



НАУКА: КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Научно-информационный журнал
Научно-исследовательского института
Адыгейского государственного университета



СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ		
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ		
Демченко Ю.А., Атаева Г.Ш.	Определение бензоата натрия в соковой и сокосодержащей продукции, реализуемой в Республике Адыгея	3
Османи С.А., Алиева А.Ш., Уджуху З.Ю., Хут Д.Р., Колосова Е.В.	Особенности метаболизма фосфорорганических пестицидов в защищаемом растении при выращивании плодовоовощной продукции	9
ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ		
Езлю Ф.Н., Гаррыева А.Д.	Методика формирования химических знаний у обучающихся 9 –х классов в процессе проведения лабораторно-практических работ в курсе химии средней школы	17



НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 663.86.054.1, 663.81

ББК 36.915

Д31

Демченко Ю.А., Атаева Г.Ш.

ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет»

Лаборатория нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ комплексных проблем АГУ

Определение бензоата натрия в соковой и сокосодержащей продукции, реализуемой в Республике Адыгея

Аннотация

В статье представлены результаты исследования содержания бензойной кислоты и ее солей в соковой и сокосодержащей продукции, реализуемой в Республике Адыгея. Установлено, наличие бензоата натрия в сокосодержащих напитках на уровне от 125,4 до 137,3 мг/кг.

Ключевые слова: бензойная кислота, бензоат натрия, сокосодержащие напитки, соковая продукция, здоровое питание, безопасность пищевых продуктов

Demchenko Yu.A., Ataeva G.Sh.

Adyghe State University

Nutritiology, Ecology and Biotechnology Laboratory, of Scientific Research Institute of complex Problems of ASU

Determination of sodium benzoate in juice and juice-containing products sold in the Republic of Adyghe

Abstract:

The article carried out the results of the study of the content of benzoic acid and its salts in juice and juice-containing products sold in the Republic of Adyghe. It was established that the presence of sodium benzoate in juice-containing drinks is at a level of 125.4 to 137.3 mg/kg.

Key words: benzoic acid, sodium benzoate, cocosodarging beverages, juice products, healthy eating, food safety



В современных техногенных условиях жизни одним из ключевых факторов здоровья человека выступает соблюдение принципов здорового питания, одним из важнейших элементов которого, является соблюдение баланса жиров, белков и углеводов. Согласно действующим в Российской Федерации нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения соотношение белков, жиров и углеводов должно составлять 1:1:4 либо 1:1:5, в зависимости от интенсивности труда и общего уровня физической нагрузки [1].

В соответствии с этими нормативами, а также с учетом рациональных норм потребления пищевых продуктов, отвечающих требованиям здорового питания, изложенных в Приказе Минздрава России от 19.08.2016 N 614 (ред. от 01.12.2020) должны формироваться рационы здорового питания населения, так рекомендуемые объемы потребления фруктов и ягод должны составлять 100 кг на человека в год, в то время как фактическое питание существенно отличается от заявленных значений [2]. Частично восполнить эту потребность в рационе питания человека помогают фруктовые соки, которые являются естественным источником углеводов и целого спектра полезных для организма веществ: аминокислот, витаминов, микроэлементов и антиоксидантов. Вместе с тем остаются вопросы связанные с обеспечением качества и безопасности данной пищевой продукции, поскольку востребованность и высокий спрос приводят к увеличению числа фальсификаций и в целом к росту количества некачественных соков, нектаров и других сокосодержащих продуктов на прилавках.

Согласно Техническому регламенту Таможенного союза (ТР ТС 023/2011) добавление в соки (в том числе - фруктовые и (или) овощные нектары, фруктовые и (или) овощные сокосодержащие напитки, морсы) каких-либо пищевых добавок, в особенности консервантов, таких как бензойная кислоты и ее соли, не допускается [3].

Анализ литературных источников показал, что бензойная кислота и ее соли, относятся к веществам умеренно опасным, III класса опасности [4], и на международном уровне в 90-х годах XX века в результате обобщения данных [5] была рекомендована допустимая суточная доза (ДСД) 5 мг/кг массы тела. Однако, следует отметить, что чаще всего исследования базировались на анализе кратковременных воздействий вещества в высоких дозах, дальнейших расчётов с использованием коэффициентов неопределённости, учитывающих меж- и внутривидовые различия, а также различия между сроками эксперимента и длительностью жизни человека и других факторов научной литературе описано немного [6]. Всё выше перечисленное делает особенно актуальным выявление и количественное определение содержания бензойной кислоты и ее солей в пищевой продукции, в особенности, применяемой в здоровом питании.



На основании этого, *целью работы* явилось изучение количественного содержания консервантов, а именно бензойной кислоты и ее солей, в соках и сокосодержащей продукции, реализуемой в Республике Адыгея.

Материалы и методы исследования.

Объектом исследования выступили соки (n=2) и сокосодержащие напитки (n=3) представленные различными торговыми марками:

- сок «Сады Придонья» персик;
- сок Добрый Супер Джус Мультифрукт;
- напиток сокосодержащий «Jelly Basilly» гранат с семенами базилика;
- напиток сокосодержащий Moonberry Fresh Lemon с кусочками лайма;
- напиток сокосодержащий MoonBerry Мохито Lime.

Выбор в качестве объектов исследования сокосодержащих напитков основывался на содержании в их составе семян, кусочков фруктов и ягод, что часто используется производителями в качестве маркетингового приема, позволяющего акцентировать внимание на «натуральности» и «пользе» напитка для здоровья наряду с традиционными соками.

Сущность метода количественного определения бензойной кислоты и бензоата натрия заключается в их экстракции из водной вытяжки хлороформом с последующим титрованием раствором щелочи [7].

Для этого в мерную колбу на 250 мл помещали навеску массой 30 г. Для осаждения белковых веществ прибавляли 5–10 мл $K_4(Fe(CN)_6)$ и 5–10 мл $ZnSO_4$, после чего доводили до метки дистиллированной водой, энергично перемешивали и через 5 мин фильтровали. Затем отбирали 100 мл фильтрата, помещали в делительную воронку, добавляли раствор HCl до нейтральной реакции, после чего добавляли еще 5 мл HCl . Экстрагировали бензоаты четыре раза хлороформом по 40 мл в течение 20 мин с периодическим встряхиванием. После каждой экстракции хлороформенные вытяжки собирали в одну колбу и затем отгоняли 3/4 объема хлороформа на водяной бане при температуре 65 °С. Вытяжку переносили в фарфоровую чашку и выпаривали досуха при температуре 40–50 °С. Остаток бензоатов в чашке растворяли в 30 мл спирта (нейтрализованного по фенолфталеину), прибавляли 10 мл дистиллированной воды, две–три капли фенолфталеина и титровали 0,05 моль/дм³ раствором $NaOH$.

1 мл раствора $NaOH$ соответствует 0,0061 г бензойной кислоты или 0,0071 г бензоата натрия. Массовая доля (в процентах):

$$X = \frac{100 V * C * M * V_1}{1000 * V_2 * m},$$



где V – объем раствора NaOH, израсходованного на титрование, мл; C – молярная концентрация раствора NaOH, моль/ дм^3 ; M – молекулярная масса бензойной кислоты, г/ моль; V_1 – общий объем приготовленного раствора, мл; V_2 – объем фильтрата, взятого для экстракции хлороформом, мл; m – масса навески продукта, г.

Статистическую обработку полученных результатов проводили в Excel 2016.

Результаты и их обсуждение.

В результате проведенного анализа было выявлено, что в соках бензойная кислота и ее соли не обнаружены на уровне чувствительности используемого метода (таблица 1)

Таблица 1. Содержание бензоата натрия в соковой и сокосодержащей продукции, реализуемой в Республике Адыгея.

Тип соковой продукции	Содержание бензоата натрия, мг/кг	Процент от допустимого уровня содержания в напитках безалкогольных [8]
сок «Сады Придонья» персик	н/о	0
сок Добрый Супер Джус Мультифрукт;	н/о	0
напиток сокосодержащий «Jelly Basilly» гранат с семенами базилика	125,4±1,67	83,6
напиток сокосодержащий Moonberry Fresh Lemon с кусочками лайма	137,3 ±1,02	91,53
напиток сокосодержащий MoonBerry Мохито Lime.	130,5 ±1,3	87,0

Сокосодержащие напитки, как и соки, согласно не должны содержать в своем составе консервантов, однако, как видно из данных, представленных в таблице, в сокосодержащих напитках обнаружено содержание солей бензойной кислоты, на уровне близком к предельно допустимому для напитков, безалкогольных ароматизированных (150 мг/кг) [8]. Необходимость использования консервантов в данном типе продукции может быть связана с наличием плодовых частей в составе напитка (семян, кусочков и т.д.), что повышает опасность микробиологического загрязнения и существенного сокращения сроков хранения.

Таким образом систематическое употребление напитков с различными наполнителями в виде семян, кусочков фруктов, ягод и т.д., содержащих бензойную кислоту и ее соли, может приводить к увеличению рисков возникновения разного рода заболеваний и



патологий. К числу таковых относят: задержку внутриутробного развития плода и плаценты [9], сенсibilизацию организма и развитию аллергических реакций [10], нарушениям психического развития, снижению интеллекта из-за генотоксического и мутагенного действия [11], а также к изменению биохимических показателей и форменных элементов крови [12]. Кроме того, имеются данные, что увеличение потребления солей бензойной кислоты, в особенности, в присутствии глюкозы может приводить к комплексообразованию бензоата натрия с HSA и ускорять развитие таких заболеваний, как рак, сахарный диабет, рассеянный склероз и ряд сердечнососудистых заболеваний [13]. В связи с этим, ряд авторов [6, 14] говорят о необходимости корректировки действующих значений предельно допустимых концентраций бензойной кислоты и бензоата натрия в воде и пищевых продуктах.

На основании проведенного анализа современной литературы, а также результатов исследования можно сделать вывод, что безопасность бензойной кислоты и ее солей для человека носит условный характер и требует дальнейшего углубленного изучения их влияния на организм человека, а применение данного консерванта в продуктах, используемых для здорового питания требует особого контроля.

Примечания

1. МР 2.3.1.0253-21. 2.3.1. Гигиена питания. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.07.2021) // СПС КонсультантПлюс. Москва, 2022.

2. Приказ Минздрава России от 19.08.2016 N 614 (ред. от 01.12.2020) «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» // СПС КонсультантПлюс. Москва, 2022.

3. Технический регламент ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» // Евразийская экономическая комиссия. URL: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/T R T S SokovayaProd. pdf>

4. Оценка токсичности производных бензойной кислоты при внутрижелудочном поступлении в организм / Л.Г. Горохова, Н.Н. Михайлова, Е.В. Уланова, Т.К. Ядыкина // Гигиена и санитария. 2020. № 99 (7). С. 755-760. URL: <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-7-755-760>



5. Влияние производного бензойной кислоты на развитие хронической сердечной недостаточности / Д.Ю. Ивкин, А.А. Карпов, А.В. Драчева [и др.] // Фармация. 2016. № 65 (4). С. 49-52.
6. Корректировка предельно допустимой концентрации бензойной кислоты и бензоата натрия в воде на основе современных данных (обзор литературы) / З.И. Жолдакова [и др.] // GIGIENA I SANITARIYA. 2021. Т. 100, №. 10. С. 1064.
7. Сергачева Е.С. Пищевые и биологически активные добавки. Лабораторные работы: учеб.-метод. пособие. Санкт-Петербург: НИУ ИТМО: ИХиБТ, 2013. 37 с.
8. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) от 28 мая 2010 года № 299. Раздел 22: Требования безопасности пищевых добавок и ароматизаторов // СПС КонсультантПлюс. Москва, 2022.
9. Combined effect of glyphosphate, saccharin and sodium benzoate on rats / M.A. Lieshchova, N.M. Tishkina, A.A. Bohomaz [et al.] // Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2018. Т. 9, № 4. С. 591-597. DOI: 10.15421/021888
10. Characterizing the binding interactions of sodium benzoate with lysozyme at the molecular level using multi-spectroscopy, ITC and modeling methods / C. Huo [et al.] // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 2021. Т. 263. С. 120213.
11. Effects of sodium benzoate, a commonly used food preservative, on learning, memory, and oxidative stress in brain of mice / M.J. Khoshnoud [et al.] // Journal of biochemical and molecular toxicology. 2018. Т. 32, №. 2. P. e22022.
12. Toxicological impact of sodium benzoate on inflammatory cytokines, oxidative stress and biochemical markers in male Wistar rats / I.S. Khan [et al.] // Drug and Chemical Toxicology. 2022. Т. 45, №. 3. P. 1345-1354.
13. Биологическая активность популярных консервантов / Е.Г. Черемных, Е.М. Фандеева, Е.И. Симбирева, А.В. Кулёшин // Мясная индустрия. 2010. № 4. С. 38-41.
14. Effects of sodium benzoate, a commonly used food preservative, on learning, memory, and oxidative stress in brain of mice / M.J. Khoshnoud, A. Siavashpour, M. Bakhshizadeh, M. Rashedinia // J. Biochem. Mol. Toxicol. 2018. № 32 (2). URL: <https://doi.org/10.1002/jbt.22022>

Демченко Юлия Александровна, к.т.н, доцент кафедры химии факультета естествознания Адыгейского государственного университета, эксперт-биохимик лаборатории нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ комплексных проблем АГУ, тел.89284679097, e-mail:jesi-001@mail.ru
Атаева Гунча – студентка 3 курса отделения химии-биология факультета естествознания Адыгейского государственного университета



Османи С.А., Алиева А.Ш., Уджуху З.Ю., Хут Д.Р., Колосова Е.В.

ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет»

Лаборатория нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ КП АГУ

Особенности метаболизма фосфорорганических пестицидов в защищаемом растении при выращивании плодоовощной продукции

Аннотация. В статье представлена токсиколого-биохимическая модель метаболизма фосфорорганических пестицидов в защищаемых растениях, рассмотрен перечень плодоовощной продукции с наибольшим риском контаминации пестицидами и составлен комплекс рекомендаций по снижению их остаточных количеств.

Ключевые слова: фосфорорганические пестициды (ФОП), метаболизм ФОП, контаминация плодоовощной продукции.

Osmani S.A., Alieva A.Sh., Udzhukhu Z.Y., Khut D.R., Kolosova E.V.

Laboratory of Nutrition, Ecology and Biotechnology Research Institute of Complex

Problems of Adyghe State University

Features of the metabolism of organophosphorus pesticides in a protected plant when growing fruit and vegetable products

Annotation. The article presents a toxicological and biochemical model of the metabolism of organophosphorus pesticides in protected plants, considers a list of fruits and vegetables with the highest risk of pesticide contamination, and draws up a set of recommendations to reduce their residual amounts.

Key words: organophosphorus pesticides (OP), OP metabolism, contamination of fruit and vegetable products.

Одной из распространенных групп среди инсектицидов являются фосфорорганические пестициды (ФОП). Они обладают широким спектром пестицидного действия и относительной малой стабильностью во внешней среде, в связи с чем данная группа пестицидов широко используется как в сельскохозяйственной промышленности, так и в народном хозяйстве. Тем не менее, при нарушении норм и правил применения пестицидов, а также условий их хранения, ФОП могут представлять серьезный источник



экологической опасности для человека. Данные пестициды рассматриваются как синаптические яды, подавляющие передачу нервного импульса в холинреактивных системах. Повреждающее действие ФОП оказывают на транспортно-барьерные свойства биологических мембран, стимулируют в них перекисное окисление липидов, приводящее к нарушению их функционального состояния и т. д. [8]. Несмотря на быструю деградацию, даже непродолжительное сохранение ФОП в окружающей среде, в том числе и в почве, ведет к последующему проникновению их, в культивируемые на обработанных площадях, растения. При длительном их воздействии небольших доз, попадающих с плодоовощной продукцией, может наблюдаться накопление и развитие интоксикации в организме человека [7].

Целью работы явилось изучение современных представлений об особенностях проникновения и метаболизма ФОП в защищаемые растения и способах обеззараживания потенциально загрязненной ксенобиотиками плодоовощной продукции.

ФОП по своему химическому строению относятся к производным ортофосфорной и фосфорной кислот, к эфирам тио- и дитиофосфорной кислот. В большинстве случаев ФОП представляют собой жидкие или кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде и многих органических растворителях. Все они летучи и термически неустойчивы [7].

Характер проникновения и распространения пестицидов в растении зависит от строения растения, внешних условий среды, химического состава и формы препаратов пестицидов. Свойства кутикулы, распределение и размер устьиц, интенсивность фотосинтеза также во многом определяют поглощение и распределение ФОП в растениях.

На основе анализа современной отечественной и зарубежной литературы составлена токсиколого-биохимическая модель метаболизма фосфорорганических пестицидов в растениях (рисунок 1).

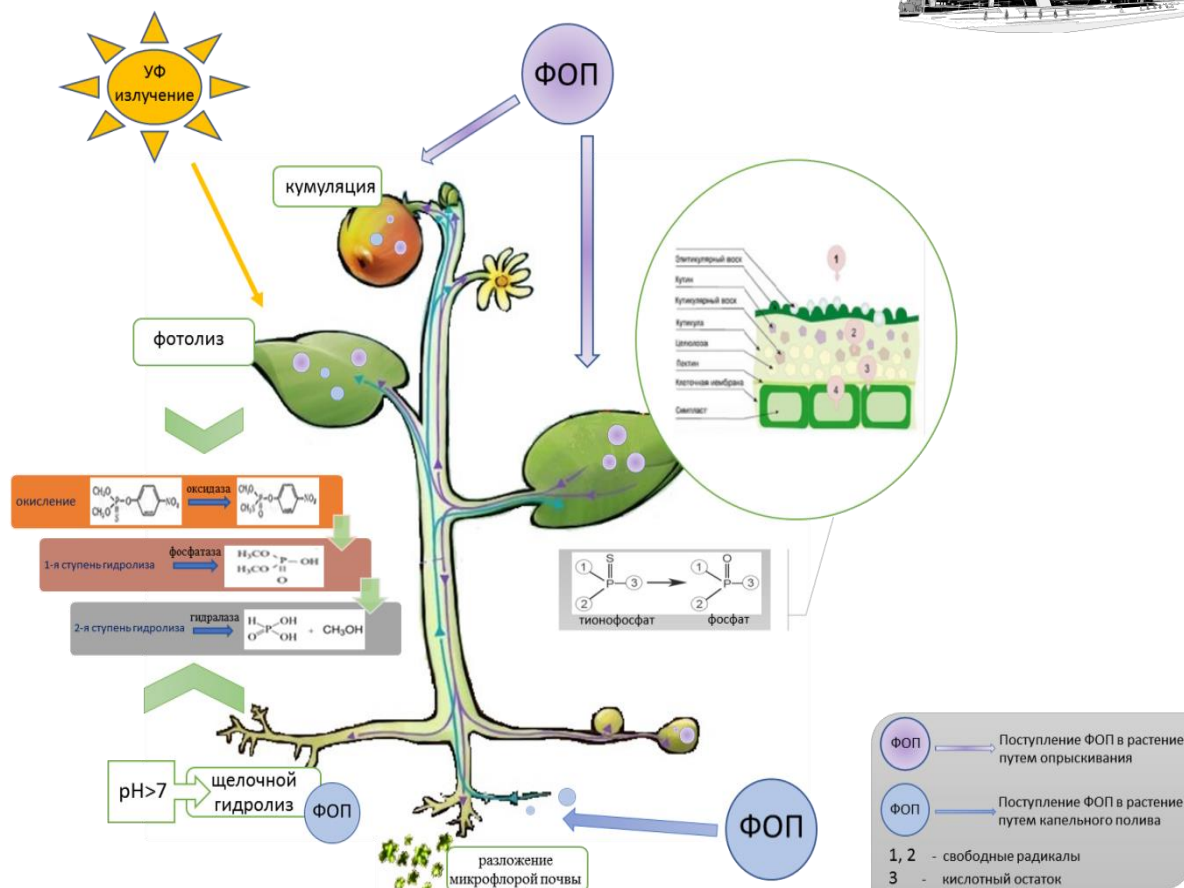


Рисунок 1. Токсиколого-биохимическая модель метаболизма ФОП в растениях

При опрыскивании или опылении вегетирующих растений ФОПы проникают в растения главным образом через листья – через кутикулу и устьица - в виде жидкости или паров. Проникновение в растение через листья происходит лишь в том случае, если препараты находятся в виде растворов и эмульсий. После кристаллизации всякое поступление веществ прекращается. Кутикула хорошо проницаема для масел, поэтому многие растворимые в масле пестициды легко проникают через неё. При опрыскивании плодов растений препаратами с ФОП, основное количество действующего вещества, способные прочно связываться с восками кутикулы, концентрируется в коже. Пестициды, поглощенные растением, могут передвигаться в нём по флоэме, лучевой паренхиме, клеточным стенкам, по ксилеме с транспирационным током и по межклетникам. Так, например, фозалон при опрыскивании проникает через кутикулярные слои растений, благодаря чему происходит его кумуляция в коже плодов и кутикуле листьев. В растении он фактически не передвигается [2].

Часть пестицидов, попавших на поверхности листа и плода растения путем опрыскивания, легко поддаются деструкции путем фотолиза под действием УФ излучения.

Поглощение пестицидов корнями капельным поливом (фертигацией) происходит, так же как и поглощение питательных веществ, в форме диффузии, обменной адсорбции,



носящий пассивный характер, когда адсорбированные на поверхности корней молекулы проникают в неизменном виде и передвигаются с током воды по ксилеме проводящих сосудов к клеткам тканей надземных органов. Так, диазинон, внесенный в почву, хорошо всасывается корнями растений и передвигается в наземные органы, где происходит его накопление в инсектицидных количествах, защищая всходы культур от вредителей в течение 7—15 дней [10], а диметоат легко проникает в растение как через корни, так и через листья, проявляя системное действие. Внутри растения он хорошо передвигается по ксилеме (от корней к надземной части), но перемещение по флоэме затруднено, поэтому большая часть диметоата, нанесённого на лист, остаётся в нём, сохраняя токсические свойства до 20 дней [2].

Необходимо отметить, что в условиях кислотности почвы $pH > 7$ препараты ФОП быстро разрушаются путем щелочного гидролиза. В целом с увеличением pH и повышением температуры среды скорость гидролиза этих, соединений возрастает в несколько раз. Также большую роль в биотическом разложении играют почвенные микроорганизмы. Основную группу почвенных микроорганизмов, разрушающих ксенобиотики, составляют бактерии рода *Pseudomonas*, способные расщеплять более 100 органических соединений [5]. Длительность разложения составляет от нескольких дней до 5 месяца.

В растениях ФОП подвергаются метаболизму под действием ферментных систем. Механизм метаболизма включает различные реакции окисления, гидролиза и комплексования [1]. Разложение ФОП в растениях в общей сложности протекает путем окисления тиофосфата до соответствующего фосфата (диазоксона) с последующим гидролизом P — X-связи с образованием нетоксичных диэтилфосфорной кислоты и 2-изопропил-4-метил-6-оксипиримидина. Так, например, паратион-метил под действием фермента оксидазы окисляется до метилпараоксона, токсичность которого выше исходного вещества. Стойкость метилпараоксона невелика, в связи с чем под действием фермента фосфатазы с участием воды он подвергается двухступенчатому гидролизу с образованием O,O-диметилфосфорной кислоты и 4-нитрофенола. На второй ступени гидролиза O,O-диметилфосфорная кислота разлагается до фосфорной кислоты и метилового спирта [2].

Один из самых распространенных ФОПов - малатион, в тканях растений гидролизуются фосфатазами и карбоксиэстеразами по связям P — X и — с образованием малотоксичных диметилтиофосфорной, малатионмоно-, дикарбоновых и других кислот [4, 15]. Остаточные количества малатиона в полевых условиях исчезают через 10-14 дней, а в защищенном грунте — через 6-8 дней после обработки. Другой не менее известный ФОП - фозалон - внутри растений вначале окисляется до P=O-аналога с последующим гидролизом до соответствующих фосфорных кислот и 6-хлорбензоксазолон. При использовании в



количествах, не превышающих рекомендуемые дозы, ФОП обладает малой фитотоксичностью для сельскохозяйственных культур [6].

Регулярное употребление свежих фруктов и овощей рекомендовано в виду их богатства антиоксидантами (фенольными соединениями и витамином С) [12], однако эти преимущества могут быть нивелированы наличием значительных уровней остатков пестицидов [17, 20]. По некоторым данным 70% всех фруктов и овощей содержат до 230 различных пестицидов [17]. Согласно исследованиям ряда авторов [11, 14, 16, 18], по вопросу мониторинга содержания остаточных количеств пестицидов, в том числе и ФОП, и данным ежегодного доклада некоммерческой организации Рабочей группы по охране окружающей среды (EWG, 2022), клубника, зеленые листовые овощи, абрикосы, персики, яблоки, груши, вишня, виноград и томаты обладают наибольшим риском контаминации ФОПами.

Существует различные пути уменьшения остаточного содержания ФОП в плодоовощной продукции. Общий комплекс рекомендаций, направленных по снижению уровня контаминации ФОПами плодоовощной продукции, представлен на рисунке 2.

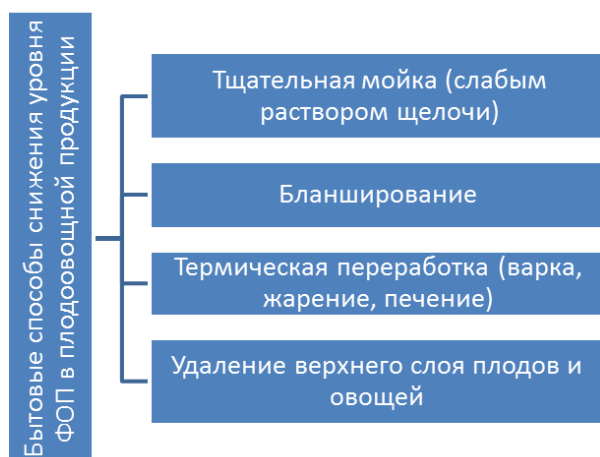


Рисунок 2. Способы снижения остаточных количеств ФОП в свежей плодоовощной продукции.

На эффект снижения остатков пестицидов влияет их распределение в разных частях растения. Согласно токсиколого-биохимической модели метаболизма ФОП, представленной на рисунке 1, большая часть контаминантов накапливаются в кожуре плодов и овощей или на ее поверхности. Следовательно, первоначальным этапом кулинарной переработки плодоовощной продукции является их мойка водопроводной водой. Однако, учитывая липофильность ФОПов, прочно связывающихся с восками кутикулы, обычная мойка малоэффективна. Использование салфеток и моющих средств, удаляющих жиры и воски - детергенты, каустическая сода, спирты (при соотношении между объемами продукта и чистящему раствору 1:5), в большой степени повышают эффективность мойки [3]. По



данным рядом исследований [19, 21], было установлено, что промывка раствором пищевой соды с $pH=8,3$ позволяет удалить из клубники более 50% остатков пестицида, тогда как обработка раствором столового уксуса за 10 мин. удаляет лишь 30% содержащихся пестицидов. Результаты этих исследований подтверждают, что промывка слабыми растворами щелочей более эффективна в уменьшении остаточных количеств ФОП по сравнению с кислыми растворами [9].

Как известно, стабильность ФОП зависит от температурных условий. Бланширование (кратковременная тепловая обработка паром или горячей водой) овощей приводит к значительной деструкции остаточных количеств пестицидов. Удаление ФОП из продуктов питания происходит и при традиционной кулинарной обработке (варке, жарении, печении, термическом консервировании). Так, при обжаривании перца остатки хлорпирифоса уменьшились на 67%, а последующая очистка от кожуры удалила все остатки [13]. Однако, вследствие устойчивости многих ФОП в кислой среде, классические способы квашения и маринования овощей (капусты, огурцов, томатов) не приводят к освобождению их от данных пестицидов [3].

Более эффективным способом уменьшения остаточных количеств пестицидов в плодах и овощах является очистка от наружных частей растений. Например, при удалении кожуры у цитрусовых, яблок, бананов, персиков и наружных листьев у капусты и листовых овощей, освобождение от остаточных количеств пестицидов в них достигает до 90-100 % [9].

Скорость разложения остаточных количеств ФОП в хранящихся продуктах зависит не только от температуры, но и от влажности среды и продолжительности хранения. Так, было установлено, что замораживание овощей и фруктов в течение двух лет при температуре -18 - $(-23)^{\circ}C$ приводит к незначительному снижению пестицидов, тогда как при $2-10^{\circ}C$ остатки такого ФОП, как фенсульфотион, разрушались в корнеплодах на 52-92 %. Также хранение мытых овощей в бытовых условиях в течение трех дней способствует значительной деструкции пестицидов (до 93%). Необходимо отметить, что иногда за счет потери влаги хранящихся продуктов уровень остатков пестицидов может повышаться [3].

Выводы

Токсиколого-биохимическая модель метаболизма ФОП показывает систематизированные данные об особенностях проникновения, обменных процессах и возможной кумуляции данных пестицидов в различных частях защищаемых растений. Комплекс рекомендаций, направленных на снижение уровня остаточных количеств ФОС включает использование простых технологических методов их удаления из плодоовощной продукции в процессе кулинарной обработки, что способствует повышению безопасности употребляемых населением пищевых продуктов.



Примечания:

1. Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений: учеб. пособие. Москва: КолосС, 2006.
2. Груздев Г.С. Химическая защита растений. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 2005.
3. Губаненко Г.А., Камоза Т.Л. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: учеб. пособие. Красноярск: Сибирск. федер. ун-т, 2019. С. 81-82.
4. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. Москва: КолосС, 2012.
5. Огурцов А.Н. Молекулярная биотехнология микробиологических систем: учеб. пособие. Харьков: НТУ «ХПИ», 2012.
6. Попов С.Я., Дорожкина Л.А., Калинин В.А. Основы химической защиты растений / под ред. С.Я. Попова. Москва: Арт-Лион, 2003. 208 с.
7. Шевченко М.А., Таран П.Н., Гончарук В.В. Очистка природных и сточных вод от пестицидов. Ленинград: Химия, 1989.
8. Оценка избирательности действия пестицидов на растения (электрофизиологический метод): метод. указания для студентов биол. фак. / В.М. Юрин, Т.И. Дитченко, О.Г. Яковец [и др.]. Минск: БГУ, 2011. URL: <http://www.elib.bsu.by>
9. Aggad S.S., Deksisssa T., Fungwe T.V. Effects of Different Household Treatment Methods on Minimizing Pesticide Residue Levels in Apple and Strawberry Fruits // Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2020. № 14 (9). С. 22-28. DOI: 10.22587/ajbas.2020.14.9.3
10. Aggarwal V., Deng X., Tuli A. Diazinon-chemistry and environmental fate: a California perspective // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 2013. № 223. P. 107-40.
11. Pesticide residues in Nepalese vegetables and potential health risks / G. Bhandari, P. Zomer, K. Atreya [et al.] // Environmental Research. 2019. Vol. 172. P. 511-521.
12. CDC 2013. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Division of Nutrition, Physical Activity, and Obesity, State Indicator Report on Fruits and Vegetables. URL: <https://www.cdc.gov/nutrition/data-statistics/2018-state-indicatorreport-fruits-vegetables.html>
13. Chavarri M.J., Herrera A., Ariño A. Pesticide residues in field-sprayed and processed fruits and vegetables // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2004. Vol. 84, Issue 10. P. 1253-1259.
14. J.A. Kapeleka, E.Sauli, O. Sadik, P.A. Ndakidemi Co-exposure risks of pesticides residues and bacterial contamination in fresh fruits and vegetables under smallholder horticultural production systems in Tanzania // PLoS ONE. 2020. № 15 (7). P. e0235345.



15. A comprehensive review on enzymatic degradation of the organophosphate pesticide malathion in the environment / S.S. Kumar, P.Ghosh, S.K. Malyan [et al.]. 2019. No 37 (4). P. 288-329. URL: pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31566482/
16. Monitoring of Pesticide Residues in Commonly Used Fruits and Vegetables in Kuwait / M.F.A. Jallow, D.G. Awadh, M.S. Albaho [et al.] // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2017. Vol. 14 (8). P. 833.
17. Park A. Strawberries top the 'Dirty Dozen' list of fruits and vegetables with the most pesticides. 2018. URL: <http://time.com/5234787/dirty-dozen-pesticides>.
18. Toptanci İ., Kiralan M., Ramadan M.F. Levels of pesticide residues in fruits and vegetables in the Turkish domestic markets // Environ Sci Pollut Res Int. 2021. Vol. 28 (29). P. 39451-39457.
19. Food safety in Thailand 2: Pesticide residues found in Chinese kale (*Brassica oleracea*), a commonly consumed vegetable in Asian countries / S. Wanwimolruk, O. Kanchanamayoon, K. Phopin, V. Prachayasittikul // Sci. of the Total Environ. 2015. № 532. P. 447-455
20. Pesticide residues in berries fruits and juices and the potential risk for consumers / E. Wołejko, B. Łozowicka, P. Kaczyński [et al.] // Desalination & Water Treatment. 2014. № 52. P. 19-21.
21. Yang T., Doherty J., Zhao B. Effectiveness of commercial and homemade washing agents in removing pesticide residues on strawberries and in apples // J. of Agri. and Food Chemist. 2017. № 65 (44). P. 9744-9752.

Османи Сумейя Абединовна, эксперт-нутрициолог лаборатории нутрициологии, экологии и биотехнологии биотехнологии НИИ комплексных проблем АГУ, ассистент кафедры химии, e-mail: sumeya.osmani@yandex.ru

Osmani Sumeya Abedinovna, expert-nutritionist of the Laboratory of Nutrition, Ecology and Biotechnology of the Research Institute of Complex Problems of ASU, e-mail: sumeya.osmani@yandex.ru

Алиева Аминат Шахидовна, магистрант 1 курса факультета естествознания АГУ, e-mail: amina.alieva.sh.15@mail.ru

Alieva Aminat Shahidovna, master's degree student 1 courses of faculty of natural sciences of Adyghe State University, e-mail: amina.alieva.sh.15@mail.ru

Уджуху Зухра Юрьевна, студентка 4 курса факультета естествознания АГУ; e-mail: zukhraudzukhu@mail.ru.

Udzhukhu Zuhra Yurievna, 4th year student of the faculty of natural sciences of ASU; e-mail: zukhraudzukhu@mail.ru.

Хут Диана Руслановна, студентка 4 курса факультета естествознания АГУ; e-mail: khutdiana3@gmail.ru.

Khut Diana Ruslanovna, 4th year student of the faculty of natural sciences of ASU; e-mail: khutdiana3@gmail.ru.

Колосова Евгения Васильевна, студентка 1 курса факультета естествознания АГУ; e-mail: yudgin80@mail.ru.

Kolosova Evgenia Vasilievna, 1st year student of the faculty of natural sciences of ASU; e-mail: yudgin80@mail.ru



УДК 372.854

ББК 74.262.4

Е42

Езлю Ф.Н., Гаррыева А.Д.

ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет»

Методика формирования химических знаний у обучающихся 9 –х классов в процессе проведения лабораторно-практических работ в курсе химии средней школы

Аннотация.

В статье представлена методика формирования химических знаний у обучающихся 9 –х классов в процессе проведения лабораторно-практических работ в курсе химии средней школы. Установлена эффективность предложенной методики: у учащихся, которые выполнили практическую работу, повысились знания по теме «Гидролиз солей» в среднем на 7 %.

Ключевые слова: химические знания, лабораторно-практическая работа, поэтапное формирование умственных действий, гидролиз солей.

Ezlyu F.N., Garryeva A.D.

Adyghe State University

Abstract.

The article presents the methodology of formation of chemical knowledge of students in grades 9 in the process of laboratory-practical works in the course of chemistry in high school. The effectiveness of the proposed method was established: students who completed the practical work increased their knowledge on the topic "Hydrolysis of salts" by 7% on average.

Key words: chemical knowledge, laboratory and practical work, phased formation of mental actions, hydrolysis of salts.

В школьном курсе химии эксперимент - это своеобразный объект изучения, метод исследования, источник и средство получения новых знаний о веществе и химической реакции. Известно, что химический эксперимент является методом обучения, если он выступает как самостоятельная работа (лабораторная, практическая, решение экспериментальных задач) [1,2]. Поэтому ученические опыты по химии следует использовать не только как иллюстрацию слов учителя, но и как средство получения и усвоения химических знаний, средство развития познавательной деятельности учащихся [3].



В последнее время все более очевидной становится возрастающая роль исследовательского метода в обучении химии, который позволяет гораздо эффективнее решать задачи усвоения знаний по химии учениками, воспитания инициативности и активной самостоятельности в обучении, усиления интереса к предмету и воспитательной работе [4].

Изучение опыта учителей химии по организации и проведению практических занятий по химии в общеобразовательной школе показывает, что подготовка обучающихся к ним и самостоятельное выполнение химических опытов вызывают значительные трудности и, соответственно, отражаются на качестве их выполнения и полученных знаний. Получение знаний во время самостоятельного выполнения химических опытов существенно влияет на развитие химического мышления и на качество усвоения предмета [2].

Особое внимание следует также обратить на то, что при лабораторно-практической работе по традиционным методикам школьники плохо овладевают навыками формулирования цели работы, планирования эксперимента, грамотно проводить наблюдения, фиксировать и описывать его результаты, обобщать, а также делать выводы, адекватные поставленным задачам. Готовые инструкции в большинстве случаев заставляют обучающихся механически выполнять задания, не задумываясь ни о содержании, ни о методике их выполнения. В результате, проделав значительное количество лабораторно-практических работ, они зачастую оказываются не в состоянии самостоятельно выполнить простейшее исследовательское задание [5].

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о необходимости дальнейшего совершенствования методики лабораторно-практических работ, являющейся важной основой изучения химии, а также разработки и внедрения химического практикума в процесс преподавания химии в общеобразовательных школах, содержание которого должно соответствовать современным требованиям к процессу обучения химии [6]. Безусловно, химический практикум должен содействовать, прежде всего, становлению и развитию творческого мышления и самостоятельности обучающихся; формированию у учащихся навыков исследовательского характера при выполнении лабораторных и практических работ. Опираясь на знания и умения практикума, обучающиеся должны уметь решать проблемные задачи теоретического и экспериментального характера [7].

Таким образом, **целью** нашего исследования явилась разработка методики формирования химических знаний у обучающихся 9-х классов в процессе проведения лабораторно - практических работ в курсе химии средней школы.

Методы исследования: анализ методологической, историко-научной, психолого-педагогической, методической литературы по проблеме исследования; анализ программ,



учебников и методических пособий по химии для средней школы; изучение уровня знаний учащихся методами наблюдения, анкетирования, тестирования, качественной и количественной обработки результатов педагогического эксперимента.

Методологическую основу предлагаемой нами методики проведения экспериментальных работ по химии составили современные психолого-педагогические теории - деятельностный подход к обучению, поэтапное формирование умственных действий [8].

Каждое практическое занятие должно начинаться с постановки общей для всех задачи. Далее ученики получают методички, построенные по определенному алгоритму:

1. Постановка цели и задач работы.
2. Краткое теоретическое введение к экспериментальной работе.
3. Ход выполнения задания.
4. Контрольные вопросы для самопроверки.

Следует отметить, заключительный экспериментальный практикум отличается от обычных лабораторно-практических занятий: задания сложные, требуют усиления умственной деятельности [2].

Выполнение лабораторной работы и проведение химического эксперимента являются материальным этапом в формировании умственных действий и фундаментом изучения химии. В связи с этим актуальным является вопрос о его творческой направленности. Только включившись в активную познавательную деятельность, ученик в состоянии прочувствовать сущность химического явления, овладеть им на уровне основных законов курса химии, использовать усвоенный материал как способ продолжения и углубления знаний. В процессе развития экспериментального обучения возникают внутренние стимулы учения, способствующие активизации перехода знаний в убеждения, выработке познавательной самостоятельности в работе учащихся.

В ходе констатирующего педагогического исследования нами был изучен опыт организации лабораторно-практических занятий по химии методом анкетирования учителей химии средних общеобразовательных учреждений. Учителям было предложено пройти анкетирование.

В анкетировании участвовало 12 учителей средних школ г. Майкопа и республики Адыгея, где обучение химии осуществляется на базовом и профильном уровне.

Результаты и их обсуждение.

Анкетирование показало, что 76% учителей проводят занятия химического практикума только в старших классах; 25% -дополнительно в 8-х и 9-х классах, поэтапно, после изучения какого-либо раздела курса (рис. 1а).



Рис.1а. Результаты анкетирования учителей

На второй вопрос о целях и задачах химического практикума ответы распределились следующим образом: закрепление и обобщение пройденного материала - 90 % ; расширение кругозора учащихся - 22 % ; активизация познавательной деятельности учащихся - 43 % ; воспитание самостоятельности как черты личности ученика — 72 % ; формирование обобщенных практических умений учащихся — 54 %; развитие индивидуальных способностей учащихся - 32 %; развитие творческих способностей учащихся - 22 % ; организация самостоятельной исследовательской деятельности учащихся - 29 % (рис.1б).



Рис.1б. Результаты анкетирования учителей



При ответе на третий вопрос анкеты учителя выделили все предложенные умения и навыки, также учителя отметили, что в процессе изучения химии в средней школе программой не предусмотрено проведение экспериментальных работ (рис.1в).

Какие умения и навыки должны приобрести учащиеся после выполнения химического практикума:

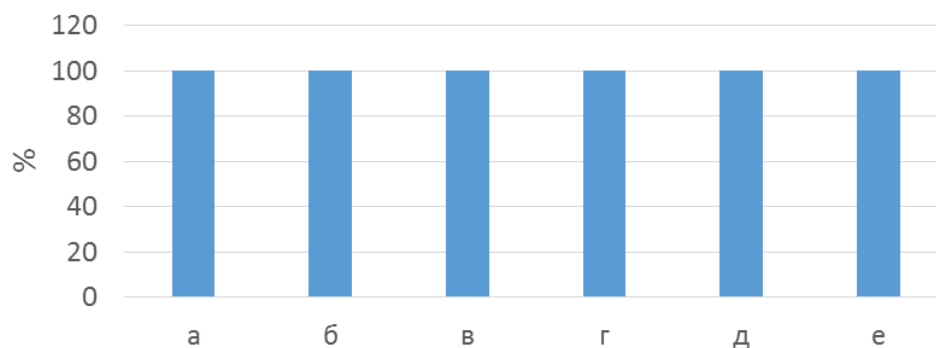


Рис.1в. Результаты анкетирования учителей

Ответы на четвертый вопрос показывают: 68% учителей не учитывают индивидуальные особенности учащихся при организации занятий химического практикума, причина - отсутствие необходимой материальной базы. 32% учителей учитывают при проведении практических занятий названные особенности, предлагая сильным учащимся выполнить дополнительные задания (рис.1г).

Учитываете ли Вы индивидуальные и групповые особенности учащихся при организации химического практикума и...



Рис.1г. Результаты анкетирования учителей

На пятый вопрос анкеты ответы учителей распределились следующим образом: 36% учителей считают, что традиционная методика проведения химического практикума позволяет достичь его целей; 64% опрошенных ответили отрицательно, указав, что: мало времени отводится на проведение занятий химического практикума и в школе плохая материальная база (рис.1д).



Рис.1д. Результаты анкетирования учителей

Таким образом, анализ анкетных данных показывает, что проведению лабораторно-практических занятий в работе учителей средних школ не уделяется должного внимания. Соответственно, на наш взгляд, ученики не получают целостного представления о химии, а также становится одной из причин отсутствия системных знаний и достаточно хорошо сформированных практических умений и навыков.

Также анализ полученных анкетных данных показывает, что трудности при проведении химического практикума у учителей возникают вследствие того, что программой не предусмотрено необходимое количество часов для его проведения, во многих школах отсутствует хорошая материальная база.

При отборе содержания предлагаемого химического практикума нами были учтены требования современной программы по химии, а также требования к учебному оборудованию для общеобразовательных учреждений.

Отличительной особенностью структуры и содержания, методики организации и выполнения этой работы является обеспечение поэтапного овладения химическими знаниями. В процессе выполнения предложенной работы и получения учащимися знаний и умений характер этих заданий должен поступательно меняться: они усложняются, включают элементы исследования и содействуют творческому поиску способа их решения [3,19,20].

При подготовке инструкций к лабораторным и практическим работам использовался принцип вариативности, чтобы учесть разный уровень качества знаний учащихся, что позволит, в конечном счете, обеспечить дифференцированный подход к обучению.

Для выявления эффективности разработанной методики было проведено педагогическое исследование во время пребывания на практике в МБОУ СОШ № 10. В исследовании участвовали ученики 9-х классов: 9 А – контрольная, 9 Б – экспериментальная группа.



Педагогическое исследование включало три этапа: констатирующий, формирующий и контрольный. Цель констатирующего педагогического исследования заключалась в выявлении уровня химических знаний учащихся по теме «Гидролиз солей». Было проведено входное тестирование, включавшее 15 вопросов. Всего в эксперименте участвовало 35 человек. Графическое отображение уровня и знаний учащихся по теме «Гидролиз солей» в контрольной и экспериментальной группах представлено на рисунке 2.

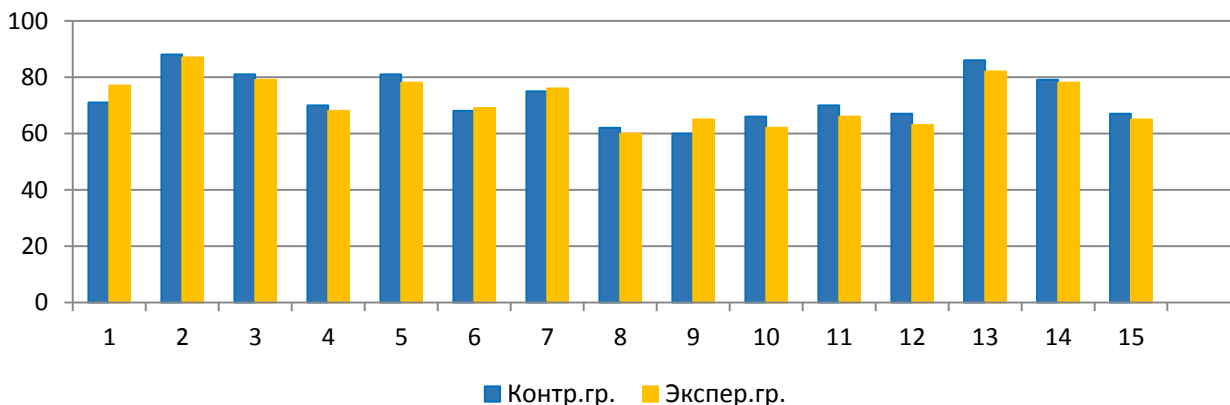


Рис. 2. Результаты тестирования учащихся в контрольной и экспериментальной группах

Из графика видно, что уровень знаний в обеих группах (контрольной и экспериментальной) на старте педагогического эксперимента практически одинаков.

Этап формирующего педагогического эксперимента был проведен с целью проверки и подтверждения гипотезы исследования. На данном этапе исследования изучение темы «Гидролиз солей» в контрольной группе (9А) производилось в соответствии с традиционным обучением, а в экспериментальной группе была проведена практическая работа по теме.

С опытами, предложенными в данной практической работе, справилось большинство учащихся как в контрольных, так и в экспериментальных группах. Однако, качественный анализ отчетов о работе, а также ответов на контрольные вопросы показал разные результаты.

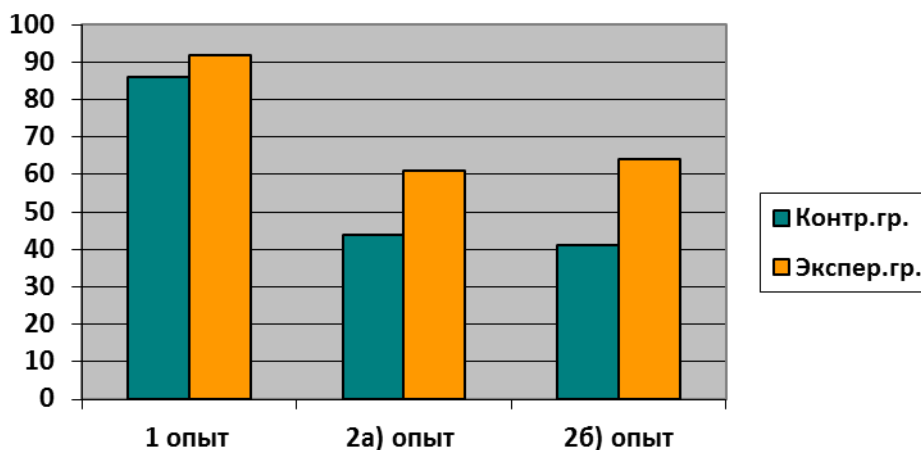


Рис.3. Результаты выполнения практической работы по теме «Гидролиз солей»



Правильно определили реакцию среды в растворах выданных солей и дали подробное объяснение полученным результатам 92% учащихся экспериментальных групп и 86 % учеников в контрольных группах. Наибольшие затруднения имели место у учащихся при определении реакции среды в растворе карбоната аммония. Так как pH раствора данной соли имеет значение в области 8-9, то многие учащиеся, особенно в контрольных группах, сделали неверный вывод о том, что гидроксид аммония - сильное основание.

Подробных объяснений наблюдаемых явлений требовало выполнение второго опыта. Полные и правильные объяснения о влиянии силы кислоты и основания, образующих соль, на степень ее гидролиза привели в своих отчетах 61% учащихся экспериментальных групп и лишь 44% учеников контрольных групп. Причем в последних у многих учащихся (28%) встречались неполные ответы. Такие результаты, по нашему мнению, свидетельствуют о значительной роли предварительного обсуждения хода эксперимента при выполнении практической работы, которое и осуществлялось в экспериментальных группах.

Выполнение 2б) опыта у многих учащихся вызвал затруднения. Справились с заданием 41% учащихся в контрольных группах и 64 в экспериментальных группах учащихся. В ответах учащихся контрольных групп вывод по данному опыту чаще всего был сделан такой: «При нагревании раствора соли CH_3COONa интенсивность окраски фенолфталеина возрастает, значит увеличивается концентрация ионов OH^- . Степень гидролиза соли при этом возрастает». В экспериментальных группах учащиеся дали другое объяснение: «Усиление окраски индикатора наблюдается при повышении температуры раствора соли CH_3COONa , усиливается гидролиз соли и смещается равновесие процесса вправо. Значит, гидролиз солей является эндотермическим процессом».

Также, в ходе выполнения практической работы, были проанализированы все действия по выполнению заданий. Результаты данного анализа представлены в таблице 2.

Таблица 1. Результаты выполнения заданий экспериментальной работы по теме: «Гидролиз солей».

№ опыта	Действия	Число учащихся, усвоивших знания (% от общего числа)	
		Экспер. группа	Контр. группа
1.	1. Определить реакцию среды в растворах солей	85	70
	2. Объяснить результаты исследования	51	35
	3. Записать уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде	92	74
2.	1. Сделать предположение об окраске индикатора в растворе солей	54	36
	2. Испытать на практике	68	41
	3. Объяснить результаты исследования	62	48



	4. Записать уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде	94	78
3.	1. Записать молекулярное и ионно-молекулярное уравнения реакции гидролиза соли.	88	76
	2. Сделать предположение об изменении окраски индикатора при нагревании раствора соли.	72	58
	3. Испытать на практике.	87	64
	4. Объяснить результаты исследования.	51	34

Были также проанализированы ответы на контрольные вопросы, которые были даны после инструкции к практической работе. Число ответов на данные вопросы приведено в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительная таблица ответов на контрольные вопросы по теме: «Гидролиз солей».

Вопрос	Ответы (в % от общего числа)							
	Полные		Неполные		Неправильные		не дано ответа	
	Эксп.гр.	Контр.гр.	Эксп.гр.	Контр.гр.	Эксп.гр.	Контр.гр.	Эксп.гр.	Контр.гр.
1.	92	88	8	10	-	2	-	-
2.	86	64	12	26	2	10	-	-
3.	57	43	24	18	19	26	-	14
4.	81	63	12	24	8	12	-	-
5.	58	47	28	22	14	31	-	-

Анализ данных показывает, что сделать обобщающий вывод о том, почему соли подвергаются гидролизу смогли большинство учащихся как в экспериментальной, так и в контрольной группах. На второй вопрос также большинство учащихся обеих групп привели правильный ответ. Однако, в экспериментальной группе к числу солей, имеющих нейтральную реакцию среды были отнесены соли, образованные слабой кислотой и слабым основанием при условии, что константы диссоциации данных кислоты и основания близки по своим значениям.

Наибольшие затруднения вызвал третий вопрос, требующий экспериментальной проверки правильности ответа. Лишь 57% и 43% учащихся экспериментальной и контрольной групп соответственно привели правильные ответы и подробные объяснения данному заданию. 26% учащихся в контрольной группе отметили, что концентрация соли не влияет на степень ее гидролиза.

При ответе на 5 вопрос 58% учащихся экспериментальной группы правильно указали на все факторы, влияющие на степень гидролиза солей и дали подробное объяснение этому влиянию. Число неправильных ответов из-за неточного объяснения влияния концентрации соли на процесс ее гидролиза составило 12 % в экспериментальных и 31 % в контрольных классах.



После проведения данной практической работы с целью контроля усвоенных знаний и умений учащимся контрольной и экспериментальной групп было проведено контрольное тестирование по теме «Гидролиз солей».

Графическое отображение уровня и знаний учащихся по теме «Гидролиз солей» в контрольной и экспериментальной группах представлено на рисунке 4.

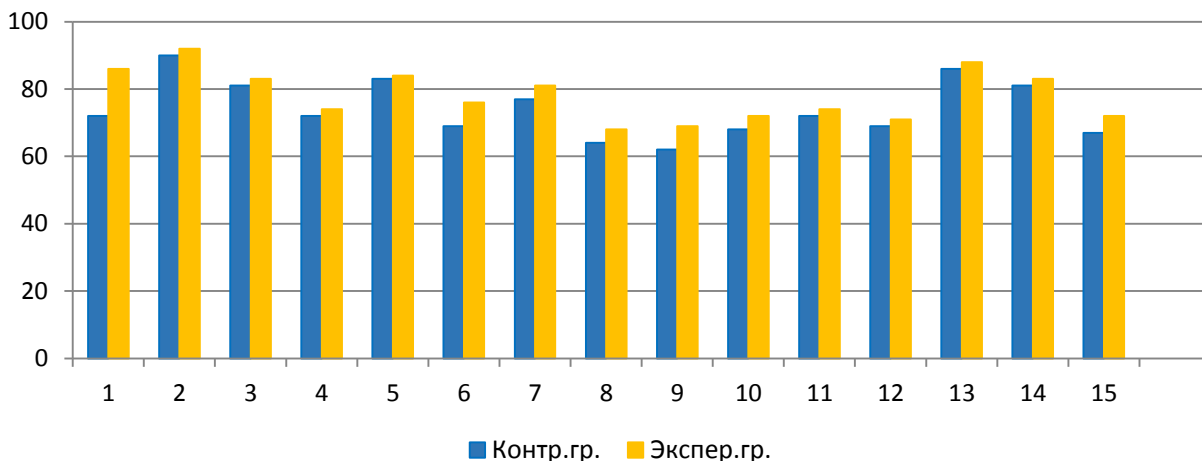


Рис. 4. Результаты контрольного тестирования учащихся в контрольной и экспериментальной группах

Таким образом, анализ данных, полученных при проведении педагогического эксперимента, позволяет сделать следующий вывод: у учащихся, которые выполнили практическую работу, повысились знания по теме «Гидролиз солей» в среднем на 7 %, у учащихся контрольной группы на 1,4%.

Примечания

1. Общая методика обучения химии: содержание и методы обучения химии. Москва: Просвещение, 1981. 224 с.
2. Глазкова О.В. Формирование химических знаний в процессе проведения лабораторно-практических работ в курсе химии средней школы: дис. ... канд. пед. наук 13.00.02. Москва, 1999. 209 с.
3. Злотников Э.Г., Гаркунов В.П. Функции школьного химического эксперимента в условиях развивающего образования // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. 1983. Т. 28, № 5. С. 12-18.
4. Использование проблемных приемов обучения на лабораторных занятиях по общей химии / Е.Ф. Балашова, С.Е. Зауралова, В.А. Маркова, Е.Г. Рутберг // Психолого-педагогические вопросы методики обучения химии в высшей школе. Саранск: Мордовский университет, 1987. С. 44-50.



5. Субанаков А.К. Экспериментальная деятельность как средство развития познавательной самостоятельности старшеклассников: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Улан-Удэ, 2012. 156 с.
6. Глазкова О.В. Развитие навыков исследовательской работы студентов на занятиях лабораторного практикума по общей химии // Интеграция образования. 2013. № 1 (70). С. 44-46.
7. Злотников Э.Г. Интенсификация мыслительной деятельности учащихся при экспериментальном обучении // Совершенствование содержания и методов обучения химии в средней школе. Санкт-Петербург: Образование, 1991. С. 65-72.

Езлю Фатима Нурбиевна, старший преподаватель кафедры химии факультета естествознания Адыгейского государственного университета, тел. 89183278621, e-mail: fatma1609@yandex.ru

Гаррыева Аманбиби Доврангелдиевна, студентка 5 курса факультета естествознания Адыгейского государственного университета.