 2016. – №2. – С. 50-52.

6. *Бурлаченко И.В., Николаев А.М.* Мифы и факты о рыбе, которую выращивают искусственно // Рыбопродукты: технология производства и эффективные продажи, 2016. – №1. – С. 16-18.

7. *Глубоков А.И., Попова Н.Р., Глубоковский М.К.* Промысловые пелагические рыбы юго-восточной части Тихого океана: международное регулирование промысла и состояние запасов // Труды ВНИРО, 2018. – Т. 174. – С. 21-29.

8. *Глубоковский М.К., Глубоков А.И., Лукин В.В.* Россия в системе мирового рыболовства: смена вектора // Рыбное хозяйство, 2014. – №2. – С. 3-9.

9. *Ким Г.Н., Ким И.Н., Сафронова Т.М., Мегада Е.В.* Сенсорный анализ продуктов переработки рыбы и беспозвоночных. – СПб.: Лань, 2014. – 512 с.

10. *Ким И.Н., Кушнирук А.А., Ким Г.Н.* Пищевая безопасность водных биологических ресурсов и продуктов их переработки. – СПб.: Лань, 2017. – 752 с.

11. *Киладзе А.Б.* Рыбный вопрос в контексте продовольственной безопасности России: производственный и внешнеэкономический аспекты // Рыбное хозяйство, 2015. – №6. – С.43-44.

12. *Красная рыба: как нас обманывают производители* // Рыбопродукты: технологии производства и эффективность продаж, 2014. – №1. – С. 29-32.

13. *Нехамкин Б.А.* Терминологический фактор в оценке качества рыбной продукции // Контроль качества продукции, 2017. – №9. – С. 25-29.

14. *Панасюк А.Н.* Размышляя о маркировке рыбной продукции // Контроль качества продукции, 2017. – №9. – С. 20-24.

15. *Поздняковский В.М.* Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2006. – 211 с.

16. *Полякова С.В.* Исследование икры рыб с целью выявления фальсификата // Рыбопродукты: технологии производства и эффективность продаж, 2017. – №3. – С.27-32.

17. *Родина Т.Г.* Товароведение и экспертиза рыбных товаров и морепродуктов. – М.: Академия, 2007. – 400 с.

18. *Серегин П.Г., Дунченко Н.П., Михалева А.П.* Ветеринарно-санитарная экспертиза икры рыбной. М.: ДеЛи принт, 2009. – 100 с.

19. Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», принятый Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 г., № 162.

20. *Технология рыбы и рыбных продуктов* / Под общей ред. А.М. Ершова. – М.: Колос, 2010. – 1064 с.

21. *Чутикова Е.С., Антонюк А.Ю., Саяпина Т.А., Якуш Е.В.* Исследование выхода готовой продукции из крабов дальневосточных морей // Рыбное хозяйство, 2015. – №3. – С.121-124.

22. *Чутикова Е.С., Ткаченко С.А., Якуш Е.В.* Стандартизованные показатели качества пресервов специального посола из сардины иваси // Рыбное хозяйство, 2018. – №3. – С.105-108.

23. Чушкова Е.С., Антонюк А.Ю., Якуш Е.В. Значение стандартизации в повышении качества пищевой рыбной продукции // Рыбное хозяйство, 2019. - №2. – С.95-99.
24. Чухланцев А.Ю., Колесников С.А. Нежелательные гости в пресервах // Контроль качества продукции, 2019. - №1. – С.46-53.
25. Филе семги: сравнительный анализ качества и безопасности // Контроль качества продукции, 2015. - №12. – С.43-46.
26. Шатовалова Л.А. Актуальность стандарта Роскачества, устанавливающего требования на мороженое филе трески // Рыбное хозяйство, 2017. - №2. – С.96-99.
27. Харенко Е.Н. Рыбное хозяйство: проблемы учета выпуска продукции // Рыбное хозяйство, 2015. - №4. – С.45-48.
28. Эванс Дж.А. Замороженные пищевые продукты. Производство и реализация. – СПб.: Профессия, 2010. – 440 с.
29. Эвершед Р., Темпл Н. Состав: как нас обманывают производители продуктов питания. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 392 с.
30. Marko P. B., Lee S. C., Rice A. M., Gramling M. Fiuzhenry T. M., McAlister, J. S., Harper, G. R. & Moran, A. L. 2004. Fisheries: Mislabelling of a depleted reef fish. *Nature* 430: 309-10.
31. Rasmussen Hellberg, R. S., Morrissey, M. T. & Hanner, R. H. 2010. A multiplex PCR method for the identification of commercially important salmon and trout species (*Oncorhynchus* and *Salmo*) in North America. *Journal of Food Science* 75: C.595-606.
32. Rehbein, H. Identification of fish species by protein- and DNA- analysis. In: R. I. Perez-Martin & C. G. Sotelo (eds), *Authenticity of Species in Meat and Seafood Products*. International Congress on Authenticity of Species in Meat and Seafood Products. 2003.
33. Tennyson, J. M., Winters, K. S. & Powell, K. 1997. Tennyson, J. M., Winters, K. S. & Powell, K. 1997. A Fish by any Other Name: A Report on Species Substitution. National Marine Fisheries Service, National Seafood Inspection Laboratory. MS 39568-1207.
34. Wong, E H.- K. & Hanner, R. H. 2008. DNA barcoding detects market substitution in North American seafood. *Food Research International* 41: 828-37.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ИЛОВЫХ ВОД РЕЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЗОНАХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Е.П. Янин

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,
Москва
yanin@geokhi.ru

В зонах техногенного загрязнения концентрации многих химических элементов и соединений в иловых водах (особенно техногенных илов) существенно превышают их фоновые уровни в поверхностных (речных) водах. Для большинства ингредиентов наблюдается выраженный градиент их концентрации, направленный из иловых вод в придонные воды. Иловые воды обладают достаточным пулом различных поллютантов, способных при определенных условиях выделяться в поверхностные речные воды и поглощаться гидробионтами, особенно представителями бентоса и прикрепленными макрофитами. Это определяет (даже после прекращения сброса в водные объекты сточных вод) значимость техногенных речных илов как источников вторичного загрязнения водных экосистем. Необходимы дальнейшие исследования геохимических особенностей иловых вод и разработка унифицированных способов их получения, позволяющих максимально избежать изменения геохимических условий, свойственных нативным условиям речной среды.

На необходимость изучения иловых (поровых) вод пресноводных водоемов (озер и рек) в свое время указал В.И. Вернадский. Он даже выделил такие воды в особое семейство – семейство иловых вод – и отметил, что их химические (геохимические) особенности все еще практически не установлены [3]. Ученый также подчеркнул, что ил природных водоемов переполнен жизнью, для иловых вод свойственен резко выраженный коллоидальный характер, придонная вода соприкасается с иловой и находится с ней в непрерывном химическом взаимодействии. Тем не менее наибольшее внимание отечественных специалистов уделялось изучению состава иловых вод донных отложений морей и океанов (см., например, [2, 4, 6–8, 18]). Состав иловых вод речных отложений (как в природных, так и в техногенных условиях) изучен менее полно, хотя попытки его установления предпринимались достаточно давно [14].

Данные о химическом составе иловых вод необходимы, в первую очередь, для а) изучения процессов перераспределения химических элементов и их соединений в речных системах, б) выявления роли техногенных речных илов как вторичных источников загрязнения основной водной массы, в) оценки возможного влияния техногенного загрязнения на гидробионтов, особенно на представителей бентоса, г) адекватной оценки токсичности техногенных илов. В настоящем сообщении систематизируются и обобщаются доступные сведения об особенностях распределения и интенсивности концентрирования химических элементов и их соединений в иловых (поро-

вых) водах речных отложений (особенно техногенных илов), формирующихся в зоне влияния промышленного города. Отметим, что ниже термины «иловые воды» и «поровые воды» используются как синонимы.

Поверхность донных отложений, особенно илов, водных объектов является границей резкой смены окислительно-восстановительных условий и щелочно-кислотного состояния, а также границей зоны аккумуляции химических элементов, участвующих в образовании отложений [11]. В настоящее время выделяют три основных типа геохимических обстановок, свойственных водным системам [13]: 1) окислительная обстановка (кислородные воды), которая характеризуется значениями $E_h +100\text{--}150$ мВ, присутствием свободного кислорода и ряда химических элементов в высшей форме своей валентности; 2) переходная окислительно-восстановительная обстановка (глеевые воды), которая отличается величинами $E_h +100\text{--}0$ мВ, неустойчивым геохимическим режимом и переменным содержанием сероводорода и кислорода; в этих условиях протекает, в частности, как слабое окисление, так и слабое восстановление ряда металлов; 3) восстановительная обстановка (сероводородные воды) — характеризуется значениями $E_h < 0$. Потенциальная подвижность (миграционная способность) химических элементов в аллювиальной обстановке осадконакопления в значительной мере определяется ее окислительно-восстановительными и кислотно-щелочными условиями (табл. 1).

Таблица 1

Подвижность химических элементов в гипергенных условиях [31]

Подвижность	Условия среды			
	окислительные	кислые	нейтральные до щелочных	восстановительные
Очень высока	Cl, J, Br, S, B	Cl, J, Br, S, B	Cl, J, Br, S, B, Mo, V, U, Se, Re	Cl, J, Br
Высокая	Mo, V, U, Se, Re, Ca, Na, Mg, F, Sr, Ra, Zn	Mo, V, U, Se, Re, Ca, Na, Mg, F, Sr, Ra, Zn, Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au	Ca, Na, Mg, F, Sr	Ca, Na, Mg, F, Sr, Ra
Средняя	Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au, As, Cd	As, Cd	As, Cd	—
Низкая	Si, P, K, Pb, Rb, Ba, Be, Bi, Sb, Ge, Cs, Tl, Li	Si, P, K, Pb, Li, Rb, Ba, Be, Bi, Sb, Ge, Cs, Tl, Fe, Mn	Si, P, K, Pb, Li, Rb, Ba, Be, Bi, Sb, Ge, Cs, Tl, Fe, Mn	Si, P, K, Fe, Mn
Очень низкая до неподвижной	Fe, Mn, Al, Ti, Sn, Te, W, Nb, Ta, Pt, Cr, Zr, Th, TR	Al, Ti, Sn, Te, W, Nb, Ta, Pt, Cr, Zr, Th, TR	Al, Ti, Sn, W, Nb, Ta, Pt, Cr, Zr, Th, TR, Zn, Cu, Co, Ni, Hg, Ag, Au	Al, Ti, Sn, Te, W, Nb, Ta, Pt, Cr, Zr, Th, TR, S, B, Mo, V, U, Se, Re, Zn, Co, Cu, Ni, Hg, Ag, Au, Li, Rb, Ba, Be, Sb, Ge, Cs, Tl

А.И. Перельман [12] предложил различать следующие три типа илов, формирующихся в природных водоемах:

- 1) Окислительные илы образуются в водных объектах (в том числе, в реках), где господствуют кислородные воды и создаются условия для перемешивания вод.

- 2) Глеевые илы характерны для озер, расположенных во влажном климате, где продуцируется много органики, а сульфатов в водах мало. Здесь развивается восстановительная обстановка без сероводорода (глеевая обстановка), Fe^{3+} и Mn^{4+} восстанавливаются, илы приобретают сизую, зеленоватую, серую, охристо-сизую окраску. В таких илах не хватает кислорода для окисления органических веществ, разложение последних замедляется (типичный пример образующихся в этих условиях отложений – сапропель).

- 3) Сероводородные (сульфидные) илы широко распространены в морях и океанах, в озерах степей и пустынь, где преобладают сульфатные воды, развивается десульфуризация, продуцируется сероводород, образуются сульфиды железа.

В настоящее время в реках освоенных территорий активно формируется новый вид современных русловых отложений – техногенные речные илы, которые с геохимической точки зрения представляют собой неустойчивую физико-химическую систему, способную к активным диагенетическим преобразованиям [20, 24, 25, 27, 28, 51]. Они отличаются от типичного руслового аллювия более высокими содержаниями алевритовых и глинистых частиц, органического вещества (как правило, специфического группового и индивидуального состава), глинозема, закиси железа, оксида кальция, многих химических элементов, особенно тяжелых металлов (Hg, Cd, Pb, Ag, Zn, Sn, Cu, Ni, Cr и др.), а также повышенной карбонатностью, присутствием свободной серы, различных новообразований, характерных минералов (портландита, асбестовых волокон и др.) и техногенных (искусственных) частиц. Именно илы концентрируют основную массу поступающих в реки загрязняющих веществ, уровни содержания которых многократно превышают их фоновые концентрации в природном русловом аллювии, и являются ареной развития интенсивных и протяженных техногенных геохимических аномалий (зон техногенного загрязнения).

Таким образом, в общем случае для речных (природных, естественных) условий наиболее типична окислительная (кислородная) обстановка, значительно реже встречаются (в местах распространения речных илов) глеевая и восстановительная обстановки [26]. В условиях загрязнения в техногенных речных илах, особенно при их значительной вертикальной мощности (более 1,5–2 м), вполне может формироваться глеевая и даже (в определенных случаях) сероводородная обстановка.

Н.М. Страхов указывает на стабильно высокие концентрации в иловой воде различных химических элементов, во много раз превышающих содержания их в воде наддонной (придонной) [15]. Наличие весьма высоких концентраций многих химических веществ в иловой воде, по его мнению, приводит к мысли, что эти вещества находятся в ней в состоянии насыщенных растворов, тогда как в воде наддонной они присутствуют в состоянии более или менее резко выраженного недосыщения. Отмечается также [16], что одной из характерных особенностей иловых вод является неоднородность их состава на небольших расстояниях. Это свидетельствует о существовании неустойчивой физико-химической обстановки в толще донных отложений, особенно в тех, которые обогащены органическим веществом и в которых активно идут процессы перераспределения вещества в результате взаимо-

действия твердой фазы с иловой водой. Особенно существенно химический состав иловых вод меняется на участках водотоков, отличающихся высокими темпами седиментации, что, в частности, очень типично для зон техногенного загрязнения. Накопление химических элементов в иловых водах и их последующая миграция в значительной степени связаны с процессом минерализации органического вещества. Результаты опытов свидетельствуют о том, что прочно- и рыхлосвязанные поровые воды (с соленостью 5‰), адсорбирующиеся на поверхности донных отложений, способны поглощать из органоминеральной матрицы последних химические вещества в концентрациях, намного превышающих таковые в поверхностных водах [1]. По мнению [47], потоки химических веществ через границу раздела осадок-вода генерируются путем а) осаждения отложений, б) роста толщины слоя осадок-поровая вода, происходящего в процессе осаждения, в) диффузии в поровых водах. Для различных химических веществ относительная важность каждого из трех потоков зависит от природы и типа химических реакций между твердым веществом и раствором. Когда поглощение или адсорбция из раствора сильные, поток твердых веществ обычно преобладает над двумя другими видами транспорта. Когда скорость седиментации медленная, диффузионные потоки (при условии наличия градиентов концентрации) могут быть основным транспортным механизмом вверх или вниз по границе раздела осадок-вода.

На практике для выделения иловых (поровых) вод из донных отложений используют следующие основные способы [2, 5, 11, 16, 18, 32]: 1) отжимание (отжатие, отпрессование) при небольших давлениях, создающихся винтовым или небольшим гидравлическим прессом (так называемое простое отжатие), 2) отжимание при высоких давлениях (используются специальные приборы для отпрессования растворов), 3) отсасывание на воронке типа Бюхнера (с применением водоструйного насоса или вакуумного насоса) через фильтры, 4) отжимание под давлением газа, 5) методы центрифугирования (низко- и высокоскоростные). В табл. 2 дается сравнительная характеристика достоинств и недостатков некоторых способов выделения поровых вод из отложений.

В литературе отмечается, что многие способы получения поровых вод не учитывают возможные химические превращения загрязняющих веществ, представляющих потенциальную экологическую опасность, которые происходят во время отбора проб отложений и при последующем извлечении поровой воды [44]. В частности, в специальных руководства Агентства по охране окружающей среды США подчеркивается, что необходимо поддерживать так называемую целостность проб иловых вод, особенно отбираемых из анаэробной (и глеевой) среды путем минимизации воздействия на них атмосферного воздуха. Действительно, важность предотвращения атмосферного воздействия с целью минимизации возможных геохимических изменений во время отбора, получения и обработки образцов иловых вод очевидна. Хорошо известно, что некоторые химические элементы (особенно железо и марганец) растворяются в восстановительных средах (например, путем восстановления бактериями). Воздействие кислорода воздуха может привести к активизации окислительно-восстановительных реакций, которые способны повлиять на токсичность и биодоступность микроэлементов, вызвать осаждение менее растворимых окисленных частиц и повысить адсорбцию растворенных микроэлементов аморфными оксидами/гидроксидами железа и марганца. И наоборот, воздействие на отложения атмосферного кислорода может привести к растворению неко-

торых микроэлементов (например, мышьяка, кадмия, меди, свинца, никеля и цинка), которые в естественных анаэробных условиях присутствуют в отложениях в виде относительно нерастворимых сульфидных соединений.

Таблица 2

Плюсы и минусы различных способов выделения поровой воды из отложений [37]

Способ	Плюсы	Минусы
Центрифугирование	1. Минимизирует контакт с поверхностями по сравнению с другими методами, тем самым сводя к минимуму адсорбционную потерю загрязняющих веществ. 2. Извлекается большая часть поровой воды из глинисто-илистых отложений. 3. Путем повторного центрифугирования супернатанта (или путем центрифугирования поровой воды, извлеченной другими методами), большинство взвешенных твердых частиц размером более 0,45 мкм могут быть удалены из воды	1. Дает малое количество поровой воды из песчаных отложений. 2. При обработке глинисто-илистых отложений требуется тщательная очистка используемых центрифужных пробирок, что усложняет и удлинняет процесс получения проб иловых вод. Одноразовое использование пробирок заметно увеличивает стоимость процесса. 3. Не может быть легко выполнен в поле. 4. Самая дорогая техника (с точки зрения начальной стоимости оборудования).
Отсасывание под вакуумом	1. Самый дешевый способ с точки зрения стоимости оборудования. 2. Все материалы являются одноразовыми, что минимизирует затраты на очистку и уменьшает вероятность перекрестного загрязнения образца. 3. Может быть легко применен в поле.	1. Наименее удачный метод удаления из поровой воды частиц размером более 0,45 мкм. 2. Извлечение поровой воды из образцов глины может потребовать очень много времени.
Извлечение давлением	1. Может извлекать большую часть поровой воды из образцов отложений любого гранулометрического состава. Лучший метод для максимизации количества получаемой поровой воды из небольших проб отложений, особенно с большим разнообразием их текстур. 2. Наиболее успешен для удаления взвешенных твердых частиц размером более 0,45 мкм. 3. Может быть легко применен в поле.	1. Извлечение поровой воды из глинистых отложений требует большего времени, нежели центрифугированием. 2. Требуется больше начальных затрат на запуск, чем способ отсасывания, но в долгосрочной перспективе может быть особенно эффективным при выполнении крупномасштабных программ. 3. Гидрофобные поллютанты могут в большом количестве сорбироваться фильтром и другими поверхностями (по сравнению с центрифугированием).

Авторами [9] был сопряженно изучен состав иловых вод русловых (илистых) отложений и речных (придонных) вод некоторых рек центральных районов Европейской части нашей страны. В данном случае поровые растворы от твердой фазы отделялись способом центрифугирования, который основан на разделении неоднородных систем по удельному весу центробежными силами. Он достаточно широко используется при получении растворов из очень влажных илов и, как считается, позволяет легко отделить так называемую рыхлосвязанную воду [11, 16]. Можно обоснованно предположить, что именно с этой водой и связана наиболее активная и доступная для миграции часть различных химических веществ, присутствующих в общей массе нативных отложений (особенно илов). Прежде всего, обращает на себя внимание тот факт, что в илах повсеместно формируется восстановительная обстановка [9] (табл. 3). Это во многом отражается на общем (ионном) состав иловых вод. Так, содержание сульфатов в иловых водах по сравнению с речными (придонными) водами снижалось до 2–4 мг/л при их концентрации в 50–80 мг/л в придонных водах, а содержание ионов гидрокарбонатов, наоборот, заметно увеличивалось. В иловых водах возрастали также концентрации калия. Уменьшение концентраций сульфат-ионов при увеличении содержания гидрокарбонатов авторы цитируемой работы объясняют деятельностью сульфатредуцирующих бактерий, которые восстанавливают сульфаты в анаэробной среде до сероводорода, разлагая при этом органическое вещество. Образующийся при восстановлении сульфатов сероводород, по-видимому, связывается присутствующим в речных илах железом. Повышенное содержание калия в иловых водах может объясняться переходом его в растворенное состояние при разложении органического вещества, а также десорбцией из твердых частиц.

Таблица 3

Значения pH и Eh и содержание ионов в речных придонных (I) и иловых (II) водах, мг/л [9]

Место отбора проб	Вода	pH	Eh	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
р. Москва выше Лыткарино	I	7,2	+200	36,3	7,0	195,3	54,0
	II	7,1	-75	39,5	12,9	408,8	3,9
р. Москва ниже Воскресенска	I	7,2	+225	51,6	8,5	207,5	62,0
	II	6,4	-70	40,0	11,7	305,0	3,7
р. Ока ниже Каширы	I	8,2	+155	12,1	3,9	248,9	55,0
	II	7,1	-90	16,1	16,0	335,6	2,0
р. Каширка, устье	I	7,4	+230	25,4	6,2	268,5	84,8
	II	7,1	-85	16,9	15,7	360,0	2,0

Во всех изученных случаях иловые воды (по сравнению с речными) отличались более высокими концентрациями марганца, меди и цинка (табл. 4), что авторы объясняют разложением органического вещества, обогащенного этими элементами, и определенным увеличением кислотности среды (способствующего растворению металлов). Восстановительная среда, образующаяся при разложении органического вещества, и снижение значений показателя pH способствуют восстановлению и растворению марганца и железа; вместе с ними в раствор переходят сорбированные на гидроксидах медь и цинк.

Отношение Zn/Mn и Cu/Mn в речной воде отличаются от таких же отношений в иловой воде на два порядка (табл. 5), что, очевидно, связано с окислительной обстановкой в речной воде, благодаря которой марганец переходит в малорастворимую окисленную форму. В иловой воде отношения Cu/Mn и Zn/Mn имеют значения, близкие к их величинам в золе водных растений и почвах изученных районов. Данный факт авторами цитируемой работы объясняется восстановительными реакциями, происходящими в речных илах. Накопление химических элементов в иловых водах может в дальнейшем привести к вторичному поступлению их в придонные воды в результате диффузии.

Таблица 4

Химические элементы в придонных (I) и иловых (II) водах, мкг/л [9]

Место отбора проб	Вода	Mn	Cu	Zn
р. Москва, исток	I	70	10	72
	II	12100	50	100
р. Москва выше Лыткарино	I	50	26	70
	II	730	50	170
р. Москва ниже Воскресенска	I	10	26	105
	II	900	50	1010
р. Ока ниже Каширы	I	14	24	50
	II	330	65	60
р. Каширка, устье	I	10	23	60
	II	840	50	80

Таблица 5

Величины отношений химических элементов в различных компонентах [9]

Компонент	Cu/Zn	Cu/Mn	Zn/Mn
Речная вода	0,36	0,82	2,2
Иловая вода	0,41	0,02	0,05
Зола водных растений	0,7	0,04	0,02
Почвы Московской области	0,4	0,009	0,04

Иловые воды, характерные для донных отложений рек Конкорд (шт. Массачусетс, США) и Ньюс (шт. Северная Каролина, США), отличались более высокими (в несколько раз) концентрациями кремнезема и хлоридов и пониженными значениями pH по сравнению с речными (поверхностными) водами, находящимися в равновесии с атмосферой [46]. Максимальные содержания кремнезема в иловых водах наблюдались в речных отложениях на глубине 6 см или непосредственно ниже границы отложения/вода (табл. 6). По мнению автора цитируемой статьи, высокие концентрации кремнезема и низкие значения pH обуславливались разложением органического вещества; высокие содержания хлоридов в иловых водах связывались с их эвапорацией из почвенных растворов. Авторами [30] установлено, что поровые воды продолжных русловых баров, сложенных гравием, являются источниками поступления в основной водный поток соединений азота и фосфора.

Кремнезем и хлориды в поровых водах речных отложений, мг/л [46]

Вода	SiO ₂	Хлориды	pH
р. Конкорд, сентябрь 1965 г.			
Поверхностная	3,70	44	6,8
Иловая, 2–8 см	6,70	134	6,4
Иловая, 8–14 см	21,4	252	5,5
Иловая, 14–20 см	22,3	267	5,4
Иловая, 20–28 см	24,1	264	5,4
р. Конкорд, январь 1966 г.			
Поверхностная	8,28	50	7,0
Иловая, 2–8 см	8,35	103	6,8
Иловая, 8–14 см	10,8	243	6,2
Иловая, 14–20 см	14,3	288	5,7
Иловая, 20–28 см	14,9	297	5,8
р. Neuse, июнь 1965 г.			
Поверхностная	18,2	39	6,9
Иловая, 2–8 см	19,1	98	6,1
Иловая, 8–14 см	39,7	226	5,9
Отложения, 14–20 см	39,0	231	5,9

В статье [38] приводятся результаты изучения распределения тяжелых металлов в донных отложениях и иловых водах нижнего участка (эстуария) р. Банг Паконг – основной реки на восточном побережье Таиланда, испытывающей интенсивное техногенное воздействие. Образцы отложений (в виде керна) были получены с использованием предварительно очищенных труб из ПВХ. Керна немедленно запечатывались с обоих концов пластиковыми листами. В лаборатории они разрезались в азотной атмосфере с помощью пластикового ножа интервалами в 3 см до глубины 10 см и на 5 см ниже этой глубины. Для выделения иловых вод эти секции отложений центрифугировались (в течение 20 мин., 15000 об/мин, температура 5°C). Затем полученные иловые воды фильтровались через мембранные фильтры (с диаметром пор 0,4 мкм). Определения металлов (Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd, Cr и Ni) в иловых водах осуществлялось атомно-абсорбционным методом. Установлено, что концентрации Fe и Mn в поровых водах увеличивались с глубиной. Это, как считают авторы, может быть связано с рециркуляцией металлов (в ходе вторичных, диагенетических преобразований) между твердой минеральной фазой и поровыми растворами. Концентрации растворенных Cu, Pb и Zn в поровых водах увеличивались вблизи границы раздела твердый осадок-вода, что является следствием восстановления оксидов Fe и Mn. Для поровых вод верхних слоев отложений, содержащих кислород, наблюдалось снижение концентраций растворенных форм меди и свинца, что может быть связано с образованием оксидов железа и марганца и(или) с сорбцией металлов органическим веществом. Результаты химического сепарирования отложений показали также, что восстанавливаемая форма нахождения играет важную роль в переносе Cu, Pb и Zn между твердой и водной фазами. Напротив, концентрации растворенных форм Cr и Ni в поровых водах увеличивались с глубиной, что является результатом их фиксации оксидами Fe и Mn в зоне окисления и высвобождения во время раннего диагенеза в более глубоких частях отложений. Авторы, основываясь

на известных в литературе данных, считают, что различные реакции, происходящие в твердой фазе отложений, могут оказывать значительное влияние на иловые растворы, поэтому последние являются чувствительным индикатором ранних диагенетических изменений, происходящих в твердой фазе. Изученные металлы авторы разделили на три группы. Так, элементами группы А (Cu, Pb и Zn) были обогащены верхние части кернов (отложений), тогда как элементы группы В (Cr и Ni) характеризовались ростом их уровней с глубиной (т. е. вниз по профилю отложений). В зоне окисления элементы обеих групп имели более низкую концентрацию из-за (как уже отмечено выше) разрушения оксидов Fe и Mn и/или сорбции органическим веществом. Наличие подповерхностных максимумов для элементов группы А можно объяснить их выделением при восстановлении оксидов Fe/Mn. Более высокие концентрации металлов в верхнем слое отложений (относительно более глубоких их слоев) может являться как результатом недавнего антропогенного воздействия, так и следствием диагенеза отложений. Модель для описания распределения элементов (группы А и В) приведена на рис. 1.

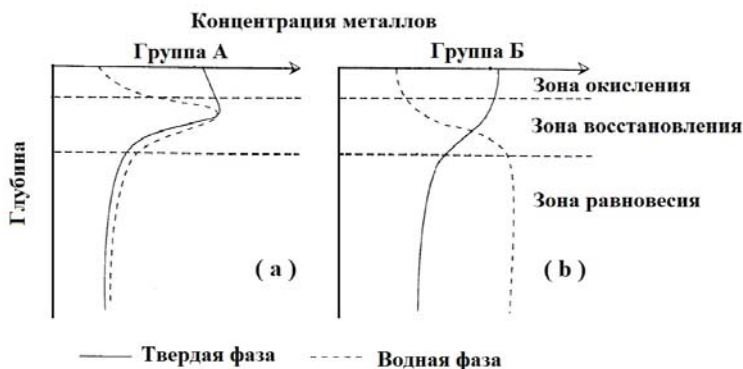


Рис. 1. Модель диагенеза металлов в устьевых отложениях; (а) и (б) схематическое представление вертикального распределения растворенной и твердой фаз металлов групп А (Cu, Pb и Zn) и В (Cr и Ni) [38].

Третья группа – группа В – представлена только кадмием, концентрации которого в целом отличаются незначительными изменениями вниз по толще отложений. Хотя большая часть кадмия (от валового содержания) была обнаружена в восстановительной фазе, она не демонстрировала связи вертикального распределения ее содержания с поведением элементов группы А. Это, по мнению авторов, связано, вероятно, с чрезвычайно низкими концентрациями кадмия в поровых водах.

Изучение состава поровых вод донных отложений проток дельты р. Селенга показало, что в зависимости от окислительно-восстановительной обстановки, характер которой определяется сезоном года, в поровых водах происходит определенная дифференциация металлов [17]. Так, обнаружено, что в зимний период в поровых водах в более высоких концентрациях присутствовали медь, кадмий, свинец и хром. В открытый (теплый) период в

поровых водах более активно концентрировались железо, марганец, цинк. В данном случае поровые воды получали центрифугированием.

Автором этих строк в летнюю межень были выполнены исследования состава иловых вод донных отложений р. Пахры, правого притока р. Москвы, в зоне влияния г. Подольска – крупного промышленного центра Московской области. Важную роль в водном питании Пахры играют промышленно-бытовые сточные воды, существенная часть которых поступает в реку с очистных сооружений г. Подольска по ручью Черному. Пробы русловых отложений (слой 0–30 см) отбирались на следующих участках русла р. Пахры: I – выше г. Подольска (местный фон), II – устье руч. Черного, III и IV – соответственно 0,5 и 5 км ниже устья руч. Черного (рис. 2). Отбор проб осуществлялся с помощью бура ТБГ-1 в белые пластиковые емкости. В пределах участка IV дополнительно были (с шагом в 1,5–2 м) отобраны 5 проб отложений с целью установления неоднородности распределения химических элементов в иловых водах на небольшом отрезке русла реки. Иловые воды (из отобранных проб) выделялись с помощью центрифуги (при скорости 8000 оборотов в минуту в течение ~ 15 мин.), затем фильтровались через мембранные фильтры с диаметром пор 0,45 мкм. Пробы речных вод из придонного слоя (поверхностные воды) отбирались с помощью батометра-бутылки в белые пластмассовые емкости, также фильтровались через указанные фильтры.

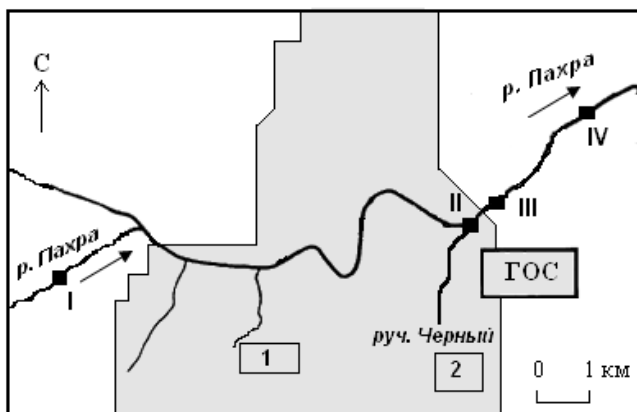


Рис. 2. Схема расположения участков исследования р. Пахра в зоне влияния г. Подольска. 1–2 – основные промышленные зоны; ГОС – очистные сооружения; I–IV – участки отбора проб; тоном выделена промышленно-урбанизированная территория.

Выше г. Подольска (участок I) русло Пахры выстлано разнозернистыми песками, состав которых близок составу фоновому аллювия (табл. 7). Техногенные илы, формирующиеся в русле Пахры ниже места сброса сточных вод, характеризуются своеобразным химическим составом и высокими валовыми содержаниями тяжелых металлов, превышающими как региональный, так и местный фон. В частности, в техногенных илах р. Пахры на уча-

стке ниже сброса сточных вод концентрации ртути и серебра в сотни раз выше фона, кадмия, индия, меди, никеля, свинца, олова, сурьмы и селена – в десятки раз [22, 51].

Концентрации аммонийного азота, железа, алюминия и марганца в иловых водах были заметно выше, нежели их уровни в придонных водах (табл. 8). Максимальные содержания указанных ингредиентов (как в иловых, так и в придонных водах) характерны для участков II–IV, расположенных ниже места сброса сточных вод, где в русле реки широко развиты техногенные илы, содержащие значительные количества аморфного вещества и обогащенные органическим веществом [27, 51]. Обогащенность иловых вод на этих участках указанными элементами и аммонийным азотом вполне может быть обусловлена разложением органического и трансформацией аморфного вещества, определенную роль может играть и некоторое увеличение кислотности среды осадкообразования. Иная картина распределения наблюдалась для нитратов и нитритов – их содержания в поверхностных (придонных) водах были стабильно выше уровней в иловых водах. Это, очевидно, закономерно, поскольку основным (и относительно постоянным во времени) источником поступления этих достаточно устойчивых (с химической точки зрения) компонентов в реки являются сточные воды, что обеспечивает их стабильно высокие концентрации в речных водах, особенно в ближней зоне техногенного воздействия.

Данные о распределении химических элементов, приводимые в табл. 9 и 10, свидетельствуют о том, что практически всегда их концентрации были (часто существенно, в несколько раз) выше в иловых водах, нежели в поверхностных (придонных) речных водах. Максимальные содержания характерны для участков реки ниже сброса сточных вод, т. е. для зоны наиболее активного техногенного осадкообразования (здесь техногенные илы развиты на значительной части площади русла, нередко достигая вертикальной мощности до 0,5–1 м).

Таблица 7

Химический состав донных отложений р. Пахры

Компоненты	Участки реки [22, 27]		Фон в реках Московской области [22]
	I (разнозернистые пески)	III (техногенный ил)	
SiO ₂	77,03	61,70	78,50
TiO ₂	0,43	0,38	0,48
Al ₂ O ₃	5,74	8,63	4,52
FeO+Fe ₂ O ₃	2,43	4,90	2,62
MnO	0,06	0,02	0,07
MgO	1,12	0,66	1,26
CaO	4,30	6,08	3,17
Na ₂ O	0,77	0,68	0,72
K ₂ O	1,73	1,62	1,60
P ₂ O ₅	0,25	0,58	0,26
H ₂ O ⁻	0,65	0,96	0,83
H ₂ O ⁺	2,58	3,72	2,88
Собщая	0,01	0,18	< 0,01
ППП *	1,88	10,88	2,16
CO ₂	3,37	3,18	2,05

* Потери при прокаливании

Таблица 8

Химический состав иловых (а) и поверхностных (б) вод, мг/л

Уча- сток	NH ₄ ⁺		NO ₂ ⁻		NO ₃ ⁻		Fe		Al		Mn	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
I	3,0	0,8	0,06	0,30	0,8	2,0	1,6	0,28	1,55	0,37	0,40	0,08
II	10,5	9	0,30	0,30	0,5	1,0	0,6	0,6	10,1	0,73	0,40	0,07
III	21,0	15	0,30	1,20	1,2	3,2	1,4	0,7	1,55	0,86	0,40	0,05
IV	7,5	4,9	0,50	1,20	0,8	8,1	0,7	0,11	2,56	0,43	0,42	0,04
Фон*	0,88		0,08		1,33		0,21		0,05		0,03	

* Здесь и в табл. 9–11 фон – для речных (поверхностных) вод Московской области [21].

Таблица 9

Химические элементы в иловых (а) и поверхностных (б) водах, мкг/л

Уча- сток	Ti		V		Cr		Ni		Cu		Zn	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
I	36	10	4,3	3,6	26	9,2	10	5	9	6	18	15
II	280	20	42,5	11,0	31	31	83	54	16	12	56	36
III	48	18	6,8	2,7	19,2	8	40	36	38	13	180	25
IV	45	12	10,5	3,4	36	13,2	31	12	46	12	62	15
Фон	6,48		1,38		1,25		2,5		7,6		28,5	

Таблица 10

Химические элементы в иловых (I) и поверхностных (II) водах, мкг/л

Уча- сток	Y	Mo		Ag		Cd		Sn		Ba		Pb	
	a	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б
I	2	0,50	0,50	0,23	0,17	0,2	0,15	—	—	90	43	9	2
II	19,1	2,20	0,96	0,44	0,30	—	—	14	1,1	189	130	400	19
III	14,8	0,64	0,75	0,42	0,27	3,6	1,0	12	0,8	160	48	60	8,3
IV	17,8	0,60	0,55	0,34	0,14	1,3	1,0	8	0,9	213	108	48	3,7
Фон	0,8	0,5		0,25		0,13		0,5		24,1		2,2	

Таблица 11

Химический состав иловых вод в пределах участка опробования IV

Проба	мг/л		мкг/л					
	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	Cu	Pb	Fe	Mn	Al	V
1	60	0,8	26	115	340	615	984	6,6
2	15	0,6	48	53	500	248	434	2,5
3	10,5	1,2	62	12	240	920	1725	8,3
4	3	0,8	32	27	680	178	7676	4,4
5	3	0,5	60	32	1700	150	1972	30,6
Интервал	3–60	0,5–1,2	26–62	12–115	240–1700	150–920	434–7676	4,4–30,6
Фон	880	1330	7,6	2,2	210	30	50	1,38

В целом иловые воды в зоне техногенного характеризуются резко выраженным неоднородным распределением химических элементов и их соединений даже в пределах небольших по площади участков русла (табл. 11). Это, как уже отмечалось выше, является отражением существования неустойчивой физико-химической обстановки в донных отложениях, особенно в техногенных илах, в которых, судя по всему, активно идут процессы перераспределения вещества в результате взаимодействия твердой фазы с иловой водой. Важно отметить, что, во-первых, практически всегда для большинства элементов наблюдается относительно резко выраженный градиент их концентрации, направленный из иловых вод в придонные воды, во-вторых, как следует из данных табл. 8–11, уровни содержания химических элементов и соединений азота в иловых водах в зоне техногенного воздействия практически всегда превышают (часто существенно) местный фон (участок выше города) и региональный фон (фон для рек Московской области), в-третьих, иловые воды в зонах загрязнения характеризуются заметным запасом химических элементов и их соединений, способных при определенных условиях выделяться в придонные (поверхностные) речные воды и включаться в биогеохимические цепи, т. е. в прогнозе техногенные илы являются достаточно длительным источником вторичного загрязнения речной среды (речной экосистемы). Существующие тенденции изменения условий окружающей среды могут еще более интенсифицировать процессы высвобождения поллютантов из илов в водную толщу [23].

Соприженное изучение распределения ртути в техногенных илах, речных и иловых водах р. Нуры (Центральный Казахстан), русло которой в период исследований было в значительной степени сложено техногенными илами (мощностью до 2 м и более) с очень высокими концентрациями указанного металла, что являлось следствием влияния расположенного тогда в г. Темиртау завода по производству ацетальдегида, показало следующие (табл. 12). Прежде всего, техногенные илы отличаются экстремально высокими концентрациями ртути на всем изученном отрезке реки. Концентрации ртути в иловой воде на всем протяжении изученного отрезка реки были стабильно выше, нежели в речных (поверхностных) водах, многократно превышая фоновое содержание. По всей видимости, в пределах слоя на границе вода/ил существует постоянный градиент концентрации растворенных форм ртути, направленный из отложений в воду. При этом фиксируется прямая зависимость уровня содержания ртути в иловой воде от ее концентрации в техногенных илах.

Таблица 12

Ртуть в техногенных илах, иловых и поверхностных водах р. Нуры [19]

Место отбора проб ниже сброса сточных вод, км	Вода, мкг/л*		Техногенные илы, мг/кг
	иловая	поверхностная	
1,5	4,9	4,0	500
9	2,7	1,1	100
17	2,6	1,9	78
31	0,65	0,5	33
Фоновый участок	0,08	0,08	0,0044 (руслевой аллювий)

* Иловые воды отделялись центрифугированием и фильтровались (как и поверхностные воды) через мембранные фильтры с диаметром ~ 0,45 мкм.

Не исключено, что иловые воды являются той средой, в которой достаточно активно идут процессы бактериального метилирования ртути [35]. Так, авторы [39], выполнившие исследования распределения общей ртути и метилртути в донных отложениях на участке р. Св. Лаврентия (провинция Онтарио, Канада), интенсивно загрязнявшегося в свое время этим металлом (целлюлозно-бумажный комбинат и хлорно-щелочное предприятие), пришли к заключению, что речные отложения являются наиболее вероятным современным источником метилртути для биоты и речной системы. По мнению авторов цитируемой статьи, диффузионный поток ртути из загрязненных отложений в вышележащую воду невелик по сравнению с потоком ртути, связанной с частицами, поступающими в донные отложения. Тем не менее они высказали предположение, что бескислородные (т. е. глеевые) речные отложения, по-видимому, обеспечивают среду, способствующую метилированию ртути, а растворенная метилртуть из иловых вод может поступать в основную водную толщу водотока. В свою очередь, воздействие на бентические организмы этой биодоступной формы ртути, присутствующей в поровых водах, может привести к поглощению и соответствующим неблагоприятным биологическим эффектам. По предположению [41], в верхнем слое отложений с невысоким содержанием ртути могут протекать процессы окислительного деметилирования, скорость которых возрастает при увеличении минерализации поровой воды.

В поровых водах отложений нижних участков долины р. Эск (северо-запад Англии) были установлены значимые концентрации растворенного плутония, причем их значения (уровни) заметно изменялись в течение года [48]. Так, наиболее низкие уровни плутония наблюдались в летние месяцы, когда в поровых водах отмечались особенно высокие концентрации железа и марганца. Динамика концентраций плутония в поровых водах, по мнению авторов цитируемой статьи, обусловлена сезонными изменениями окислительно-восстановительных процессов (на участке засоленных маршевых отложений) и интенсивностью процессов комплексобразования с растворенным органическим веществом (на участке активного разложения органического вещества).

Есть сведения, указывающие на высокую положительную корреляцию между содержанием тяжелых металлов в иловых водах и их уровнями в бентосных гидробионтах, что свидетельствует о высокой биодоступности содержащихся в донных отложениях и особенно, судя по всему, в поровых (иловых) водах химических элементов [32, 40, 43]. Это, в частности, косвенно подтверждается данными табл. 13, свидетельствующие о прямой связи уровней содержания ртути в техногенных илах и роголистнике погруженном. По данным С.И. Козловой [10], основной транспорт ртути в прикрепленные макрофиты идет через их проводящие органы, т. е. в результате ее извлечения из донных отложений (в первую очередь, очевидно, из иловых вод), поглощение ртути растениями непосредственно из основной (поверхностной) водной массы существенно менее значительное.

В работе [52] приводятся данные о распределении 16 приоритетных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях и поровых водах верховьев р. Хуанхэ в зоне влияния г. Ланьчжоу (промышленный город с населением 3,14 млн. чел.). Здесь летом 2005 г. были отобраны 14 проб образцов донных отложений. Пробы отложений (слой 0–20 см) отбирались из русла реки (рядом с берегом) с помощью грейферного пробоотборника из нержавеющей стали и помещались в стеклянные бутылки с крышками с тефлоновым покрытием. Иловые воды выделялись мето-

дом центрифугирования. Качественный состав ПАУ в поровых водах в основном соответствовал таковому в донных отложениях (табл. 14). Общие уровни содержания ПАУ в отложениях положительно коррелировали с содержанием илстых и особенно глинистых ($R^2 = 0,756$) частиц. Концентрации общих ПАУ в поровых водах варьировались от 48,2 до 206 мкг/л. Наиболее распространенным соединением в поровой воде был индено[1,2,3-сд]пирен, среднее содержание которого составило 42,9 мкг/л. Результаты исследования свидетельствуют о наличии определенной тенденции поступления ПАУ из донных отложений в поровую воду, т. е. указывают на то, что отложения, могут быть источником загрязнения водной экосистемы этими соединениями.

Таблица 13

Накопление ртути в роголистнике погруженном и техногенных илах р. Нуры [19]

Место отбора проб ниже сброса сточных вод, км	Роголистник погруженный, мг/кг сухой массы	Техногенные илы, мг/кг сухой массы
4	11,5	350
18	1,4	100
43	0,34	25
Фоновый участок реки	0,05	0,044

Таблица 14

Концентрация 16 приоритетных ПАУ в донных отложениях и поровых водах р. Хуанхэ в зоне влияния г. Ланьчжоу [52]

ПАУ*	Отложения ($n = 14$), нг/г			Поровые воды ($n = 11$), мкг/л		
	интервал	среднее	S. D.	интервал	среднее	S.D.
Nap	15,9–571	127	147	2,27–60,8	17,3	17,1
Acy	8,24–58,1	20,4	15,3	0,81–3,79	1,71	0,94
Ace	0,35–1,32	0,68	0,26	0,05–0,27	0,12	0,07
Fl	2,35–21,7	8,12	5,89	0,30–1,96	0,96	0,57
Phe	15,7–248	79,6	65,2	1,12–7,62	3,60	2,25
Ant	35,9–716	269	219	3,18–70,6	28,6	25,1
Flu	27,2–191	95,1	55,2	0,64–3,79	2,26	1,21
Pyr	18,5–169	75,5	47,1	0,69–5,05	2,89	1,60
BaA	13,4–161	66,1	51,0	0,47–5,74	2,07	1,61
Chr	14,8–138	62,0	42,8	0,74–14,1	4,75	3,88
BbF	19,7–114	57,1	32,1	1,73–5,60	3,50	1,54
BkF	10,7–142	71,3	48,5	3,00–13,3	5,76	3,05
BaP	59,3–180	111	33,7	1,16–3,90	2,05	0,99
DBA	8,83–52,1	26,4	13,9	0,74–5,34	2,17	1,33
InP	68,6–594	324	168	16,9–85,6	42,9	22,1
BgP	4,42–51,0	21,3	14,7	1,05–5,33	2,30	1,26
Сумма	464–2621	1415	726	48,2–206	123	57,4

* ПАУ: Nap – нафталин, Асу – аценафтилен, Асе – аценафтен, Fl – фторсодержащие, Phe – фенантрен, Ant – антрацен, Flu – флюорантен, Pyr – пирен, BaA – бенз(а)антрацен, Chr – хризен, BbF – бензо(б)флуорантен, BkF – бензо(к)флуорантен, BaP – бенз(а)пирен, InP – индено[1,2,3-сд]пирен, DBA – дибензо(а, h)антрацен, BgP – бенз(ghi)пирилен.

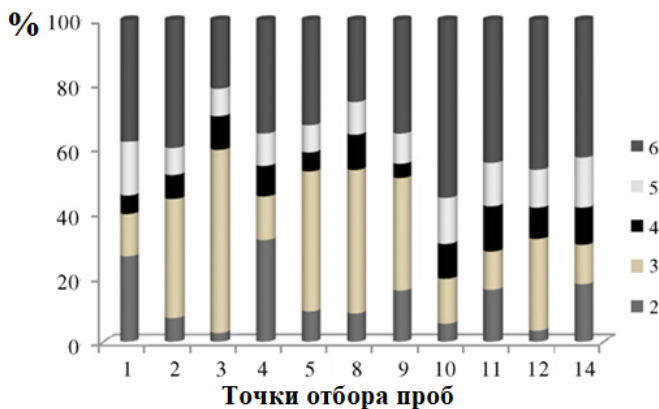


Рис. 3. Относительное содержание ПАУ с разным числом колец в иловых водах.

ПАУ с 2 кольцами включают нафталин, с 3-мя – аценафтилен, аценафтен, фторсодержащие, фенантрен и антрацен, с 4-мя – флюорантен, пирен, бенз(а)антрацен, и хризен, с 5-ю – бензо(б)флуорантен, бензо(к)флуорантен, бенз(а)пирен и дибензо(а,h)антрацен, с 6-ю кольцами – индено[1,2,3-сd]пирен и бенз(ghi)пирилен [52].

Установлено, что в поровых (иловых) водах доминировали ПАУ с 6 и 3 кольцами (37,9 и 28,1% от суммы ПАУ соответственно); ПАУ с 2, 4 и 5 кольцами в среднем составляли 13,1%, 9,4% и 11,5% от общего количества ПАУ в среднем соответственно (рис. 3).

Особое значение знание химического состава иловых вод имеет для установления степени токсичности техногенных илов [29]. В последние годы для оценки степени токсичности речных отложений, формирующихся в зонах техногенного загрязнения, для различных видов водных организмов все чаще рекомендуется проводить прямое тестирование именно иловых вод [32, 33, 42]. Так, зоне влияния муниципальной станции очистки сточных вод и крупной птицефабрики в иловых водах р. Покомок, выпадающей в Чесапикский залив, обнаружены повышенные концентрации цинка, свинца, меди, кадмия и мышьяка [45]. Токсичность иловых вод, пробы которых были отобраны с трех горизонтов отложений (0–7,7; 7,8–15,4 и 15,5–23,1 см), оценивалась различными методами биотестирования. Установлено, что токсичность снижалась с увеличением глубины (слоя отбора проб отложений) на каждом участке отбора проб и с удалением от наиболее загрязненного участка вверх и вниз по течению. В работе [36] приведены результаты оценки токсичности донных отложений (методом биотестирования иловых вод с использованием амфипод и дафний) водотоков, дренирующих районы добычи свинца и цинка в юго-восточной части Миссури. Установлено, что токсические эффекты в значительной степени коррелировали с концентрациями металлов (никеля, цинка, кадмия и свинца) в поровых водах. В другом исследовании результаты экспериментов показали, что для олигохет наиболее доступными являлись растворенные ионы Cd, Cu, Ni, Pb и Zn, присутствующие в придонных, а не в поровых водах [50].

В последнее время особое внимание обращается на необходимость унификации способов получения иловых вод и интерпретации получаемых данных [44]. Особо отмечается, что все еще отсутствуют адекватные критерии (экологические нормативы), по которым можно было бы оценить уровень содержания (уровень опасности) различных химических веществ и их соединений в иловых водах. Кроме того, способы получения поровой воды все еще не стандартизированы, а наиболее широко применяемые из них не исключают вероятности различных геохимических превращений, вызванных, например, атмосферным воздействием на пробу отложений и иловой воды. Справедливо считается, что данные по химическому составу и токсичности проб иловой воды должны отражать условия *in-situ*, т. е. в ходе получения образцов иловой воды необходимо (по возможно максимально) избежать изменения нативных геохимических условий ее нахождения. В частности, результаты сравнительных исследований различных способов извлечения иловых вод из отложений показывают, что они сильно влияют на получаемые в конечном итоге показатели токсичности поровой воды [37]. Если же принять соответствующие меры для минимизации контакта пробы поровой воды с материалами, которые активно адсорбируют контролируемые поллютанты, то разные способы дают вполне сопоставимые аналитические и соответствующие им токсикологические результаты. Так, не было обнаружено различий в токсичности поровой воды, полученной с помощью устройств, изготовленных из тефлона или из ПВХ. В случаях, когда основными загрязняющими веществами были высокогидрофобные органические соединения, наиболее надежным способом выделения иловых вод (для целей последующего тестирования их токсичности) является центрифугирование. Авторами [34] была поставлена задача установления наиболее эффективного способа выделения иловых вод для определения токсичности речных отложений методом биотоксичности (тесты с *Ceriodaphnia dubia*). Было установлено, что как высокоскоростное, так и низкоскоростное центрифугирование приводили к адекватным объемам поровой воды, необходимым для рутинных испытаний, с относительно минимальными усилиями, в то время как отжатие прессом было достаточно трудоемким процессом и давало небольшие количества поровой воды (табл. 15). Фильтрация образцов отложений (для отделения поровой воды) из-за адсорбции и задержания поллютантов на фильтре обуславливало значительное снижение показателей токсичности тестируемой затем воды. В свою очередь, низкоскоростное центрифугирование обычно приводило к гораздо более высоким концентрациям металлов в получаемых образцах поровых вод, чем в образцах, получаемых другими способами. В конечном счете, авторы цитируемой статьи рекомендуют получать поровую воду (для последующих испытаний на токсичность и/или для химического анализа) центрифугированием (желательно высокоскоростным) без последующей фильтрации.

В работе [49] сравнивалась концентрация загрязняющих веществ в морской воде до и после воздействия центрифужных пробирок из нержавеющей стали и тефлона, стекловолоконного фильтра и фильтра Nuclepore, целлюлозных диализных мембран и пробирок из стекловолокна. Установлено: 1) большинство указанных материалов не оказало существенного влияния на концентрацию Cd, Cr, Cu и Pb, но наблюдалась значительная потеря (до 79%) двух органических соединений (флуорантен, дихлордифенилдихлорэтилен) при использовании практически всех испытанных материалов; 2) из наиболее широко используемых способов получения поровых

вод только центрифугирование может считаться наиболее точным для полициклических ароматических углеводородов и полихлорированных бифенилов; 3) все испытанные способы получения поровой воды показали высокую изменчивость в конечных образцах воды концентраций практически всех металлов (исключение составила медь, уронн которой практически не изменялись в зависимости от применяемого способа).

Таблица 15

Сравнение химических и токсикологических параметров отложений р. Сагино (шт. Мичиган, США) на основе изучения поровых воды, полученных различными способами [34]

Параметр	Низкоскоростное центрифугирование (2500 об/мин)		Высокоскоростное центрифугирование (10000 об/мин)		Отжатие прессом (стекловолоконный фильтр, диаметр пор 1 мкм)	
	нефилт- рованная	филт- рованная ¹	нефилт- рованная	филт- рованная	нефилт- рованная	филт- рованная
POU ² , мкг/л	150	н.и. ³	386	н.и.	135	н.и.
Средний размер частиц, мкм	1,70	н.и.	1,26	н.и.	нет частиц	н.и.
Хром, мкг/л	2000	140	600	30	< 5	< 5
Медь, мкг/л	760	80	350	18	< 3	< 3
Никель, мкг/л	660	100	240	18	120	120
Свинец, мкг/л	380	14	250	< 5	< 5	< 5
Цинк, мкг/л	630	60	350	< 50	< 50	< 50
Токсичность ⁴	15	3,7	15	3,3	4,0	5,0
Токсичность экстракта ⁵	12		16		нетоксичны	

¹ Фильтрация под вакуумом через стекловолоконный фильтр с диаметром пор 1 мкм.

² Растворенный органический углерод.

³ Нет изменений

⁴ Единицы токсичности = 100(%) / ЛД₅₀(%), (ЛД – летальная доза).

⁵ Токсичность (экстракция хлористым метилом из фильтра).

Авторы [44] полагают, что оценка иловой воды должна осуществляться с учетом а) биодоступности содержащихся в ней и в отложениях химических элементов, б) потенциальной токсичности иловой воды, в) возможности перераспределения загрязняющих веществ между водной и твердой фазами. Пробы поровых вод (пробы донных отложений) должны быть отобраны и обработаны в бескислородной атмосфере, что позволяет минимизировать возможные геохимические изменения нативной среды. Желательно также одновременное получение дополнительных данных (например, окислительно-восстановительный потенциал отложений, температура, жесткость, pH, растворенный органический углерод и анионы в поровой воде, наблюдения за разнообразием и состоянием бентического сообщества). В любом случае, независимо от используемых способов отбора и получения, пробы поровой воды должны быть исследованы в максимально короткие сроки после.

Таким образом, в настоящее время для выделения иловых (поровых) вод из донных отложений наиболее чаще используют следующие способы: 1) отжимание при небольших давлениях, создающихся винтовым или небольшим гидравлическим прессом (простое отжатие), 2) отжимание при

высоких давлениях (используются специальные приборы для отпрессования растворов), 3) отсасывание (через фильтры) на воронке типа Бюхнера (с использованием водоструйного или вакуумного насосов), 4) отжимание под давлением газа, 5) центрифугирование (низко- или высокоскоростное). Для относительно экспрессного выделения иловых вод из образцов отложений (с целью их испытаний на токсичность и для химического анализа) рекомендуется использовать центрифугирование (желательно высокоскоростное и без последующей фильтрации). Имеющиеся данные также свидетельствуют о том, что в иловых водах в зонах техногенного загрязнения концентрации многих химических элементов и соединений заметно (часто существенно) превышают их фоновые уровни в поверхностных (речных) водах. Для большинства ингредиентов наблюдается выраженный градиент их концентрации, направленный из иловых вод в придонные воды. В общем случае иловые воды обладают достаточным запасом различных полиантов, способных при определенных условиях выделяться в придонные (поверхностные) речные воды и включаться в биогеохимические цепи, особенно интенсивно поглощаясь представителями зообентоса и прикрепленными макрофитами. Все это определяет (даже после прекращения сброса в водные объекты сточных вод) значимость техногенных речных илов как источников вторичного загрязнения водных систем. Необходимы дальнейшие исследования геохимических особенностей иловых вод и разработка унифицированных способов их получения, позволяющих максимально избежать изменения геохимических условий, свойственных нативным условиям речной среды.

Литература

1. *Абрамова О.П.* Экологические функции поровых вод донных отложений открытых водоемов // *Экология и промышленность России*, август, 2008, с. 51–53.
2. *Бруевич С.В.* Некоторые методы химического исследования грунтов и грунтовых растворов моря. – Свердловск: Гидрометиздат, 1944. – 30 с.
3. *Вернадский В.И.* История минералов земной коры. Т. 2. История природных вод. Ч. 1. Вып. 2. – Л.: ОНТИ-Химтеорет, 1934. – С. 203–403.
4. *Вершинин А.В., Розанов А.Г.* Химический обмен на границе вода–дно в океанах и морях. – М.: ГЕОС, 2002. – 164 с.
5. *Веселовский Н.В.* О заготовлении грязевого раствора отжиманием и отсасыванием // *Гидрохимические материалы*, 1947, № 17, с. 23–30.
6. *Гурский Ю.Н.* Геохимия литогидросферы внутренних морей. Том 1. Методы изучения и процессы формирования химического состава иловых вод в отложениях Черного, Азовского, Каспийского, Белого, Балтийского морей. – М.: ГЕОС, 2003. – 332 с.
7. *Гурский Ю.Н.* Геохимия литогидросферы внутренних морей. Т. 2. Иловые воды Красного и Средиземного морей. Зоны эстуариев. Закономерности формирования и классификация вод литогидросферы. – М.: ГЕОС, 2007. – 450 с.
8. *Гурский Ю.Н.* Выявление и оценка уровня антропогенных загрязнений на основе геохимического изучения иловых вод морских и пресноводных отложений // *Вестник Московского университета. Серия 4. Геология*, 2017, № 5, с. 49–57.

9. Красинцева В.В., Кузьмина Н.П., Селявин М.М. Формирование минерального состава речных вод (на примере трех рек центральных районов Европейской части СССР). – М.: Наука, 1977. – 176 с.

10. Козлова С.П. Трансформация форм ртути и процессы ее миграции в экосистемах Килдийской дельты р. Дунай и устьевого взморья: Автореферат дис. ... канд. географ. наук. – Ростов-на-Дону, 1990. – 24 с.

11. Крюков П.А. Горные, почвенные и иловые растворы. – Новосибирск: Наука, 1971. – 220 с.

12. Перельман А.П. Биокосные системы Земли. – М.: Наука, 1977. – 160 с.

13. Перельман А.П. Геохимия природных вод. – М.: Наука, 1982. – 154 с.

14. Селиванов А.С., Воловиковская Е.П. О составе илов и иловых вод р. Клязьмы // Записки Болшевской биологической станции, 1939, т. 11.

15. Страхов Н.М. Диагенез осадков и его значение для осадочного рудообразования // Известия АН СССР. Серия геологическая, 1953, № 5, с. 12–49.

16. Удодов П.А., Коробейникова Е.С., Расказов Н.М., Трифонова Н.А., Шамолин В.А., Назаров А.Д. Поровые растворы горных пород как среда обитания микроорганизмов. – Новосибирск: Наука, 1981. – 176 с.

17. Урбазаева С.Д., Павлов П.А., Раднаева А.Д. Микроэлементный состав поровых вод донных отложений дельты р. Селенга // Вестник ВСГУТУ, 2014, № 4, с. 176–180.

18. Шишкина О.В. Геохимия морских и океанических иловых вод. – М.: Наука, 1972. – 228 с.

19. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. – М.: ИМГРЭ, 1992. – 169 с.

20. Янин Е.П. Геохимические особенности и экологическое значение техногенных илов // Разведка и охрана недр, 1994, № 5, с. 35–37.

21. Янин Е.П. Тяжелые металлы в малой реке в зоне влияния промышленного города. – М.: ИМГРЭ, 2003. – 89 с.

22. Янин Е.П. Техногенные илы в реках Московской области (геохимические особенности и экологическая оценка). – М.: ИМГРЭ, 2004. – 95 с.

23. Янин Е.П. Оценка возможного влияния долговременных природных процессов на формирование химического состава поверхностных вод // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2016, № 6, с. 73–87.

24. Янин Е.П. Формы нахождения тяжелых металлов в техногенных речных илах // Разведка и охрана недр, 2016, № 11, с. 54–59.

25. Янин Е.П. Вторичные преобразования техногенных речных илов и процессы высвобождения связанных с ними загрязняющих веществ // Экологическая экспертиза, 2018, № 4, с. 85–115.

26. Янин Е.П. Русловой аллювий равнинных рек (условия формирования, вещественный состав и геохимические особенности в природных условиях) // Экологическая экспертиза, 2018, № 5, с. 2–101.

27. Янин Е.П. Техногенные речные илы (условия формирования, вещественный состав, геохимические особенности). – М.: НП «АРСО», 2018. – 415 с.

28. Янин Е.П. Вещественный состав и геохимические особенности техногенных речных илов // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2019, № 11, с. 62–80.

29. Янин Е.П. О токсичности техногенных речных илов // Экологическая экспертиза, 2020, № 1, с. 99–107.

30. Anbutsu K., Nakajima T., Takemon Y. et al. Distribution of biogeochemical compounds in interstitial and surface standing water bodies in the gravel bar of the Kizu River, Japan // Arch. Hydrobiol., 2006, v. 166, № 2, p. 145–167.

31. *Andrews-Jones D.A.* The application of geochemical techniques to mineral exploration // *Miner. Ind. Bull.*, 1968, 11, № 6, p. 1–31.
32. *Ankley G.T., Mattson V.R., Leonard E.N. et al.* Predicting the acute toxicity of copper in freshwater sediments: Evaluation of the role of acid volatile sulfide // *Environ. Toxicol. Chem.*, 1993, 12, p. 315–320.
33. *Ankley G.T., Schubauer-Berigan M.K., Dierkes J.R.* Predicting the toxicity of bulk sediments to aquatic organisms with aqueous test fractions: Pore water versus elutriate // *Environ. Toxicol. Chem.*, 1991, 10, p. 1359–1366.
34. *Ankley G.T., Schubauer-Berigan M.K.* Comparison of techniques for the isolation of sediment pore water for toxicity testing // *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 1994, v. 27, № 4, p. 507–512.
35. *Benoit J., Gilmour C., Mason R.P., Heyes A.* Sulfide Controls on Mercury Speciation and Bioavailability to Methylating Bacteria in Sediment Pore Waters // *Environ. Sci. Technol.*, 1999, v. 33, № 6, p. 951–957.
36. *Besser J. M., Brumbaugh W.G., Allert A.L. et al.* Ecological impacts of lead mining on Ozark streams: Toxicity of sediment and pore water // *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2009, v. 72, p. 516–526.
37. *Carr R.S., Chapman D.C.* Comparison of Methods for Conducting Marine and Estuarine Sediment Porewater Toxicity Test~ Extraction, Storage, and Handling Techniques // *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 1995, v. 28, p. 69–77.
38. *Chevaporn V., San Diego-McGlone M.S., Jacinto G.S., Mekkongpai P.* Distribution of Trace Metals in the Porewaters of Sediments of the Bang Pakong River Estuary, Thailand // *Thammasa Int. Science and Technology*, 1997, v. 2, № 1, p. 6–21.
39. *Delongchamp T.M., Ridal J.J., Lean D.R.S. et al.* Mercury transport between sediments and the overlying water of the St. Lawrence River area of concern near Cornwall, Ontario // *Environmental Pollution*, 2010, v. 158, p. 1487–1493.
40. *Di Toro D.M., Mahony J.D., Scott K.J. et al.* Toxicity of cadmium in sediments: The role of acid volatile sulfide // *Environ. Toxicol. Chem.*, 1990, 7, p. 483–498.
41. *Drott A., Lambertsson L., Björn E., Skjellberg U.* Potential demethylation rate determinations in relation to concentrations of MeHg, Hg and pore water speciation of MeHg in contaminated sediments // *Marine Chemistry*, 2008, v. 112, p. 93–101.
42. *Giesy J.P., Hoke R.A.* Freshwater sediment toxicity bioassessment: Rationale for species selection and test design // *J. Great. Lakes Res.*, 1989, 15, p. 539–569.
43. *Green A.S., Chandler G.T., Blood E.R.* Aqueous-, porewater-, and sediment-phase cadmium: Toxicity relationships for a meiobenthic copepod // *Environ. Toxicol. Chem.*, 1993, 12, p. 1497–1506.
44. *Gruzalski J.G., Markwiese J.T., Carriker N.E. et al.* Pore Water Collection, Analysis and Evolution: The Need for Standardization // *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 2015, v. 237, p. 37–51.
45. *Gupta G., Karuppiyah M.* Toxicity identification of Pocomoke River porewater // *Chemosphere*, 1996, vol. 33, № 5, p. 939–960.
46. *Harriss R.C.* Silica and chloride in interstitial waters of river and lake sediments // *Limnology and Oceanography*, 1967, v. 12, № 1, p. 8–12.
47. *Lerman A.* Chemical exchange across sediment-water interface // *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 1978, v. 6, p. 281–303.
48. *Morris K., Bryan N.D., Livens F.R.* Plutonium solubility in sediment pore waters // *Journal of Environmental Radioactivity*, 2001, v. 56, p. 259–267.

49. *Schults D.W., Ferraro S.P., Smith L.M., Roberts F.A., Poindexter C.K.* A comparison of methods for collecting interstitial water for trace organic compounds and metals analyses // *Water Research*, 1992, v. 26, № 7, p. 989–995.
50. *Vink J.P.M.* The origin of speciation: Trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation // *Environmental Pollution*, 2009, v. 157, p. 519–527.
51. *Yanin E.P.* Material Composition and Geochemical Characteristics of Technogenic River Silts // *Geochemistry International*, 2019, vol. 57, № 13, p. 1361–1454.
52. *Yu Y., Xu J., Wang P. et al.* Sediment-porewater partition of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from Lanzhou Reach of Yellow River, China // *Journal of Hazardous Materials*, 2009, v. 165, p. 494–500.

ПИЩЕВЫЕ НАПИТКИ КАК ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ФЛЮОРОЗА

Е.П. Янин

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,
Москва,
yanin@geokhi.ru

В районах с централизованным фторированием питьевой воды или на территориях развития гиперфторовых биогеохимических провинций существуют дополнительные источники поступления фтора в организм людей (прежде всего, чай, некоторые виды столовых и минеральных вод и др.), что увеличивает фторовую нагрузку на человека и предопределяет вероятность возникновения у населения флюороза зубов и скелета. Эти факты должны учитываться при разработке и осуществлении мероприятий по снижению негативного воздействия фтора на здоровье людей. Особое значение они имеют для профилактических мероприятий на производствах, априори опасных с точки зрения возможности развития у рабочих профессионального флюороза. Необходимы также меры по разработке стандартов содержания фтора в коммерческих продуктах чая и напитков на его основе.

Фтор широко распространен в природе [6, 23], играет особую биогеохимическую роль [12, 24], имеет важное гигиеническое значение [1, 5, 24, 25, 33] и относится к химическим элементам, формирующим так называемые интерзональные биогеохимические провинции и эндемины, не имеющие связи с какой-либо определенной почвенно-климатической зоной и встречающиеся в различных регионах [4, 9, 12, 22, 26]. В условиях окружающей среды особенно хорошо известны хронические эффекты у человека и животных, проявляющиеся при низких (кариес зубов и остеопороз) и при высоких (флюороз зубов и костей) уровнях воздействия фтора, поступающего в организм главным образом с питьевой водой, продуктами питания, атмосферным воздухом. Различают следующие виды флюороза [2]: 1) профессиональный (хроническая интоксикация фтором в производственных условиях), 2) соседский (в зонах загрязнения окружающей среды фтором), 3) ятрогенный (результат длительного применения фторсодержащих лечебных препаратов), 4) связанный с употреблением пищевых продуктов и напитков («чайный флюороз», «винный флюороз» и др.), 5) эндемический (в гиперфторовых биогеохимических провинциях).

Общетоксическое действие фтора, как правило, пропорционально его количеству, поступающему в организм, и не зависит от пути поступления. На основе эпидемиологических исследований было установлено, что инвалидизирующий флюороз является результатом постоянного ежедневного потребления человеком 20–80 мг фтора на протяжении 10–20 лет [6]. Более поздние исследования позволили сделать вывод, что ежедневное потребление взрослым человеком 8 мг фтора также может привести к возникнове-

нию флюороза. Согласно рекомендации ВОЗ, порог воздействия фтора для детей составляет 2 мг в сутки, а для взрослых – 4 мг. В бытовых условиях специфическое действие фтора на костную ткань и зубы определяется уровнями его содержания главным образом в питьевой воде. Среднее природное содержание фтора в подземных водах зоны гипергенеза оценивается в 0,48 мг/л [21]. Содержания фтора в питьевых водах ниже 0,3–0,5 мг/л указывают на вероятность развития у населения гипопародонтоза; уровень фтора в 1,5 мг/л и более является потенциально флюорозогенным, особенно в условиях жаркого (прежде всего, семиаридного и аридного) климата. При содержании фтора в питьевой воде выше 5 мг/л пораженность населения флюорозом может достигать 100% [1, 11].

В районах развития гиперфторовых биогеохимических провинций и в регионах (странах) с централизованным фторированием питьевой воды важным является – с целью снижения риска хронического воздействия фтора на здоровье населения – установление других источников его поступления в организм человека. Сведения об этих источниках фтора крайне необходимы для разработки профилактических мероприятий, направленных на снижение фторовой нагрузки на население. Обычно дополнительными источниками поступления фтора в организм человека являются некоторые лекарственные препараты, фторированные зубные пасты, пищевые напитки и продукты. В данном сообщении систематизируются и обобщаются доступные сведения об особенностях распределения фтора в некоторых наиболее широко употребляемых пищевых напитках, поскольку именно растворенный фтор особенно активно усваивается организмом человека.

В настоящее время чайный экстракт (чай) является наиболее популярным напитком во всем мире, уступая только воде. Одновременно он обладает одним из самых высоких потенциалов для увеличения суточного потребления фтора [6, 52]. Действительно, достаточно давно установлено, что чай (чайное растение, чайный куст, чайное дерево) является гипераккумулятором фтора [41, 47], причем высокими концентрациями этого элемента отличаются листья многих сортов чая [13, 34, 37]. Чайные растения накапливают фтор, поглощая его из воздуха и особенно из почвы. Фтор аккумулируется в основном в листьях чайного растения. Важно отметить, что доступность фтора для многих растений обычно не зависит от его общего содержания и даже от количества растворимых (доступных, подвижных) форм этого элемента в почве [8]. Так, выращивание чайных кустов на почвах с кларковым содержанием фтора (330 мг/кг) может приводить к его накоплению в концентрациях до нескольких тысяч мг/кг в листьях [52]. В общем случае содержание фтора в чайном напитке зависит от места произрастания чайного растения, времени сбора урожая, возраста чайных листьев, срока их хранения, условий заваривания и ряда других факторов [29]. В любом случае при заваривании чая (особенно крутым кипятком) из чайных листьев в раствор выделяется значительное количество фтора [36, 42, 44, 49]. По некоторым данным в чайный раствор выделяется до 40–90% фтора (в среднем 75%), содержащегося в чайных листьях [40]. Поскольку растворимый фтор легко поглощается желудочно-кишечным трактом, биодоступность «чайного» фтора близка к 100% [50], что аналогично его биодоступности из питьевой воды [46].

Одна чашка чая может содержать 0,1–0,2 мг фтора, что определяет его высокие концентрации в напитке, нередко превышающие порог флюорозогенности этого элемента в питьевой воде. Так, в заваренном краснодарским черным (байховым) чаем напиток содержания фтора достигали 0,74 мг/л,

грузинским зеленым – 1 мг/л, грузинским (1 сорт) черным – 1,8 мг/л, грузинским экстра черным – 2,5 мг/л, цейлонским и индийским (1 сорт) 1,24–1,40 мг/л [13]. Исследование содержания фтора в трех коммерческих сортах чая «Ассам» (сорт чёрного крупнолистого чая, выращиваемого на северо-востоке Индии) и 2-х сортах китайского чая, собранных на чайных плантациях о. Ланьдао (остров в 6 милях к востоку от Гонконга), показало, что наиболее высокими уровнями этого элемента отличались зрелые чайные листья [37]. Из указанных трех разновидностей сорт с мелкими листьями аккумулировал наибольшее количество фтора, затем следовал сорт с крупными листьями, а чай «Ассам» содержал фтор в наименьших концентрациях. Показательно, что после закладки чайной плантации отмечалось уменьшение величины pH почв, причем эта тенденция прослеживалась во времени [34]. Причиной этого считается накопление алюминия и фтора в листьях чая, что приводит к повышению содержания обменного алюминия в почвах и его концентраций в почвенном растворе (до 0,46–0,55 мг/л). Содержания алюминия и фтора в опавших листьях составляли соответственно 5,8–6,1 и 0,47–0,52 г/кг. Фтор, поступающий в почвы с растительными остатками, образует Al-F-комплексные соединения. Максимальные концентрации фтора обычно наблюдаются в зрелых листьях чая [48]. По данным [31], содержания водорастворимого фтора в прессованном чае из китайских провинций Сычуань и Юньнань достигали 533,89–617,32 мг/кг, что, по мнению авторов цитируемой статьи, может негативно воздействовать на состояние зубов человека, регулярно употребляющего чайный напиток в значительных количествах. Китайскими специалистами была выполнена оценка содержания фторидов в чайных напитках, полученных при использовании различных видов черного чая [30]. В напитках, полученных при использовании чайных палочек, содержания фтора составили 0,95–1,41 мг/л, при заваривании гранул черного чай – 0,70–2,44 мг/л, пакетиков черного чая – 1,15–6,01 мг/л. Таким образом, наибольшее содержание фтора содержали напитки, полученные при использовании пакетированного чая, предположительно потому, что черный чай в пакетах изготавливался из недорогих и старых чайных листьев. Безусловно, в условиях централизованного фторирования питьевой воды или в пределах гиперфторовых провинций чайный напиток будет являться серьезным дополнительным источником фтора для людей.

Авторами [3] изучено распределение фтора в 10 марках чая, реализуемых в сетевых магазинах Московской области. Установлено, что содержания фторид-иона в растворах, полученных при заваривании чая, изменялись от 0,8 до 4,9 мг/л (среднее 2,7 мг/л), причем концентрации фтора увеличивались в следующем ряду марок чая: Майский «корона» < Tess черный < Лисма зеленый < Curtis < Лисма черный < Принцесса Нури < Майский < Lipton < Ахмад < Greenfield. При заваривании пакетированного чая в водную фазу переходили заметно большие количества фтора, нежели при заваривании крупнолистого чая. На примере чая «Майский» показано, что за первые 5 минут с начала заваривания в водную фазу переходит около 75% от максимально возможного количества фторидов (рис. 1).

Продолжительность (период времени) заваривания обычно увеличивала содержание фтора в чайном напитке [45]. Степень извлечения фтора из чая зависит также от химического состава воды. Так, в работе [39] исследовалось влияние времени инфузии (процесса, при котором активные частицы экстрагируются из растительного вещества после его погружения в кипящую воду) и жесткости воды на экстракцию фтора из чая трех разных марок (Caykur-Kamelya, Rize-Turist, Lipton-Ceylon). Установлено, что если с мягкой

водой (18 мг-экв. $\text{CaCO}_3/\text{л}$) экстракция (в течение 10 мин при 80°C) была завершена более чем на 90%, то с жесткой водой (79 мг-экв. $\text{CaCO}_3/\text{л}$) – только на 75%. Добавление лимона или лимонного сока к экстракту чая не изменило содержание свободного фтора. Исследования 19 марок коммерчески доступного чая китайского производства показали, что в чае в основном содержатся неорганические соединения фтора, обнаружены также незначительные количества перфторированных соединений, содержащих менее шести атомов углерода, и перфтороктановая кислота [54]. Молекулярные механизмы, управляющие накоплением фтора в растениях чая все еще неясны и в настоящее время только начинают интенсивно изучаться [40].

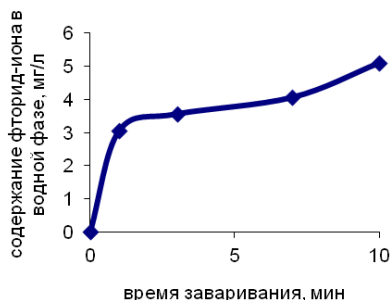


Рис. 1. Зависимость концентрации фторидов в водной фазе от времени при заваривании чая [3]

По данным [45], напиток черного чая (заваривание в течение 5 мин) отличался наиболее высокими концентрациями фтора (от 0,32 до 4,54 мг/л), нежели настойки белого чая (0,37–0,54 мг/л), а самые низкие концентрации (0,02–0,09 мг/л) были установлены для настоев травяного чая. Авторы цитируемой статьи считают, что чрезмерное потребление фтора с черным чаем, особенно в регионах с высоким уровнем его содержания в питьевой воде, увеличивает риск флюороза зубов у детей (особенно в период развития зубов), а длительное воздействие большого количества «чайного» фтора даже может привести к развитию флюороза скелета.

В работе [32] выполнена оценка содержания фтора в цейлонском черном чае, который особенно популярен во всем мире. Исследовался чай из различных регионов Шри-Ланки (25 образцов). Установлено, что уровни фтора в чайном экстракте (использовалась деионизированная вода) изменялись от 0,32 до 1,69 мг/л (среднее 0,86 мг/л), причем в 7 образцах они были выше 1 мг/л, еще в 15 – выше 0,5 мг/л. При получении экстракта с использованием типичной питьевой воды уровни фтора в заварке изменялись от 1,36 до 2,14 мг/л. Жители Шри-Ланки обычно выпивают 4–6 чашек чая в день. На каждую чашку расходуется 2 г чая, т. е. ежедневная доза потребления фтора составляет 0,24–1,36 мг (в среднем 0,69 мг/день). Расчетное безопасное потребление фтора для взрослых оценивается в 1,5–4 мг/день. Известно, что флюороз зубов широко развит (встречается у 80–90% населения) в сухой зоне Шри-Ланки, причем питьевая вода традиционно считается главным фактором его развития. Уровень фтора в питьевых водах Шри-Ланки изменяется от < 0,01 до 8 мг/л, причем наивысшие значения

характерны для регионов сухой зоны. Тем не менее, как считают авторы цитируемой статьи, употребление чая также дает определенный вклад в развитие флюороза зубов. В частности, по некоторым сведениям, в Шри-Ланке 32% детей, потребляющих питьевую воду с уровнем фтора даже менее 1 мг/л, поражены флюорозом зубов, т. е. дети явно получают дополнительную нагрузку фтором с чаем.

В различных коммерческих марках чая, которые продаются в Иране, уровни фтора изменялись от 35 ± 6 мг/кг до 182 ± 20 мг/кг, а в чайном напитке (экстракте, заварке) они варьировались в пределах 0,53–2,60 мг/кг [43]. В чайный напиток переходило от 67,7 (чай «Golestan») до 91% («Ahmad») фтора (табл. 1, 2).

Таблица 1

Общее содержание фтора в разных торговых марках черного чая, мг/кг сухой массы [43]

Марка чая	Кол-во образцов	Среднее	Интервал
Ahmad	5	99	78–118
Dow Ghazal	8	104	95–130
Golestan	6	182	159–193
Jahan	6	49	40–49
Khojasteh	5	143	12–165
Kousar	6	80	73–87
Mahmoud	7	121	108–135
Rounas	4	50	35–62
Sedaghat	7	35	30–38
Sharzad	6	182	165–195

Турецкие специалисты изучили распределение фтора в 26 образцах настоев из черного чая, произведенного в Турции, Шри-Ланке, Индии и Кении, и в 14 образцах травяных и 7 фруктовых настоев, произведенных в Турции [35]. Содержание фтора в настоях черного чая составило от 0,57 до 3,72 мг/л (заваривание в течение 5 минут). Более высокие уровни фтора были обнаружены в черных чаях из Турции по сравнению с чаями из Шри-Ланки. Более высокие уровни фтора были характерны для настоев пакетированного черного чая (по сравнению с гранулированным и палочковидным черным чаем). Настои (также после 5-минутного заваривания) из трав и фруктов характеризовались самыми низкими содержаниями фтора (0,02–0,04 мг/л), причем увеличение времени заваривания до 10 мин. вызывало лишь незначительное увеличение концентраций фтора в некоторых настоях. Авторы пришли к выводу, что регулярное употребление в больших количествах чайных настоев черного чая (особенно пакетированного чая) может привести к поступлению значительных количеств фтора в организм человека и спровоцировать развитие флюороза зубов. Они также отметили, что на чайных продуктах должна содержаться информация о наличии в них фтора.

По данным [16], концентрации фтора в 5-минутных настоях чая изменялись от 0,330 до 0,722 мг/л (табл. 3), причем через 48 часов настаивания его содержание увеличивалось более чем на 118%. Наименьшее количество фтора экстрагировалось из крупнолистого чая, несколько больше – из пакетированного, наибольшее – из гранулированного.

Таблица 2

Концентрация и извлекаемость фтора в чайный напиток [43]

Марка чая	Извлекаемость фтора при заваривании чая, %		Концентрация фтора в чайном напитке, мг/л
	Среднее	Интервал	
Ahamad	91,0	85–93	1,80
Dow Ghazal	79,6	73–84,5	1,65
Golestan	67,7	60–76	2,40
Jahan	84,7	73–93	0,82
Khojasteh	77,0	69–86	2,22
Kousar	85,0	76–95	1,36
Mahmoud	87,0	81–92	2,10
Rounas	80,6	75–87	0,80
Sedaghat	75,5	72,5–80	0,53
Sharzad	74,0	65–81	2,60

Таблица 3

Фтор в 5-минутных настоях крупнолистового чая высшего сорта, заваренного классическим способом [16]

Наименование чая	Фтор, мг/л	Количество фтора (мг) в стакане чая (200 мл) с учетом содержания фтора в питьевой воде
Tanvien зеленый с жасмином	0,330±0,016	0,106
Mister Tim	0,354±0,017	0,111
Майский	0,466±0,016	0,133
Липтон	0,506±0,027	0,141
Dilmax	0,668±0,028	0,174
Золотая чаша высокогорный	0,722±0,023	0,184
Ахмад	0,722±0,044	0,184

Исследование распределения фтора в пакетированном чае, в растворимом порошке чая и в чайных напитках, произведенных в Китае, Японии, Тайване и США, показало следующее [28]. Уровни фтора в черном, зеленом, чае улун и в пакетированном чае варьировались от 41,5 до 212,4 мг/кг. Для растворимых порошков чая диапазон концентраций фтора был шире – от 25,9 до 631,3 мг/кг (максимум наблюдался в черном чае из Тайваня). Чайные напитки в бутылках и банках содержали фтор в диапазоне от 0,20 до 1,80 мг/л (максимальные уровни – в чайном напитке улун) (табл. 4). Упаковочная бумага (для пакетированного чая) и добавление молока не влияли на концентрацию фтора в настоях. Авторы пришли к выводу, что при употреблении некоторых чайных продуктов вполне возможны хронические токсичные воздействия фтора, поэтому необходимо соответствующее регулирование в них содержания этого химического элемента.

Ирландия является страной, в которой национальное законодательство требует обязательного фторирования питьевой воды, и одновременно отличается самым высоким уровнем потребления черного чая на душу населения в мире [51]. Авторы цитируемой работы исследовали содержание фтора

в 54 марках коммерчески доступного черного чая. В целом для всей выборки содержание этого элемента в чайных экстрактах на водопроводной воде (после 5-минутного заваривания) превышало 1,5 мг/л и варьировалось от 1,6 до 6,1 мг/л (среднее 3,3 мг/л), в 96% образцов концентрации фтора превышали 2 мг/л, в 59% – 3 мг/л, в 24% – 4 мг/л и в 7% – 5 мг/л. При готовке чая с использованием деионизированной воды 96% чайных продуктов имели концентрации фтора, которые превышали 1,5 мг/л, в 22% продуктов содержания фтора превышали 3 мг/л. Сделан вывод, что население страны подвержено высокому риску хронического воздействия фтора и связанных с ним неблагоприятных последствий для здоровья. Культура привычного чаепития в Ирландии, по мнению авторов, указывает на то, что общее потребление фтора в общей популяции населения может легко превысить уровни, которые способны вызывать хроническую интоксикацию фтором. Необходимы соответствующие меры, направленные на снижение фторовой нагрузки на человека.

Таблица 4

Содержание фтора в бутылочных и консервированных чайных напитках [28]

Чайный напиток	Контейнер	Средняя концентрация, мг/л
Черный чай	Бутылка из ПВХ	0,69
	Бутылка из ПВХ	0,85
	Алюминиевая банка	1,29
Зеленый чай	Бутылка из ПВХ	0,28
	Алюминиевая банка	0,67
	Бумажный пакет	0,67
	Алюминиевая банка	0,20
Цветочный чай	Бутылка из ПВХ	1,05
	Бутылка из ПВХ	0,19
	Алюминиевая банка	0,56
Чай улун	Бутылка из ПВХ	1,80
	Бутылка из ПВХ	1,25
	Бутылка из ПВХ	1,77

Другим продуктом, способным в случае нерегулируемого его приема вызвать развитие флюороза, являются некоторые виды минеральных вод и других напитков. Так, выраженный флюороз наблюдался у людей, длительное время (5–10 лет) употреблявших минеральную воду «Вишнь», причем концентрация фтора в их костях возросла до 4,8–7 мг/г, в моче составила 3,1–74 мг/л, в крови – 0,12 мг/л. В общем случае содержания фтора в минеральных водах в зависимости от источника и типа воды меняются от десятых долей миллиграмма до десятков миллиграммов на литр. Например, на Курильских островах в воде источника Восточный содержания фтора достигают 52 мг/л [10]. Среди минеральных вод, наиболее известных в России, максимальные концентрации фтора характерны для «Боржоми» и (в меньшей степени) для «Полюстрово»; высокими уровнями фтора отличается также вода «Цілюща» (табл. 5, 6). Флюороз зубов описан у детей, проживающих в пос. Борисово Крапивинского района Кемеровской области, где питьевые воды отличаются относительно невысокими концентрациями фтора (0,2–0,4 мг/л) [15]. Было установлено, что причиной возникновения флюороза у школьников пос. Борисово является, судя по всему, чрезмерное

употребление минеральной воды «Борисовская», источник которой расположен в указанном поселке. Так, концентрации фтора в лечебно-столовой воде «Борисовская», упакованной в пластиковые бутылки, из торговой сети г. Кемерово и из источника, расположенного на территории санатория «Борисово», изменялись от 7 до 7,4 мг/л. На этикетках информация о наличии фтора в воде отсутствовала. Распространенность флюороза зубов среди школьников пос. Борисово составила: в возрастной группе 7–10 лет – 56,6 случаев на 100 обследованных; в возрастной группе 11–14 лет – 56,1; в возрастной группе 15–18 лет – 44,4 случая на 100 обследованных.

Таблица 5

Фтор в некоторых товарных видах минеральных вод, мкг/100 г продукта [10]

Боржоми	Славянская	Нарзан	Ессентуки-4	Арзни	Полюстрово
800	120	40	50	22	150

Таблица 6

Фтор в негазированных столовых бутилированных водах, Украина, мг/л [17]

София Киевская	Трускавецкая Аква Экю	Моршинская	Цілюща	BONAQA	Куяльник	Тонус Кислород	Прозора
0,56	0,1	0,19	1,12	0,67	0,34	0,16	0,09

П. Боттенберг [27] считает, что флюороз может возникать при употреблении минеральных вод с повышенным уровнем фтора, присутствие которого некорректно указывается на этикетках или вообще не указывается. Он исследовал 32 марки минеральных вод и напитков (негазированных и газированных), изготовленных в Германии, Франции, Бельгии, Люксембурге и продающихся в Бельгии. Лишь на 5 упаковках (бутылках) с водой было указано содержание фтора – от 0,4 до 2,1 мг/л; на остальных – информация отсутствовала. Исследования показали, что уровни фтора в водах изменялись от 0,027 до 7,23 мг/л, причем в 8 марках напитков они были выше 0,5 мг/л, в 4 марках – выше 1 мг/л, в 9 марках – ниже 0,1 мг/л. Максимальные уровни установлены в воде «Вишпи»; в «Кока-коле» уровни фтора составляли 0,29–0,36 мг/л, в «Исе Теа» – 0,72 мг/л, в «Фанте» – 0,22 мг/л. Характерно, что на подавляющей части упаковок не было указано значение pH, хотя, как показали исследования, некоторые газированные воды различались значениями этого показателя в 2,4–3,5. Автор цитируемой работы приходит к выводу, что уровни фтора в минеральных водах выше 1 мг/л увеличивают риск флюороза, особенно в случаях некорректного сообщения о химическом составе воды на упаковочных этикетках. Согласно требованиям международных стандартов, в тех случаях, когда концентрация фтора в минераль-

ной воде превышает 1 мг/л, на этикетках бутилированной воды должно быть указано, что вода содержит фтор; если концентрация фтора в воде превышает 2 мг/л, то указывается ограничение для употребления детям [7].

Район Фенгланг, расположенный в восточной части китайской провинции Гуандун, где распространены горячие источники, идентифицирован как эндемичный по флюорозу зубов [53]. Уровни фтора в питьевых водах, используемых в данном районе, не превышают 0,4 мг/л, т. е. водный фтор априори не может быть причиной возникновения флюороза. Для выяснения причин его развития были изучены горячие источники и пища, приготовленная на основе их воды. Установлено, что воды горячих источников, локализованных в речном берегу, характеризуются концентрациями фтора в 20,33 и 19,26 мг/л с температурой воды в 98 и 95°C соответственно. Контрольная (фоновая) деревня располагалась на удалении в 3 км от горячих источников. Оказалось, что жители «флюорозных деревень» обычно погружают растительность и бобы в воду из горячих источников, затем они жарят эту пищу или высушивают растения, экономя топливо посредством использования горячей воды для обработки пищи. Таким образом, в данном случае причиной флюороза является растительная пища, обработанная фторсодержащей водой горячих источников (табл. 7, 8). Жители контрольной деревни подобный способ обработки растительной пищи не применяют. Уровни содержания фтора в питьевых водах и других видах растительности, не обрабатываемых водой горячих источников, во всех обследованных деревнях существенно не различались (табл. 9).

Таблица 7

Флюороз зубов и уровни фтора в моче детей 8–15 лет [53]

Место	Расстояние между местом и горячим источником, м	Флюороз зубов			Фтор в моче	
		Кол-во детей	%	Индекс поражения	Кол-во проб	Среднее, мг/л
1	50	499	54,11	1,35	32	2,98
2	500	67	49,25	1,19	35	2,17
3	600	198	45,45	0,90	30	2,03
4	800	73	41,10	1,00	32	1,31
Контроль	3000	283	0,01	0,02	58	0,67

Таблица 8

Фтор в растительности, погруженной в воду горячих источников и обычную воду, мг/кг [53]

Растение	Вода горячих источников, фтор – 20,33 мг/л (Г)	Колодезная вода, фтор = 0,12 мг/кг (К)	Г / К
<i>Latua Sativa Var. angustana</i>	147	2,53	58,1
<i>Brassica Chinensis</i> L.	115	8,17	14,1
<i>Brassica Juncea Var. rugisa</i>	151	9,53	15,8
<i>Bailey</i>			

Фтор в воде (мг/л) и растительности (мг/кг сухой массы) в разных селениях [53]

Деревня	Колодезная вода	Вода из домашнего контейнера	<i>Latuca Sativa</i> <i>Var. angustana</i>	<i>Brassica</i> <i>Chinensis</i> L.	Чай	Рис
1	0,23	0,11	3,79	10,1	127	0,59
2	0,20	0,013	2,09	9,58	135	0,50
3	0,19	0,17	2,14	10,9	156	0,54
4	0,11	0,12	2,32	6,40	163	0,52
Контроль	0,07	0,07	2,58	9,90	141	0,51

В некоторых странах особая форма флюороза скелета – так называемый «винный флюороз» – возникает при употреблении вина домашнего приготовления, в которое в качестве консерванта добавляют соединения фтора. Для этой формы флюороза характерны симметричное поражение костей и сочетание выраженных участков остеосклероза, остеопороза и остеомаляции. Впервые винный флюороз («la fluorosis vínica») был обнаружен в Барселоне (Испания) исключительно после многолетнего потребления людьми вина, к которому добавляли фторид натрия для предупреждения ненормальной ферментации (Soriano, 1952, Soriano et al., 1965, цит. по [1, 19]). По данным [38], средняя концентрация фтора в различных винах (было исследовано 50 марок) Канарских островов составляла 0,15 мг/л (интервал 0,06–0,50 мг/л) (табл. 10). Наибольшая концентрация обнаружена в белом вине «Tasoronte-Acentejo» – 0,5 мг/л. Во всех винах уровни фтора были ниже допустимого предела в 1 мг/л, установленного Международной службой по виноградарству и вину. Только два вида вина имели уровни фтора выше 0,3 мг/л, 14 – от 0,20 до 0,29 мг/л, 70 – от 0,10 до 0,19 мг/л, 14 – ≤ 0,09 мг/л. По литературным данным, уровни фтора в различных винах изменяются от 0,13 до 1,39 мг/л (большая часть – в пределах 0,13–0,31 мг/л). Авторы считают, что вклад канарских вин во фторовую диету относительно невелик и не представляет риска с точки зрения возникновения флюороза. Различают два источника поступления фтора в вино: 1) использование чанов из цемента, 2) прямые добавки фторсодержащих компонентов (таких как антисептики или антиброидители, препятствующие брожению). Известно также, что в США используется криолит как инсектицид для борьбы с некоторыми заболеваниями виноградарства, что определяет высокие концентрации (до 3 мг/л) фтора в винах. Оптимальное потребление вина (с точки зрения фторовой нагрузки), согласно имеющимся рекомендациям, составляет для мужчины два бокала (300 мл вина) в день, для женщин один бокал (150 мл) в день. По данным [18], концентрации фтора составляли: вино белое столовое – 2,02 мг/л, вино красное столовое – 1,046 мг/л, пиво – 0,0442 мг/л.

Средняя концентрация фтора во фруктовых соках в Турции оценивалась в 0,23 мг/л (диапазон 0,05–0,50 мг/л) [50]. Л.Н. Крепкогорский [14] приводит данные о высоком содержании фтора в пищевых продуктах некоторых районов Вьетнама, что, по его мнению, и является причиной флюороза зубов в этих местах. Некоторые виды рыб (особенно морских) отличаются относительно повышенными концентрациями фтора [20]. Например, в скумбрии атлантической его уровни составляют порядка 14 мг/кг. По данным, обобщенных в [8], несколько повышенные (по сравнению с другими

пищевыми и кормовыми растениями) концентрации фтора характерны для листьев пшпината (1,3–28,3 мг/кг сухой массы), листьев салата-латука (4,4–11,3 мг/кг сухой массы), корнеплодов свеклы красной (4–7 мг/кг сухой массы), минимальные его уровни наблюдались в плодах персика (0,21 мг/кг сухой массы).

Таблица 10

Фтор в винах с Канарских Островов, мг/л [38]

Тип вина	Кол-во образцов	Среднее	Максимум	Минимум	$\pm\sigma$
Красное	24	0,15	0,28	0,06	0,054
Белое	17	0,16	0,50	0,09	0,091
Розовое	9	0,13	0,18	0,08	0,035
Общее	50	0,15	0,50	0,06	0,068

Таким образом, в районах с централизованным фторированием питьевой воды или на территориях развития гиперфторовых биогеохимических провинций существуют дополнительные источники поступления фтора в организм людей (прежде всего, чай, некоторые виды столовых и минеральных вод и др.), что может увеличить вероятность возникновения и развития флюороза зубов и даже скелета у населения. Даже в нормальных по фтору районах чрезмерное употребление чая (особенно черного) и некоторых марок столовых вин, как и обработка растительных продуктов с применением горячих минеральных вод, также существенно увеличивает фторовую нагрузку на организм человека. Эти факты должны учитываться при разработке и осуществлении мероприятий по снижению негативного воздействия фтора на здоровье людей. Особое значение они имеют для профилактических мероприятий на производствах, априори опасных с точки зрения возможности развития у рабочих профессионального флюороза. Необходимы исследования распределения фтора в различных напитках, товарный ассортимент которых постоянно расширяется, а также меры по разработке стандартов содержания фтора в коммерческих продуктах чая и напитков на его основе.

Литература

1. *Авцын А.П., Жаворонков А.А.* Патология флюороза. – Новосибирск: Наука, 1981. – 335 с.
2. *Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова А.С.* Микроэлементы человека: этнология, классификация, органопатология. – М: Медицина, 1991. – 496 с.
3. *Байкова О.П., Константинова Д.П., Петренко Д.Б.* Изучение содержания фтора в чае методом прямой потенциометрии в связи с профилактикой кариеса и флюороза // Актуальные проблемы биологической и химической экологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. – М.: Московский государственный областной университет, 2019, с. 251–254.

4. *Виноградов А.П.* Биогеохимические провинции // Тр. юбил. сессии, посв. столетию со дня рождения В.В. Докучаева. – М.-А.: Изд-во АН СССР, 1949, с. 59–81.
5. *Габович Р.Д.* Фтор и его гигиеническое значение. – М.: Медицина, 1957. – 360 с.
6. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Вып. 36. Фтор и фториды: Пер. с англ. – М.: Медицина, 1989. – 114 с.
7. *Зуев Е.Т., Фамин Г.С.* Питиевая и минеральная вода: требования мировых и европейских стандартов качества и безопасности. – М., 2003. – 203 с.
8. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
9. *Кашина А.П., Янин Е.П.* Природно-техногенная гиперфторовая биогеохимическая провинция в центральных районах Мордовии (формирование, геохимические особенности, экологические последствия) // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы (Труды Биогеохимической лаборатории, т. 24). – М.: Наука, 2003, с. 157–173.
10. *Киселев В.Б., Демкина А.А. и др.* Фтор в питьевых минеральных водах и контроль за ним // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры, 1978, № 3, с. 75–79.
11. *Книжников В.А.* Кальций и фтор (радиационно-гигиенические аспекты). – М.: Атомиздат, 1975. – 199 с.
12. *Ковальский В.В.* Геохимическая экология. – М.: Наука, 1974. – 299 с.
13. *Колесник Н.Н., Неверова А.А., Зорина В.З.* Изучение содержания фтора в чае // Гигиена и санитария, 1977, № 6, с. 100–101.
14. *Крепкогорский А.Н.* Содержание фтора в некоторых продуктах традиционного питания населения в районах Демократической Республики Вьетнам, свободных от эндемии флюороза // Тр. Казанского ин-та усовершенствования врачей, 1969, т. 24, с. 99–111.
15. *Курпина И.В., Лошакова А.Ю., Киселев Г.Ф. и др.* Флюороз зубов в зоне эндемического гипофтороза // http://www.rae.ru/fs/raefs/2006/08/2006_08_09.pdf.
16. *Лошакова А.Ю.* Чай. как источник фтора в период беременности в регионе с низкой концентрацией фтора в питьевой воде // Медицина в Кузбассе, 2011, т. 10, № 2, с. 45–48.
17. *Петров П.* Зубная вода // <http://www.consumerino.org.ua>.
18. Содержание фтора в алкогольных напитках // <https://fitaudit.ru/categories/alc/fluoride>.
19. *Франке Ю., Рунге Г.* Остеопороз: Пер. с нем. – М.: Медицина, 1995. – 304 с.
20. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
21. *Шварцев С.А.* Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
22. *Янин Е.П.* Фтор в питьевых водах города Саранска и его гигиеническое значение. – М.: ИМГРЭ, 1996. – 58 с.
23. *Янин Е.П.* Фтор в окружающей среде (распространенность, поведение, техногенное загрязнение) // Экологическая экспертиза, 2007, № 4, с. 2–98.
24. *Янин Е.П.* Биогеохимическая роль и эколого-гигиеническое значение фтора // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2009, № 4, с. 20–108.
25. *Янин Е.П.* Фтор в питьевых водах и его влияние на интеллектуальное развитие детей // Экологическая экспертиза, 2010, № 3, с. 57–65.

26. Янин Е.П. Особенности химического состава и эколого-гигиеническая роль питьевых вод в условиях природно-техногенной гиперфторовой биогеохимической провинции // Экологическая экспертиза, 2012, № 2, с. 64–91.

27. Bottenberg P. Fluoride content of mineral waters on the Belgian market and sase report of fluorosis induced by mineral water use // Eur. J. Pediatr., 2004, v. 163, p. 626–627.

28. Cao J., Liu J., Zhao Y. *et al.* Fluoride in newer tea commodities // Fluoride, 2004, v. 37, № 4, p. 296–300.

29. Cao J., Luo S.F., Liu J.W., Li Y. Safety evaluation on fluoride content in black tea // Food Chemistry, 2004, v. 88, p. 233–236.

30. Cao J., Zhao Y., Li Y. *et al.* Fluoride levels in various black tea commodities: measurement and safety evaluation // Food Chem. Toxicol., 2006, v. 44, № 7, p. 1131–1137.

31. Cao J., Zhao Y., Liu J. *et al.* // Yingyong shengtai xuebao=Chim. J. Appl. Ecol., 2000, 11, № 5, p. 777–779.

32. Chandrajith R., Abeypala U., Dissanayake C.B., Tobschall H.J. Fluoride in Ceylon tea and implications to dental health // Environ. Geochem. and Health, 2007, v. 29, p. 429–434.

33. Dhar V., Bhatnagar M. Physiology and toxicity of fluoride // Indian J. Dent. Res., 2009, v. 20, p. 350–355.

34. Ding R., Huang X. // Тужань сюэбао = Acta Pedol. Sip., 1991, 28, № 3, p. 229–236.

35. Emekli-Alturfan E., Yarat A., Akyuz S. Fluoride levels in various black tea, herbal and fruit infusions consumed in Turkey // Food Chem. Toxicol., 2009, v. 47, № 7, p.1495–1498.

36. Fung K.F., Zhang Z.Q., Wong J.W.C., Wong M.H. Fluoride contents in tea and soil from tea plantations and the release of fluoride into tea liquor during infusion // Environ. Pollut., 1999, v. 104, p. 197–205.

37. Fung K.F., Zhang Z.Q., Wong J.C., Wong M.H. Aluminium and fluoride concentrations of three tea varieties growing at Lantau Island, Hing Kong // Environ. Geochem. and Health, 2003, 25, № 2, p. 219–232.

38. Gómez M.I.R., La Torre de A.H., Ojeda A.B. *et al.* Fluoride levels in wines of the Canary Islands (Spain) // Eur. Food Res. Technol., 2003, v. 216, p. 145–149.

39. Kalayci S., Somer G. Factors affecting the extraction of fluoride from tea: Application to three tea samples // Fluoride, 2003, v. 36, № 4, p. 267–270.

40. Liu Y., Cao D., Ma L. *et al.* TMT-based quantitative proteomics analysis reveals the response of tea plant (*Camellia sinensis*) to fluoride // J. of Proteomics, 2018, v. 176, p. 71–81.

41. Lockwood H.C. Fluorine in food products // Analyst, 1937, v. 62, p. 775–783.

42. Lung S.C., Hisao P., Chiang K.M. Fluoride concentrations in three types of commercially packed tea drinks in Taiwan // J. of Exposure Analysis and Environ. Epidemiology, 2003, v. 13, p. 66–73.

43. Mahvi A.H., Zazoli M.A., Younecian M., Esfandiari Y. Fluoride content of iranian black tea and tea liquor // Fluoride, 2006, 39, № 4, p. 266–268.

44. Malde M.K., Greiner-Simonsen R., Julshamn K., Bjorvath K. Tealeaves may release or absorb fluoride, depending on the fluoride content of water // Sci. Total Environ., 2006, v. 366, p. 915–917.

45. Malinowska E., Inkielenicz L., Czumowski W., Szefer P. Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions // Food Chem. Toxicol., 2008, v. 46, № 3, p. 1055–1061.

46. Rao G.S. Dietary Intake and Bioavailability of Fluoride // *Annu. Rev. Nutr.*, 1984, v. 4, p. 115–136.
47. Reid E. The fluorine content of some Chinese food materials // *Chin. J. Physiol.*, 1936, v. 10, p. 259–272.
48. Ruan J., Wong M.H. Accumulation of fluoride and aluminium related to different varieties of tea plant // *Environ. Geochem. and Health*, 2001. v. 23. p. 53–63.
49. Shu W.S., Zhang Z.Q., Lan C.Y., Wong M.H. Fluoride and aluminium concentrations of tea plants and tea products from Sichuan Province. PR China // *Chemosphere*, 2003, v. 52, p. 1475–1482.
50. Tokaloğlu S., Kartal S., Sahin U. Determination of fluoride in various samples and some infusions using a fluoride selective electrode // *Turk. J. Chem.*, 2004, v. 28, № 2, p. 203–211.
51. Wagh D.T., Potter W., Limeback H., Godfrey M. Risk Assessment of Fluoride Intake from Tea in the Republic of Ireland and its Implications for Public Health and Water Fluoridation // *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2016, v. 13, 259; doi:10.3390/ijerph13030259.
52. Weinstein L.H., Davison A.W. Fluorides in the Environment: Effect on Plants and Animals. – Wallingford: CABI Publishing, 2004. – 287 p.
53. Xu R.H., Yuan H.H., Fan A. Endemic fluorosis in China from ingestion of food immersed in hot spring water // *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 1995, v. 54, p. 337–341.
54. Zhang R., Hong H., Qingyu Q. *et al.* Composition, distribution and risk of total fluorine, extractable organofluorine and perfluorinated compounds in Chinese teas // *Food Chemistry*. 2017, v. 219, p. 496–502.

СОДЕРЖАНИЕ

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

<i>Крапивин В.Ф., Потапов И.И., Солдатов В.Ю.</i> Обеспечение геоэкологической безопасности территорий городских агломераций: информационно-моделирующая система	2
<i>Ким И.Н., Одинова А. А.,</i> О фальсификации молока и молочных продуктов	16
<i>Ким И.Н.</i> О фальсификации водных биологических ресурсов и продуктов их переработки	42
<i>Янин Е.П.</i> Особенности химического состава иловых вод речных отложений в зонах техногенного загрязнения	65
<i>Янин Е.П.</i> Пищевые напитки как возможная причина возникновения флюороза	87

Ответственный за выпуск *И.И. Потапов*

ИД № 04689 от 28.04.01	Подписано в печать: 30.07.2020 г.	Гарн. литературная
Бумага “Хероx”	Формат бумаги 60x84 1/16	Печать цифровая
Усл. печ. л. 6,30	Уч.-изд. л. 6,67	Тираж 40 экз.

Адрес редакции: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, д. 20
Тел. (499) 152-5500

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

С 2018 года возобновляется издание информационного бюллетеня «Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах его выявления» серии «Экономический и научно-технический потенциал» (56741) взамен информационного бюллетеня «Экономика и управление»

Периодичность выхода – 12 номеров в год.

Объем 48 уч.-изд. л. в год.

В бюллетене освещаются материалы иностранной печати по широкому спектру вопросов, касающихся сфер экономического и научно-технического развития России и стран СНГ: общие вопросы, финансы, промышленность, рынки, сельское хозяйство, космос, транспорт и связь, природные ресурсы, трудовые ресурсы, внешние торгово-экономические и научные связи

Оформить подписку на информационный бюллетень, начиная с любого номера, можно в ВИНИТИ РАН по адресу:

125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20,

Телефоны: (499) 151-78-61; (499) 155-42-85

Факс: (499) 943-00-60;

E-mail: contact@viniti.ru; sales@viniti.ru