

ВЪЗМОЖНОСТИ НА ХИМИЧНИЯ ЕКСПЕРИМЕНТ ЗА ОБОГАТЯВАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНАТА КУЛТУРА НА УЧЕНИЦИТЕ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА (10. КЛАС)

Антоанета А. Ангелачева, Мелиха Р. Кърмаджиева
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“,
ПГХВТ „Св. Димитрий Солунски“, Асеновград

***Резюме:** В работата са обогатени методичните указания за провеждане, анализ и отчет на извършваните химични експерименти с насоченост към проблемите за опазване на околната среда. Подбрани и разработени са химични експерименти с екологична насоченост, свързани с установяване свойствата на простите вещества и химичните съединения на елементите от Б-групите на Периодичната система. Целесъобразността на създадените учебни експерименти е доказана чрез педагогически експеримент. Резултатите от него показват повишаване на обучеността на учениците с акцент върху тяхната екологична култура в рамките на разглежданото учебно съдържание.*

***Ключови думи:** учебен химичен експеримент, екологична култура, процес на обучение по химия*

POSSIBILITIES OF THE CHEMICAL EXPERIMENT FOR ENRICHMENT OF THE ENVIRONMENTAL CULTURE OF STUDENTS IN THE COURSE OF TEACHING CHEMISTRY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION (10TH GRADE)

Antoaneta A. Angelacheva, Meliha R. Karmadjieva
University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”
PGHVT “St. Dimitriy Solunski”, Asenovgrad

***Abstract:** In the work, the methodological guidelines for conducting, analyzing and reporting the performed chemical experiments are enriched with a focus on environmental protection issues. Chemical experiments with ecological orientation have been selected and developed related to the determination of the properties of simple substances and chemical compounds of the elements of the B-groups of the Periodic Table. The appropriateness of the designed learning experiments has been proven through a pedagogical experiment. The results show an increase in students' learning with a focus on their environmental awareness within the curriculum content under consideration.*

***Keywords:** chemistry learning experiment, environmental culture, chemistry learning process*

1. Увод

Бързите темпове в развитието на обществото, производството и технологиите предизвикват реална опасност от екологична криза с глобален, регионален или локален характер. Настъпилите промени в екологичното равновесие, в климата на Земята, основателно будят тревога и изискват активна и целенасочена дейност, насочена към опазване на околната среда. Само отговорни и грамотни по отношение на околната среда личности могат да разрешат екологичните проблеми. Такива личности следва да се формират в средното училище. В тази връзка изграждането на екологична култура на младото поколение е една от целите на образованието. Постигането на тази цел е в основата на оптимизиране на взаимоотношенията между човека и околната среда.

За обогатяване на екологичната култура на подрастващите се използват възможностите както на учебното съдържание по природонаучните учебни предмети, така и на системата от организационни форми, методи и средства на обучение.

Водещ метод в процеса на обучение по химия е учебният химичен експеримент, който позволява непосредствено наблюдение и изучаване на обекти от околната среда (Жечева, 2021). Той може да се използва за повишаване на екологичната подготовка на учениците чрез запознаване с въздействието на химичните вещества върху околната среда и с методите за нейното опазване и възстановяване.

Ето защо във фокуса на настоящата работа е положен проблема за възможностите на учебния химичен експеримент за повишаване екологичната култура на учениците.

2. Теоретични основи на изследването

Учебният химичен експеримент е метод за изучаване на обекти в контролируеми условия. Той е свързан както с наблюдението, така и с теорията, подобно на научния експеримент. Когато ученикът е само наблюдател, се говори за демонстрационен експеримент, а когато е активен изпълнител на опитното изследване – за лабораторен експеримент (Жечева, 2022).

В процеса на обучение по химия чрез химичния експеримент се реализират по-важните цели на обучението по химия (табл. 1), в това число и целите, свързани с формиране на екологична култура у учениците (Ангелачева, 2019).

Таблица 1. Роля на учебния химичен експеримент за осъществяване на цели, свързани с изграждане на екологична култура у учениците

Цели на обучението по химия, свързани с формиране на екологична култура	Познавателно значение на учебния химичен експеримент
1. По отношение на системата от екологични знания	– овладяване на знания за въздействието на веществата върху околната среда в зависимост от концентрацията им; – запознаване с методите за почистване на замърсените с вредни вещества води, на отпадните промишлени газове; – формиране на знания (и умения) за запазване на собственото здраве и здравето на околните при извършване на химични експерименти и др.
2. По отношение на системата от екологични умения	– формиране на експериментални умения за работа с вещества и с лабораторни съдове – усвояване основите на експерименталната техника, на важни химични операции и на умения за конструиране на опитни постановки при спазване правилата за безопасна работа;

	<ul style="list-style-type: none"> – развиване на организационно-технически умения – за планиране, за поддръжане на работното място, за икономия на време и материали; – развитие на способност у учениците за установяване на проблеми, за изграждане на хипотези и за тяхното доказване и др.
3. По отношение на ценностните ориентации	<ul style="list-style-type: none"> – изграждане на оценъчно отношение, свързано с определяне значимостта на изучаваните обекти (вещества и химични реакции) за живота и за практиката; – формиране на отговорно и съзнателно отношение, на самостоятелност на действията и на мисленето, настойчивост и упоритост при изпълнение на експериментални задачи; стриктно спазване на техниката за безопасна работа и др.

Чрез учебния експеримент химията може да се представи не само като замърсител на околната среда, но и като носител на методите за почистването и опазването ѝ. Веществата, които се изучават могат да се свържат с екологичните проблеми, които възникват при тяхното получаване и при изследване на свойствата им, както и с начините за решаване на тези проблеми.

Основните аспекти за обогатяване на екологичната култура на учениците чрез учебния химичен експеримент са следните:

- обсъждане дали изходните вещества и продуктите на реакцията представляват замърсители на околната среда в зависимост от техните свойства и от концентрацията им;
- предлагане на начини (ако тези вещества са замърсители) за ограничаване или за предотвратяване отделянето им в околното пространство (на базата на знанията за свойствата на веществата и закономерностите на протичане на химичните реакции);
- подбор на химични експерименти, които:
 - показват въздействието на химичните вещества върху околната среда;
 - са свързани с установяване наличието на токсични вещества в околната среда;
 - показват методите за ограничаване постъпването на вредни вещества в околната среда и методите за почистване на околната среда от токсични вещества;
 - илюстрират биологичното значение на химичните елементи;
 - илюстрират токсичното действие на неорганичните и на органичните вещества (Ангелачева, 2019; 2020).

3. Описание и методология на изследването

За реализиране на посочените аспекти на екологична целесъобразност са разработени варианти на химични опити, свързани с изучаване на металите от Б-групите на Периодичната система в 10. клас. За всеки от опитите е създаден работен лист, в който е отразена методическата последователност при провеждане на експериментите – цел на опита, място в учебното съдържание по химия, необходими вещества и материали, опитна постановка, наблюдения и разсъждения върху опита, изводи. Специален акцент в работните листове е поставен върху физиологичното действие на простите вещества и химичните съединения на елементите от Б-групите, начините за осигуряване на безопасна експериментална работа, мерките за оказване на първа помощ при евентуално поразяване. В Приложение са представени някои от апробираните в процеса на обучение по химия в 10. клас експерименти.

За обогатяване на екологичната култура на учениците в хода на експерименталната работа се обсъжда информация, свързана с източниците на замърсяване на околната среда с прости вещества и химични съединения на елементите от Б-групите, начините за ограничаване или за предотвратяване постъпването на вредни вещества в околната среда. Поставянето на фокус на тези акценти при изпълнение на експериментите може да обогати знанията на учениците за ролята на химията като наука и като учебен предмет за постигане на устойчиво развитие на обществото и на средата, която то обитава.

Качествата на предложените учебни експерименти са изследвани в два аспекта: чрез експертна оценка и след изпробване на експериментите чрез статистическа обработка на получените емпирични данни. Експертната оценка е извършена от 26 експерти (студенти-бъдещи учители по химия), които изпълняват опитите в лабораторни условия – в упражненията по дисциплината Методика и техника на учебния експеримент по химия. Експертите оценяват качествата на опитите по показатели, необходими за определяне на техните методически и технически характеристики (табл. 2).

Таблица 2. Показатели за експертна оценка на опитите

Показатели за оценяване на методическите характеристики на опита	Точки		
1. Ясно формулирана цел на опита.	-1	0	1
2. Логическа връзка между опита и конкретно учебно съдържание.	-1	0	1
3. Точно описание на необходимите за опита реактиви, съдове, апаратури.	-1	0	1
4. Подходящи указания за провеждане и за наблюдение на опита.	-1	0	1
5. Анализ на получените резултати и формулиране на изводи.	-1	0	1
6. Възможност за обсъждане в хода на експерименталната дейност на информация, свързана с физиологичното действие на веществата, техниката на безопасна работа, мерките за оказване на първа помощ при поразяване.	-1	0	1
7. Възможност за обогатяване на екологичната култура на учениците (на системата от екологични знания и умения и ценностни отношения към околната среда).	-1	0	1
8. Провокиране на познавателната активност и самостоятелност на учениците (за проучване на допълнителни литературни източници, за изпълнение на други опити по темата и др.).	-1	0	1
Показатели за оценяване на техническите характеристики на опита			
9. Безопасност на опита.	-1	0	1
10. Видимост на явленията и процесите, които протичат.	-1	0	1
11. Добре подбрано количествено съотношение на веществата.	-1	0	1
12. Подходяща концентрация на веществата.	-1	0	1
13. Подходящи условия, при които се провежда опита.	-1	0	1
14. Достъпност на използваните вещества и материали.	-1	0	1
15. Несложна опитна постановка.	-1	0	1

Използва се оценъчна скала, в която: +1 означава, че опитът отговаря на съответния показател; 0 – експертът не може да прецени категорично дали опитът отговаря на показателя; -1 – опитът не отговаря на показателя. Опити с оценка под 10 точки и неотговарящи на първите десет показатели имат лошо качество и не могат да се използват за експериментална дейност в процеса на обучение по химия. Опити с 10 или 11 точки, които задължително отговарят на първите десет показатели, имат добро качество и могат да се използват за онагледяване на учебния процес. Опити, оценени с между 12 и 13 точки, са с много добро качество, а тези с 14 и 15 точки – с отлично качество. От предложените за оценка опити са подбрани само тези, които са с много добро и с отлично качество. Останалите опити са преработени или са елиминирани.

Ефективността на разработените експерименти за повишаване на екологичната подготовка на учениците е доказана чрез педагогически експеримент. Експерименталното обучение е проведено с две групи ученици по следните варианти: *вариант 1 (В₁)* – в тази група ученици експериментите се извършват като демонстрационни; *вариант 2 (В₂)* – учениците реализират опитите като лабораторни; опитите се коментират с акцент върху биологичното значение или токсичното действие на простите вещества и химичните съединения на елементите от Б-групите на Периодичната система. От двете групи по случаен признак са оформени две независими извадки от ученици (по 60 за всяка група) със сходни постижения от решаването на предварителен тест „Разтвори и химични реакции във водни разтвори“. За установяване влиянието на разработените два варианта на обучение върху познавателните резултати на учениците е използван заключителен тест „Метали от Б-групите на Периодичната система и опазване на околната среда“, който е обект на друга публикация. Тестът е конструиран съобразно следните критерии и показатели: (а) критерий екологични знания с показатели обем и осмисленост на овладените екологични знания за металите от Б-групите (субтест 1 – задачи от 1 до 6); (б) критерий екологични умения с показатели приложимост на екологичните знания в различни познавателни ситуации; планиране и изпълнение на химични експерименти с екологична насоченост (субтест 2 – задачи от 7 до 11); (в) критерий ценностно отношение към глобалните екологични проблеми с показатели интензивност и осъзнатост на отношението (субтест 3 – задачи от 12 до 16).

Целта на експерименталното изследване е да се получат достоверни данни за ефективността на разработените учебни експерименти за обогатяване на екологичната култура на учениците.

Обект на изследването са ученици от 10. клас. *Предмет* на изследването са познавателните резултати на учениците с акцент върху тяхната екологична култура (екологични знания и умения, ценностни отношения към околната среда).

Хипотезата на изследването е, че ако в процеса на обучение по химия в 10. клас разработените химични опити се изпълняват като лабораторни и се обсъждат екологичните аспекти на учебното съдържание за металите от Б-групите на Периодичната система, то ще се оптимизират условията за продуктивно учене по химия с акцент върху екологичните знания и умения и ценностните отношения на учениците към околната среда.

4. Резултати и обсъждане

Целта на статистическия анализ е да се провери достоверността на изградената хипотеза чрез прилагане на статистически методи за обработка на резултатите от педагогическия експеримент. Непрекъснатият характер на белега (продуктивност на ученето по химия с акцент върху екологичната култура на учениците) мотивира избора на статистическите параметри: средноаритметична \bar{x} , дисперсия s^2 , стандартно отклонение s . За обработка на данните от педагогическия експеримент са приложени статистическите методи F-критерий на Фишер и t-критерий на Стюдънт (Иванов, 2006; Лакюрски, 1999; Стойчев, 2007).

Статистическата обработка и анализът на резултатите от педагогическия експеримент са фокусирани към решаване на следния въпрос: Различават ли се разпределенията на случайните променливи X и Y , които характеризират с числови стойности продуктивността на ученето по химия в групите, обучавани по двата варианта?

Статистическите хипотези са: H_0 : Разпределенията на случайните величини X и Y в групите, обучавани по двата варианта, не се различават съществено. H_A : Между

разпределенията на случайните величини **X** и **Y** в групите, обучавани по двата варианта, съществува значима разлика.

Данните от статистическото изследване са представени в таблица 3.

Таблица 3. Обобщени резултати от статистическото изследване

Статистически величини	V₁	V₂	V₁	V₂	V₁	V₂
	субтест 1	субтест 1	субтест 2	субтест 2	субтест 3	субтест 3
Брой изследвани лица (n)	60	60	60	60	60	60
Средноаритметична (\bar{x})	3,27	4,33	2,97	3,72	2,71	3,33
Дисперсия (s^2)	1,25	0,99	1,12	1,09	0,99	1,31
Стандартно отклонение (s)	1,12	0,99	1,06	1,04	0,99	1,14
F-критерий на Фишер H₀: $s_1^2 = s_2^2$ H₁: $s_1^2 \neq s_2^2$	F _{емп.} = 1,26 F _{0,005;59/59} < F _{емп.} < F _{0,995;59/59} H ₀ се приема		F _{емп.} = 1,03 F _{0,005;59/59} < F _{емп.} < F _{0,995;59/59} H ₀ се приема		F _{емп.} = 0,76 F _{0,005;59/59} < F _{емп.} < F _{0,995;59/59} H ₀ се приема	
t-критерий на Стюдънт H₀: $\mu_1 = \mu_2$ H₁: $\mu_1 \neq \mu_2$	t _{емп.} = 5,48 t _{емп.} > t _{0,01/118} H ₀ се отхвърля		t _{емп.} = 3,91 t _{емп.} > t _{0,01/118} H ₀ се отхвърля		t _{емп.} = 3,18 t _{емп.} > t _{0,01/118} H ₀ се отхвърля	

F-критерий на Фишер

Прилагането на t-критерия на Стюдънт изисква проверка на разликата между дисперсиите в изследваните групи ученици **V₁** и **V₂**. Статистическите хипотези са: **H₀**: $s_1^2 = s_2^2$ няма разлика между дисперсиите на двете извадки; **H₁**: $s_1^2 \neq s_2^2$ дисперсиите на двете извадки се различават.

Проверяващата величина критерият на Фишер **F** се изчислява по формула (1) (Лакюрски, 1999, 118-119):

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (1).$$

При избрано равнище на достоверност $\alpha = 0,01$ и обем $n_1 = n_2 = 60$ горната критична стойност $_{1-(\alpha/2)}F_{n_1-1, n_2-1}$ се отчита от таблица, а долната критична стойност $_{1-(\alpha/2)}F_{n_1-1, n_2-1}$ се изчислява по формула (2) (пак там):

$$_{(\alpha/2)}F_{n_1-1, n_2-1} = \frac{1}{_{1-(\alpha/2)}F_{n_1-1, n_2-1}} \quad (2).$$

За нашия случай: $F_{0,995;59/59} = 1,96$; $F_{0,005;59/59} = 0,51$.

Тъй като изчислените стойности на F (вж. табл. 3) са в границите:

$F_{0,005;59/59} < F < F_{0,995;59/59}$, се приема нулевата хипотеза **H₀**: няма статистически значима разлика между дисперсиите в изследваните групи от ученици. След като двете извадки принадлежат към генерални съвкупности с еднакви дисперсии може да се приложи t-критерият на Стюдънт за установяване на разлика между средните величини.

t-критерий на Стюдънт

Статистическите хипотези са: $H_0: \mu_1 = \mu_2$ няма разлика между средните величини в двете извадки; $H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ средните величини в двете извадки се различават.

Критерият t се изчислява по формула (3) (Клаус, Ебнер, 1971, 175):

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{s} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}} \quad (3), \quad \text{където}$$

\bar{x}, \bar{y} – средни величини на извадките; n_1, n_2 – обем на извадките; s – “претеглена” средна на дисперсиите s_x^2, s_y^2 ; изчислява се по формула (4):

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) s_x^2 + (n_2 - 1) s_y^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (4)$$

Констатираните по-високи емпирични стойности на критерия t (табл. 3) от неговото критично значение $t_{0,01/118} = 2,36$ са основание да се приеме алтернативната хипотеза H_A : и за трите субтеста разликата между средноаритметичните стойности в групите, обучавани по двата варианта е статистически значима. Резултатите на учениците, обучавани по вариант B_2 , са по-добри от тези на учениците, обучавани по вариант B_1 . Следователно реализирането на лабораторни химични опити с екологична насоченост в учебния процес по химия в 10. клас влияе положително върху продуктивността на ученето по химия по избраните критерии и показатели. Резултатите от тестирането показват, че в експерименталната група ученици B_2 резултатите от субтест 1 (за екологични знания) са по-високи от резултатите за субтестове 2 и 3 (за екологични умения и за проявено отношение към проблема за опазване на околната среда). Това означава, че задачата за формиране на система от знания, умения и отношения, свързани с опазване на околната среда, не може да бъде изпълнена цялостно само на основата на добре подбрани химични експерименти с екологично съдържание. Наред с това се очертават по-големи възможности за подбор на образователни технологии (организационни форми, методи и средства на обучение) за активно овладяване от учениците на екологични знания и умения, и за формиране на ценностни отношения към околната среда.

Трайността на познавателните резултати на учениците, обучавани по вариант B_2 , е измерена чрез ретест. Резултатите от заключителния тест и от ретеста (табл. 4) показват близки стойности на измерените величини.

Таблица 4. Резултати от заключителния тест и от ретеста на учениците от вариант B_2

Статистически величини	Субтест 1		Субтест 2		Субтест 3	
	тест	ретест	тест	ретест	тест	ретест
Брой изследвани лица (n)	60	60	60	60	60	60
Средна аритметична (\bar{x})	4,71	4,63	4,62	4,57	4,53	4,42
Дисперсия (s^2)	0,76	0,81	0,75	0,69	0,66	0,73
Стандартно отклонение (s)	0,87	0,9	0,87	0,83	0,81	0,85

Между данните от двете тестираня няма статистически значима разлика, което потвърждава очакването за траен ефект на предложените учебни експерименти върху познавателните резултати на изследваните ученици с акцент върху тяхната екологична култура.

5. Заключение

Въз основа на извършения количествен и качествен анализ на резултатите от изследването може да се твърди, че в контекста на разработените химични експерименти хипотезата на изследването е потвърдена, а неговите цели са изпълнени. Организираното по вариант **В₂** обучение има положително влияние върху продуктивността на учебната дейност, измерена с критерии за екологична култура.

В заключение трябва да се отбележи, че подобрените и разработени варианти на опитни постановки не изчерпват цялата гама от възможности за онагледяване на процеса на обучение по химия. Необходимо е за всеки конкретен случай да се търси най-оптималния вариант, който не само развива познавателните интереси на учениците, но и обогатява тяхната екологична култура.

Литература

Ангелачева, А. (2019) *Съвременни аспекти на екологичното образование в обучението по химия в средното училище*. Пловдив, УИ „Паисий Хилендарски“.

Ангелачева, А. (2020) *Експериментът и наблюдението в обучението по химия*. Пловдив, Макрос.

Жечева, Х. (2021) *Проектиране на обучение по химия в условия на учебно експериментиране*. Бургас, ЛИБРА СКОРП.

Жечева, Х. (2022) *Методика на учебния експеримент по химия и опазване на околната среда. Модул обща и неорганична химия*. Бургас, Изд. Университет „Проф. д-р Асен Златаров“.

Иванов, И. (2006) *Педагогическа диагностика*, Шумен, Аксиос.

Клаус, Г., Ебнер, Х. (1971) *Основи на статистиката за психолози, социолози, педагози*. София, Наука и изкуство.

Лакюрски, А. (1999) *Математико-статистически методи в психолого-педагогическите изследвания*. София, Софттрейд.

Стойчев, Д. (2007) *Количествени методи за моделиране и диагностика в експерименталната педагогика, психология и социология*. Пловдив, УИ „Паисий Хилендарски“.

Приложение

Опит 1. Въздействие на солите на медта **Cu** върху белтъчните вещества

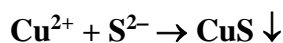
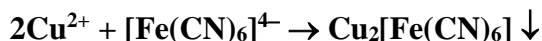
В епруветка се наливат 2 cm³ разтвор на яйчен белтък и около 1 cm³ разтвор на медна сол, например разтвор на меден сулфат **CuSO₄**. Наблюдава се получаването на парцалеста утайка – белтъкът се пресича и утаява. Към утайката се добавя малко дест. **H₂O** и се разбърква. Установява се, че белтъкът не се разтваря, т.е. процесът е необратим.

Опит 2. Откриване на медни йони **Cu²⁺** в природни води

Съединенията на медта **Cu** постъпват в околната среда главно с отпадните води от цветната металургия.

За откриване на малки количества медни йони **Cu²⁺** в проби от вода като реактиви могат да се използват разтвори на калиев хексацианидоферат(II) **K₄[Fe(CN)₆]** или на динариев сулфид **Na₂S** с w = 2%. Към 2-3 cm³ от изследваната проба се прибавя на капки от

реактива. При наличие на медни йони Cu^{2+} във водата се наблюдава получаването съответно на червено-кафява утайка от меден хексацианидоферат(II) $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ или на черна утайка от меден сулфид CuS .



Пределно допустимата концентрация на медните йони Cu^{2+} във водоемите, използвани за риболов, е 0,001 mg/L; за битови и за селскостопански нужди – 1 mg/L. Установено е, че при концентрация 0,018 mg/L се затруднява процеса на самоочистване на природните води.

Опит 3. Анализ на минерала халкантит $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Анализът включва следните задачи: доказване на кристализационната вода; доказване на медните йони Cu^{2+} ; доказване на сулфатните йони SO_4^{2-} .

Техника на безопасност

За да се докаже кристализационната вода в халкантит $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, е необходимо епруветката с изследваното вещество да се закрепя на статив хоризонтално, с лек обратен наклон и да се нагрее внимателно със спиртна лампа. Откриването на посочените по-горе йони налага да се работи с малки количества от веществата.

- Кристализационната вода се доказва, като малка проба от изследваното вещество, стрита на прах, се загрява в суха епруветка. Наблюдава се отделяне на капчици вода по стените на епруветката. Цветът на солта се променя от син в бледосин.
- Медните йони Cu^{2+} се доказват, като към разтвор на изследваното вещество се прибави на капки разтвор на калиев хексацианидоферат(II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Получава се червено-кафява утайка от меден хексацианидоферат(II) $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
- Сулфатните йони SO_4^{2-} се доказват, като към разтвор на изследваното вещество се прибави на капки разтвор на бариев дихлорид BaCl_2 . Получава се бяла утайка от бариев сулфат BaSO_4 .

С уравнения се изразяват протеклите химични реакции.

Опит 4. Изследване на хранителни продукти за наличие на железни йони Fe^{3+}

Богати на желязо са различни хранителни продукти (черен дроб, телешко месо, риба, яйца, хляб, сусам и сусамово масло (тахан), какао); плодове (портокал, грейпфрут, киви, кайсии, ягоди), зеленчуци (магданоз, зеле, червено цвекло), бобови и зърнени култури, чия, киноа, тиквено семе, овесени ядки.

За качествено доказване наличието на железни йони Fe^{3+} в различни хранителни продукти могат да се използват следните реактиви:

- калиев хексацианидоферат(II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (жълта кръвна сол) – дава синьо оцветяване;
- калиев тиоцианат KSCN – дава червено оцветяване.

Предварително в хапан се стрива изследваната проба и се прехвърля в чаша. Добавя се разтвор на азотна киселина HNO_3 с $w = 20\%$. Остава се на стайна температура в продължение на 10 min, след което в две епруветки се отсипва част от разтвора. В едната епруветка се прибавят капки разтвор на жълта кръвна сол $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, а в другата – разтвор на калиев тиоцианат KSCN . Появата съответно на синьо и на червено оцветяване доказва наличието на железни йони Fe^{3+} в изследвания хранителен продукт.

Могат да се изследват проби от хляб, сусам, яйце, сушени кайсии и др. Наблюденията и резултатите от опитите се отразяват в таблица 5.

Таблица 5. Изследване на храни за наличие на железни йони Fe^{3+}

Проби от:	Изменение на цвета на пробите	
	жълта кръвна сол $K_4[Fe(CN)_6]$	калиев тиоцианат $KSCN$
хляб		
сусам		
яйце		
кайсия		

Опит 5. Изследване на питейна вода за наличие на железни йони Fe^{2+}

Някои минерални води се наричат “железни води”, поради високото съдържание на железен хидрогенкарбонат $Fe(HCO_3)_2$. Наличието на железни йони Fe^{2+} във водата за пиене се смята за безвредно за здравето на човека, но вода, която съдържа 0,3-0,5 mg/L железни йони Fe^{2+} , има неприятен вкус. Повишеното съдържание на железни йони Fe^{2+} във водата предизвиква отделяне на желязосъдържащи утайки, които замърсяват водопроводните тръби. В такива води има условия за развитие на различни видове бактерии и водорасли, които в големи количества могат да предизвикат смущения във водоснабдителната мрежа.

В епруветка се налива около 1 cm³ от изследваната проба вода. Прибавят се 2-3 капки конц. солна киселина HCl и 1-2 капки разтвор на водороден пероксид H_2O_2 с w = 3% (при тези условия железните йони Fe^{2+} се окисляват до Fe^{3+}). Към получения разтвор се прибавят 1-2 капки разтвор на амониев тиоцианат NH_4SCN и се разбърква. При наличие на железни йони Fe^{3+} разтворът се оцветява в интензивно червен цвят от получения железен тритиоцианат $Fe(SCN)_3$.