

АНАЛИЗ НА ПРИРОДНИ ВОДИ В ОБЩИНА СЛИВЕН

Категория „Изследователски проект“

Никола Урумов, 9. клас¹

Ръководител: Анелия Иванова

Средно училище „Константин Константинов“ – Сливен

Резюме. Качеството на природните води и предпазването им от замърсяване е определящо за здравето на хората и екосистемите. Проблемът с чистотата на водите в Сливен е особено актуален днес поради факта, че на територията на града и в околностите му са налични много източници на замърсители. Предмет на изследването е извършване на химически анализ на водите от реки на територията на Сливен. Теоретичното проучване по темата пороци въпрос, свързан с химичния им характер и съдържание на определени йони в изследваните природни води на града. Достатъчно чисти ли са те за използването им в ежедневната дейност на хората и крият ли риск за развитие на болестни състояния, като метаболитна алкалоза или ацидоза? За разработката на настоящото изследване са използвани описателен и сравнителен метод, както и методите анализ и синтез. Експериментално е установено, че водите на някои реки съдържат определен вид йони от изследваните и са т.нар. „твърди води“.

Ключови думи: химически анализ; експерименти; твърдост на водата; чистота на водата

1. Проучване на източници

В предварителното проучване при работата по разработката използвах основно три източника на информация. В Програмата за опазване на околната среда 2016 – 2020 г. на „Водоснабдяване и канализация – Сливен“ ООД² открих информация за различните водни басейни, източниците на замърсяване в община Сливен, посочени във фиг. 1 и мерките, които се вземат за разрешаване на редица проблеми. От нея получих и информацията за замърсяване на водите ни с нитрати и нитрити заради селскостопанската дейност в района и прекомерното наторяване на почвите.



Фигура 1. Източници на замърсяване на водите в района

Вторият източник дава много подробна и пълна информация за твърдостта на водата. В него е посочено, че теренът на града е карстов, а това е предпоставка за повишаване на количеството на Ca^{2+} и Mg^{2+} йони във водата. В тази статия много добре и с примери е посочена постоянната и временната твърдост на водата. „Постоянната твърдост на водата се определя от наличието на Ca^{2+} и Mg^{2+} йони, които се формират при естествените равновесни химични реакции, свързани с преминаването на водата през седиментните скали. Особено на този тип твърдост е, че тя не може да се премахне чрез преваряване на водата, освен ако не съдържа калциеви или магнезиеви хлориди или сулфати. Временната твърдост на водата е продукт на разтворените калциеви и магнезиеви бикарбонати във водата. При химичния процес на разтваряне от-

ново се отделят Ca^{2+} и Mg^{2+} йони, но реакцията е сравнително лесно обратима и се наблюдава ежедневно. Този тип твърдост се премахва чрез преваряване на водата или третирането ѝ с вар³. Освен това много пълно е посочена и информацията относно здравните последици от твърдостта на водата – нейните позитивни и негативни ефекти, както и битови и индустриални последици.

В Доклада за качеството на питейните води в Сливен за 2021 г.⁴ са посочени индикатори за оценка на качеството на питейните води на територията на България, причините за отклонението от данните, както и мерки за преодоляване на съществуващите проблеми.

2. Експериментална част

Събрах водни проби от различните водоизточници, подготвих разтворите и реактивите за доказване на съответните йони и към всеки от опитите оставих по една епруветка за контролна проба за сравнение на промяната в цвета на водата, ако има такава. Извърших изследването два пъти (в есенно-зимния период и през пролетта).

Таблица 1. Химичен характер на изследваните води

Водни проби от:	Стойност на рН	Химичен характер
река Асеновска	8	Основен
река Новоселска	7	Неутрален
река Селишка	7	Неутрален
река Дюлева	8	Основен
чешмяна вода (язовир „Асеновец“)	7	Неутрален
дъждовна вода	7	Неутрален

Поставих пробите от събраната вода в епруветки и потопих във всяка една с помощта на пинсета универсален индикатор. По цвета на скалата му установих следния резултат за рН (през есенно-зимния период), посочен в табл. 1. За доказване на останалите йони извърших няколко опита (описани по-долу), резултатите от които са показани в табл. 2.

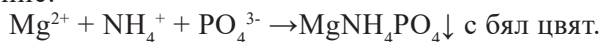
Таблица 2. Химичен анализ на йони в изследваните водни проби

Добавен разтвор	Река Асеновска – резултат	Река Новоселска – резултат	Река Селишка – резултат	Пека Дюлева – резултат	Чешмяна вода – резултат	Дъждовна вода – резултат
AgNO_3	леко помътняване на разтвора – бяла ↓	без промяна в цвета	без промяна в цвета	леко помътняване на разтвора – бяла ↓	без промяна в цвета	без промяна в цвета
BaCl_2	без промяна в цвета	без промяна в цвета	без промяна в цвета	без промяна в цвета	без промяна в цвета	без промяна в цвета
MgSO_4 NH_4OH	леко мътно бяла	леко мътно бяла	леко мътно бяла	по-слабо оцветена в бяло ↓	без промяна в цвета	без промяна в цвета
Реактив Грийс	наситено розово оцветяване	слабо розово оцветяване	слабо розово оцветяване	наситено розово оцветяване	без промяна в цвета	без промяна в цвета
Реактив Неслер	оранжево оцветяване	бледожълто оцветяване	бледожълто оцветяване	бледожълто оцветяване	бледожълто оцветяване	без промяна в цвета
Твърдост	11°dH	12°dH	11°dH	14°dH	15°dH	6°dH

Към всеки разтвор добавям по 5 – 6 капки HNO_3 и след това прибавям 3 – 4 капки (0,5 mL) от разтвора на 5% AgNO_3 , за да докажа наличие на Cl^- йони. Установих промяна в цвета на водната проба при река Асеновска и Дюлева, което значи, че има наличие на Cl^- йони. Извършва се следното кратко йонно уравнение: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ с бял цвят.

Към всеки разтвор добавям по 5 – 10 капки HCl и след това прибавям 2 ml от разтвора на BaCl_2 , за да докажа наличие на SO_4^{2-} йони, в резултат на което установих, че във водните проби няма наличие на сулфати.

Към всеки разтвор добавям по 5 – 6 капки NH_4OH и след това прибавям 3 – 4 капки от разтвора на MgSO_4 , за да докажа наличие на PO_4^{3-} йони, и установих промяна в цвета на водните проба при всички реки, което значи, че има наличие на PO_4^{3-} йони. Извършва се следното кратко йонно уравнение:



Към 20 ml от всеки разтвор добавям по 1 ml от реактив на Грийс и оставам разтвора да престои 10 минути, за да докажа наличие на NO_2^- йони.

Установих, че водите в 4 реки съдържат NO_2^- йони в по-голямо или по-малко количество според интензивността на розовото оцветяване.

За да докажа наличие на NH_3 , към 5ml от всеки разтвор добавям по 3 капки от Неслеров реактив, в който съм разтворил кристалчета NaOH (изследванията за NO_2^- йони и NH_3 са според указанията в упътването за използване на реактивите от Малка лаборатория за изследване на вода – от NSF Bulgaria, вносител „Глобал“). Установих, че водата в река Асеновска съдържа голямо количество NH_3 , а водите в останалите три реки съдържат следи от NH_3 . Питейната вода също съдържа в малко количество амоняк. Дъждовната вода е без промяна в оцветяването.

През пролетта отново повторих изследванията на водите в реките на Сливен. Описанието на процедурата по изследването и получените резултати съм представил в табл. 3, като използвах реактивите от Минилаборатория за изследване на водата. Отново установих, че водите на реките в община Сливен се замърсяват с фосфати, амониеви йони, нитрати и нитрити.

Таблица 3. Изследване на чистотата на водата в реките на Сливен – 14.03.2025 г.

№	Изследвани йони	Описание на процедурата	Новоселска река	Селишка река	Дюлева река	Асеновска река	Река Тунджа	Чешмяна вода	Забележка отчитане на резултата с....
1.	PO_4^{3-}	В епруветката поставям: 10 ml H_2O + 5 капки от реагент А (разбърквам) + 1 капка от реагент В (изчаквам 5 min) – отчитам получения резултат:	4 mg P в 100g H_2O	6 mg P в 100g H_2O	0 mg P в 100g H_2O	1 mg P в 100g H_2O	2 mg P в 100g H_2O	1 mg P в 100g H_2O	кръглия тестер
			1,2 mg/l	1,5 mg/l	0 mg/l	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0 mg/l	правоъгълния тестер
2.	SO_4^{2-}	В епруветката поставям: 10 ml H_2O + 4 капки от HCl + 2 капки от BaCl_2 – отчитам получения резултат:	—	—	—	—	водата леко помътнява (количество в стандартни стойности)	—	

3.	NO_3^-	Приготвям разтвор за изследване от 3 ml Неслеров реактив + 1 таблетка от NaOH. В епруветката поставям: 5 ml H_2O + 3 капки от приготвения разтвор – отчитам получения резултат:	0 mg	0 mg/l	0 mg/l	бледо-жълто оцветяване (малко количество) 10 mg/l -	0 mg/l	0 mg/l	според описанието в ръководството право-ъгълния тестер
4.	NO_3^-	В епруветката поставям: 5 ml H_2O + 1 мерителна лъжичка от реагент А + 1 ml от реагент В (изчаквам 5 min) – отчитам получения резултат:	$\leq 0,02$ mg/l	$\leq 0,02$ mg/l	1 mg/l	0,1 mg/l	0,3 mg/l	0,1 mg/l	право-ъгълния тестер по скалата за NO_2^- (нитрити)
5.	NO_2^-	В епруветката поставям: 10 ml H_2O + 2 мерителни лъжички от реагент А (изчаквам 5 min) – отчитам получения резултат:	няма оцветяване	няма оцветяване	0,3 mg/l	$\leq 0,02$ mg/l	$\leq 0,02$ mg/l	няма оцветяване	
6.	NH_4^+	В епруветката поставям: 5 ml H_2O + 2 капки от реагент А (разбърквам) + 1 мерителна лъжичка от реагент В (изчаквам 5 min) + 3 капки от реагент С – отчитам резултата:	0,2 mg/l	0,1 mg/l	0,2 mg/l	3 mg/l	1 mg/l	0,2 mg/l	

7.	pH	стойност/цвет на индикатора химичен характер	6 – светло-жълт леко киселинен	7 – светло-зелен неутрален	7 – светло-зелен неутрален	6 – светло-жълт леко киселинен	7 – светло-зелен неутрален	7 – светло-зелен неутрален	
----	----	--	--------------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------------	----------------------------	----------------------------	--

3. Изводи от анализа

Получените от мен резултати потвърждават информацията, която събрах и проучих в началото на моето изследване. Водите на нашите реки са със съдържание на амоняк и нитрити в по-голямо количество заради интензивната земеделска дейност в района⁵, както и заради промишлени и битови замърсители.

Наднормените количества на нитрати (>50 мг/л) е най-широко разпространеният проблем по отношение физико-химичните качества на питейната вода и се отчита в около 4% от анализите според изследване за качеството на питейната вода в Р България.

Проблемът има здравна значимост. „Наднорменото съдържание на нитратите във водата може да причини развитието на заболяването водно-нитратна метхемоглобинемия при кърмачета и малки деца. В райони с дефицит на йод може да доведе до нарастване на честотата на ендемичната гуша при подрастващите. Този проблем е с многогодишна давност и е характерен за районите с интензивно земеделие, като нашият град Сливен е в списъка на най-засегнатите области като Стара Загора, Велико Търново, Бургас, Ямбол, Плевен, Шумен Хасково, Варна, Ловеч, Разград, Добрич, Русе, Търговище, Пловдив, Враца“⁶. В преобладаващите случаи отклоненията са до два пъти над допустимата норма и се срещат преди всичко в по-малките зони на водоснабдяване.

Останалите йони се съдържат в по-малко количество във водните проби. Питейната ни вода е сравнително чиста по отношение на изследваните йони, но има какво да се желае в това отношение, за да не бъде количеството на откритите йони в нея предпоставка за различни болести.

Потвърди се и информацията, че водите в община Сливен са със значително съдържание на Ca^{2+} и Mg^{2+} йони, т.е. те са твърди води. В твърдите води сапуненият разтвор се пресича, не се образува много пяна и измивното му действие намалява, за разлика от дъждовната вода, която е мека вода. При загряване на такава „твърда вода“ по дъното на съдовете се отлага „котлен камък“ – CaCO_3 и MgCO_3 , а това нарушава топлообмена им. Тази „твърдост“, причинена от калциевите и магнезиевите хлориди и сулфати, се отстранява по химичен път, като към водата се добавят Na_2CO_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Pavlova et al., 2017, p. 58).

4. Заключение

Извършените експерименти в моето изследване показват, че отделните водни проби имат различен химичен характер, като на някои реки стойностите на рН се припокриват:

- рН (Дюлева река, Тунджа река и чешмяна вода) = 7 – неутрален характер;
- рН (Новоселска, Селишка и Асеновска река) = 8 – слабоосновен характер.

Потвърди се и предположението за съдържание на определени аниони в тези води, от което мога да направя извод, че те са замърсени с нитрити, амониак, фосфати, а това определено крие риск за здравето на жителите на града. Потвърдих и тезата, че водите на Сливен са с твърдост в диапазон от 9 до 18°dH (немски градуса – „1 немски градус е равен на 10 мг СаО (негасена вар) на литър вода“), според картата на България, което, от своя страна, изисква търсенето на решения за предотвратяване или намаляване на последствията от употребата на такава вода в бита, промишлеността и за човешкото здраве.

БЕЛЕЖКИ

1. Първа награда в категория „Изследователски проект“.
2. <https://mun.sliven.bg/arhiv-programi-2020>
3. <https://cleanwater.bg/blog/tvardost-na-vodata>
4. Доклад за качеството на питейните води в Сливен за 2021 г. – <https://shorturl.at/mh0WU>
5. <https://shorturl.at/duNtQ>
6. Национален доклад за състоянието и опазването на питейните води в РБългария – <https://old.eea.government.bg/bg/soer/2017/water/kachestvo-na-piteynite-vodi>

ЛИТЕРАТУРА

Павлова, М., Кирова, М., Бояджиева, Е., Върбанова, Н., Иванова, В. & Кръстев, А. (2017). *Химия и опазване на околната среда за 8. клас*. Педагог 6.

REFERENCES

Pavlova, M., Kirova, M., Boyadzhieva, E., Varbanova, N., Ivanova, V. & Krastev, A. (2017). *Chemistry and Environmental Protection for 8th Grade*. Pedagog 6. [In Bulgarian]

ANALYSIS OF NATURAL WATERS IN THE MUNICIPALITY OF SLIVEN

Abstract. The quality of natural waters and their protection from pollution is crucial for the health of people and ecosystems. Water cleanliness in Sliven is particularly relevant today, due to the presence of numerous sources of pollutants in and around the city.

This study focuses on the chemical analysis of river waters in the Sliven area. The theoretical part of the research raise questions about the chemical composition and the presence of specific ions in the natural waters examined in the city. Are these waters clean enough for daily human use, and could they pose health risks such as metabolic alkalosis or acidosis? The study was conducted using descriptive and comparative methods, along with analytical and synthetic approaches. The experiment established that some rivers contain specific types of the studied ions and are classified as so-called “hard waters.”

Keywords: chemical analysis; experiments; water hardness; water purity

✉ **Nikola Dmitriev Urumov, 9th grade**
“Konstantin Konstantinov” Secondary School
Sliven, Bulgaria

✉ **Supervisor: Anelia Hristova Ivanova**
Teacher of Chemistry and Environmental Protection
“Konstantin Konstantinov” Secondary School
Sliven, Bulgaria
E-mail: ani_23_68@abv.bg