

УДК 006.91:663/664

**ОБ ЭТАЛОННОЙ БАЗЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ****Е.В. Давыдова, А.С. Лесков, В.А. Смирнов, Д.М. Балаханов**

ФГУП «ВНИИФТРИ»

Разрабатываемые и принимаемые в настоящее время законы, стандарты, технические регламенты содержат четко прописанные требования, рекомендации и нормативы проведения разнообразных измерений, испытаний для любой отрасли, в том числе и пищевой промышленности [1]. По мнению метрологов, достигнуть критериев высокого качества пищевых продуктов невозможно без обеспечения единства измерений в области пищевой промышленности. Качество продуктов, потребляемых человеком, напрямую влияет на состояние его здоровья.

В первую очередь это касается качества питьевой воды. Регулярное употребление качественной питьевой воды является основой здорового образа жизни, гармонизирует работу всех органов и систем организма [2].

Четыре базовых показателя могут характеризовать воду и определять ее функциональную активность. Это – минерализация, газовый состав, показатель кислотности рН и взвесей (гидрозоли). Они варьируются в широких пределах для разных источников. Величина рН определяет особенности воздействия кислых (рН 3,5-5,5) и щелочных (рН 7,7-8,5) вод (растворов) на пищеварение. Содержание взвесей нормируется для размеров частиц $\geq 0,5$ мкм.

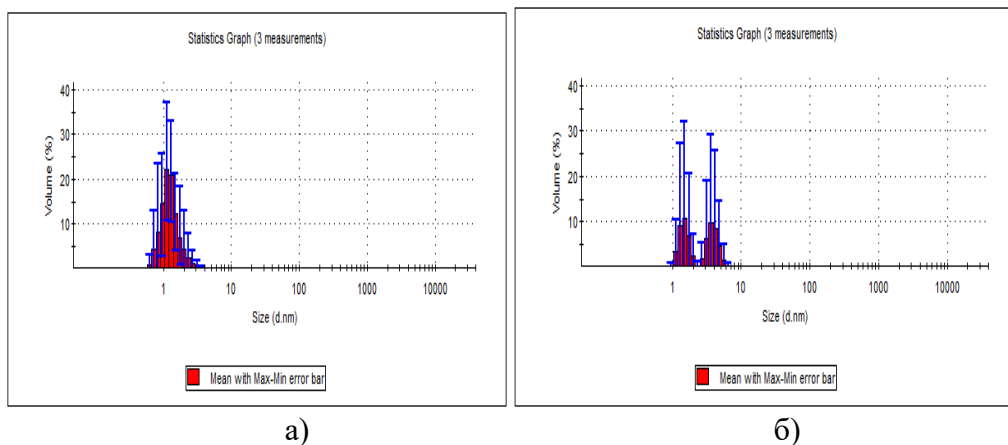
В физиологическом воздействии минеральных вод важная роль отводится газовому составу. Содержание кислорода в расфасованной воде должно составлять 5 мг/л для воды первой категории и 9 мг/л для воды высшей категории (величина, близкая к насыщению при температуре 20-22° Цельсия). Для питьевого лечения применяются воды свободной углекислоты от 0,5 до 2,0 г/л. Естественные углекислые воды полезны тем, что в них осуществляется соединение углекислоты с двууглекислыми солями полусвязанной углекислоты. Попадая в желудок, такие воды действуют мягко и постепенно. Искусственно газированная вода на желудок действует агрессивно.

Оценить качество питьевой воды можно по критериям: «безопасность», «пищевая ценность» и «полезность». Полезность воды и экологическая безопасность - это главные характеристики анализируемой воды. НИИ здоровьесберегающих технологий совместно с ФГУП «ВНИИФТРИ»

разрабатывает дополнительные методы и критерии оценки качества воды, в том числе по газовому составу [3-7] и индивидуальному спектру состава наночастиц с размерами $< 0,1$ мкм, который может служить ее идентификационным признаком [8, 9]. Важное значение здесь имеет разработанный во ФГУП «ВНИИФТРИ» Государственный первичный эталон единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов ГЭТ 163-2010, который обеспечивает единство измерений дисперсных параметров частиц в диапазоне размеров 0,03 - 1000 мкм и счетной концентрации - 105 - 1012 м⁻³ [10]. Ведутся исследования по разработке государственного первичного эталона единицы массовой концентрации кислорода и водорода в жидких средах [11].

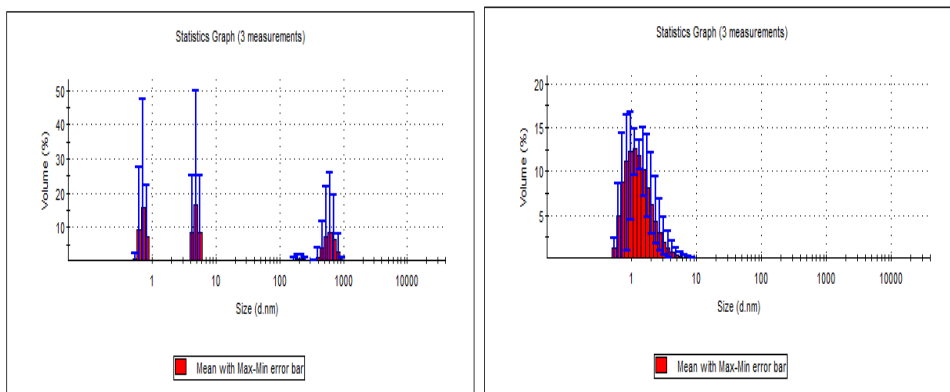
В настоящее время природные минеральные воды характеризуются по таким параметрам, как общая минерализация и (или) анионный (катионный) состав. Однако значительная часть микроэлементов в природных минеральных водах находится в составе наночастиц дисперсной фазы, поэтому для достоверной идентификации образцов минеральной воды их торговой марке или источнику происхождения необходимо знание дисперсных характеристик [12].

Ниже на рисунке (а-г) приводятся гистограммы распределения частиц по размерам в четырёх минеральных водах [8]:



а)

б)



В)

Г)

Гистограммы распределения частиц по размерам в четырех различных минеральных водах

С 26 декабря 2008 года в России действует федеральный закон N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». В нем на законодательном уровне определен порядок проведения работ по метрологическому обеспечению. Вся деятельность в этой сфере делится на области государственного регулирования и частной деятельности. В первом случае государство защищает свои интересы с точки зрения безопасности и интересы своих граждан, например, в торговле, в медицине и т.п. Во втором случае производитель сам решает, какая ему нужна достоверность. Предполагается, что данные процессы регулирует рынок, стимулирующий производство, в первую очередь, более качественных продуктов, для которых нужна более высокая точность измерений. Поэтому в последнее время всё более актуальной становится проблема активного взаимодействия пищевой промышленности с метрологическими учреждениями [13].

Что касается ВНИИФТРИ, то многие виды физико-технических и радиотехнических измерений, которыми с 1955 года занимается ФГУП «ВНИИФТРИ», применимы ко многим отраслям пищевой промышленности. В качестве наиболее яркого примера приведем такой показатель качества пищевых продуктов, как рН. Для воспроизведения, хранения и передачи показателя рН, ионометрических показателей рХ и окислительно-восстановительных потенциалов Еh во ФГУП «ВНИИФТРИ» создан и утвержден Государственный первичный эталон рХ ГЭТ 171-2007 [14], включающий в себя измерительную установку и набор эталонных моноэлементных растворов, разработана технология изготовления буферных растворов, которые воспроизводят значение рН и являются рабочими эталонами рН 1-го и 2-го разрядов. Растворы применяются в производственно-технических лабораториях пищевых предприятий. Буферные растворы, произведенные во ФГУП «ВНИИФТРИ», по

метрологическим характеристикам не отличаются от зарубежных аналогов, но доступны ценой [15].

Во ВНИИФТРИ функционирует Государственный эталон «Установка высшей точности для воспроизведения единицы концентрации растворенного в воде кислорода УВТ-108-А-2008» [16]. На данном эталоне возможно контролировать концентрацию растворенного кислорода не только в воде, но и в напитках (алкогольных и безалкогольных) как в процессе хранения, так и для контроля технологических характеристик полуфабриката в процессе производства, качества готового продукта. Значение концентрации растворенного кислорода оказывает огромное влияние на качество готового продукта в производстве пива, вина. При недостатке кислорода сбраживание экстракта замедляется, что может привести к высокому содержанию диацетила в пиве. Одним из основных правил при изготовлении безалкогольных напитков издавна считается хорошая деаэрация воды перед карбонизацией (насыщенным диоксидом углерода) и предотвращение поглощения воздуха и O_2 остальными компонентами напитка. Последствия воздействия кислорода заключаются в:

- освобождению CO_2 и сбоях при карбонизации и розливе;
- иницирующем воздействии O_2 на размножение дрожжевых клеток и уксуснокислых микроорганизмов;
- потере устойчивости к замутнению;
- потере аскорбиновой кислоты;
- потере аромата;
- изменении вкусовых качеств (появление мыльного, скипидарного привкуса);
- потере цвета.

Воздействие кислорода зависит от типа напитка и его ингредиентов. Предупреждение нежелательного воздействия кислорода требует больших затрат.

Различные напитки характеризуются совершенно разной способностью к окислению. Для минеральной, родниковой и столовой воды характерен только первый из вышеперечисленных недостатков. Напротив, для подслащенных напитков существенную роль играют все эти последствия; в этом случае снова приходится различать практически нечувствительные к воздействию кислорода напитки на яблочной основе, расфасованные в бочки, и напитки, особенно чувствительные к воздействию кислорода (к которым относятся цитрусовые напитки на базе эссенции и напитки с содержанием цитрусовых). Поскольку в настоящее время на предприятиях нередко изготавливаются практически все виды напитков, следует обязательно принимать в расчет все вышеперечисленные факторы.

В настоящее время во ФГУП «ВНИИФТРИ» ведется работа по созданию комплексной методики определения натуральности вина и соков на основе контроля таких показателей, как содержание растворенного кислорода, определение количества красящих веществ в натуральных красных пищевых красителях, измерение спектра ЭПР, измерение концентрации свободных радикалов, и водорастворимых антиоксидантов. При создании фальсификата недобросовестному производителю удастся сформировать такие контролируемые параметры вина, как титруемая кислотность, цвет, антиоксидантная активность. Данная методика позволяет проводить контроль аутентичности продукта на натуральность по спектру ЭПР, фальсифицировать который пока не предоставляется возможным.

В последнее время на аппаратуре Государственного первичного эталона единицы дифференциальной резонансной парамагнитной восприимчивости ГЭТ 83-75 (ДРПВ) [17] и Государственного эталона «Установка высшей точности для воспроизведения единицы концентрации растворенного в воде кислорода УВТ-108-А-2008» [4, 16] нами установлена возможность идентификации вин, что позволит в ближайшей перспективе в сотрудничестве с отраслевым НИИ создать методику инструментального (в отличие от органолептического, т.е. экспертного) определения соответствия алкогольной продукции тем маркам, которые обозначены на этикетках. В основе предлагаемого подхода лежит метод ЭПР, который позволяет измерять индивидуальные свойства каждого красителя, характерного для каждого сорта вина. Эти свойства так же уникальны, как, например, отпечатки пальцев у каждого человека. Спектральный неразрушающий метод позволит, по нашему прогнозу, в сочетании с некоторыми традиционными методами физической химии разработать метрологически обеспеченные с помощью ГПЭ методы определения качества вина и соков, реальных сроков годности растительных масел, лекарств и других органических веществ и продуктов, представляющих интерес с точки зрения их безопасного хранения в государственных резервах.

В настоящее время количество технических регламентов Таможенного союза (ТР ТС), относящихся к сфере продовольственной безопасности, достигло 5, и эта скромная цифра продолжает расти. Нелишне напомнить, что регламенты указанного выше профиля призваны обеспечивать защиту населения от воздействия самых различных факторов, влияющих на здоровье и продолжительность жизни людей. Доказательную базу ТР образуют национальные и межгосударственные стандарты на методы испытаний продовольственного сырья и готовую продукцию на безопасность.

В 2006 г. ФГУП «ВНИИФТРИ» активно подключился к проблеме стандартизации методов испытаний агропромышленной продукции на

безопасность, приняв на себя по приказу Росстандарта ведение секретариата Технического комитета по стандартизации ТК335 «Методы испытаний агропромышленной продукции на безопасность». В состав ТК335 входят 20 НИИ, работающие в агропромышленной сфере, при этом ВНИИФТРИ осуществляет функции головной метрологической организации в части радиационной безопасности пищи и пищевого сырья (определение концентрации радионуклидов), определения содержания микро- и наночастиц также определения содержания антиоксидантов в некоторых продуктах.

Наличие в эталонной базе ВНИИФТРИ Государственного первичного эталона единицы дифференциальной резонансной парамагнитной восприимчивости [17] позволило, начиная с 2008 г., подключиться к разработке весьма значимых для России национальных (ныне уже межгосударственных, т.е. действующих в рамках ТС) стандартов по выявлению радиационно стерилизованных продовольственных продуктов. В число таких продуктов входит мясо, содержащее костную ткань, некоторые импортируемые сухофрукты, содержащие кристаллический сахар, пряности, содержащие целлюлозу. Все перечисленные стандарты разработаны на основе евростандартов путем их гармонизации со стандартами РФ. Их связь с указанным выше госэталонном обусловлена тем, что заложенный в эти стандарты метод измерений основан на использовании спектрометров электронного парамагнитного резонанса, метрологическое обеспечение которых осуществляется с помощью данного Госэталона ГЭТ 83-75, не имеющего аналога в мировой практике [17].

В соответствии с законом «Об обеспечении единства измерений» ФГУП «ВНИИФТРИ» выполняет большой комплекс фундаментальных и прикладных исследований в области единства измерений и решении задач метрологического обеспечения по широкому кругу направлений. Вот некоторые виды измерений, закрепленные за ФГУП «ВНИИФТРИ»:

- физико-химические и электрохимические измерения;
- измерения параметров аэрозолей, гидрозолей, порошков, аэроио-нов, параметров чистых помещений, связанных контролируемых сред и производств; включая производство лекарств, БАД и пищевой продукции;
- измерения влажности газов;
- измерения ионизирующих излучений;
- акустооптическая спектрометрия;
- измерения электропроводности растворов;
- акустические, ультразвуковые измерения в воздушной, водной и твердых средах.

Перечисленные виды измерений во главе с эталонной базой России применимы к обеспечению единства измерений в области пищевой

промышленности, что вполне может приобрести стратегическое значение в современных политических условиях.

Литература

1. Доронин А.Ф., Павлова Т.В., Балаханов М.В., Давыдова Е.В., Добровольский В.И., Лесков А.С., Стахеев А.А. Обеспечение безопасности пищевых продуктов – одна из важнейших задач пищевой промышленности // Пищевая промышленность.- 2013.- №5.- С. 14-17.
2. Яковлев С.А. Качественная питьевая вода// Тезисы докладов конференции, Горно-Алтайск.- 2013.
3. Балаханов М.В., Уколов А.А., Давыдова Е.В. Стахеев А.А. Метрологическое обеспечение воспроизведения единицы концентрации растворенного в воде кислорода// Пищевая промышленность.- 2012.- №9.- С. 58-60.
4. Балаханов М.В., Уколов А.А., Давыдова Е.В., Стахеев А.А. Метрологическое обеспечение измерений параметров качества воды. Воспроизведение единицы концентрации растворённого в воде кислорода.// Контроль качества продукции.- 2013.- №1.
5. Давыдова Е.В., Филимонов Е.В. Разработка сенсора для определения концентрации углекислого газа в жидких и газовых средах.- Метрология в XXI веке. Доклады научно-практической конференции.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ».- 2013.- С. 36-39.
6. Балаханов М.В., Стахеев А.А., Давыдова Е.В. Методы измерения концентрации растворённого кислорода в воде// Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение.- 2012.- №12.
7. Давыдова Е.В., Уколов А.А., Стахеев А.А. Оценка содержания растворённого кислорода, величина активности ионов водорода и анионного состава серийно выпускаемых питьевых вод.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ».- 2013.- С. 166-167.
8. Балаханов М.В., Балаханов Д.М., Лесников Е.В., Данькин Д.А. наночастицы в природных минеральных водах: методика и результаты измерений// Нанотехнологии. Экология. Производство.- 2013.- №6(25).- С. 26-28.
9. Карпов О.В., Лесников Е.В., Балаханов Д.М., Данькин Д.А. Методы и средства измерения параметров наночастиц в природных и технологических средах.- Тезисы лекций и докладов 5-ой Школы «Метрология и стандартизация в нанотехнологиях и нанопродукции», Черноголовка Московской области, 4-7 июня 2012 г.
10. Лесников Е.В., Карпов О.В., Балаханов М.В., Балаханов Д.М., Данькин Д.А. Государственный первичный эталон единицы дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов ГЭТ

- 163-2010// Измер. техника.- 2013.- № 1.- С. 1-6.
11. Давыдова Е.В., Уколов А.А., Стахеев А.А. Исследование метрологических характеристик составных частей разрабатываемого государственного первичного эталона единицы массовой концентрации кислорода и водорода в жидких средах.- Метрология в XXI веке. Доклады научно-практической конференции.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ».- 2013.- с. 36-39.
 12. Сыроежкин А.В., Гребенникова Т.В., Матвеева И.С., Плетнёва Т.В., Чиквиладзе Г.Н., Ульяновцев А.С., Успенская Е.В., Суздалева О.С., Полевщиков Д.М., Карпов О.В., Лесников Е.В., Балаханов Д.М., Лапшин В.Б. Наночастицы в природных водах// Труды ВНИИФТРИ.- 2009.- вып. 56(148).- С. 91-106.
 13. Балаханов М.В., Давыдова Е.В., Добровольский В.И., Еделев Д.А., Доронин А.Ф., Павлова Т.В. Метрологическое обеспечение пищевой промышленности, необходимость взаимодействия// Пищевая промышленность.- 2013.- №6.- С. 32-34.
 14. Государственный первичный эталон показателей активности рХ ионов в водных растворах ГЭТ 171-2007.- Эталонная база ВНИИФТРИ. Каталог.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ».- 2008.- С. 82.
 15. Балаханов М.В. О подтверждении измерительных и калибровочных возможностей национальных метрологических институтов стран-участниц КООМЕТ в области электрохимии// Физико-химические измерения.- Доклады совещания подкомитета КООМЕТ ПК 1.8.1 «Электрохимия» 17-18 сентября 2013.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ».- С. 4-22.
 16. ГОСТ Р 8.766-2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для измерения средств измерений растворённых в воде газов (кислорода, водорода).
 17. Государственный первичный эталон единицы дифференциальной парамагнитной восприимчивости ГЭТ 83-75. Государственные эталоны России.- М.: Изд-во «Андреевский флаг».- 2000.- с. 98.