

ОДРЕЂИВАЊЕ САДРЖАЈА ХЛОРИДА У ФЛАШИРАНОЈ МИНЕРАЛНОЈ ВОДИ

Драгана Благојевић^{1*}, Андреа Половина¹, Драгица Лазих², Дијана Јелић¹

¹Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет, Студијски програм хемија, Младена Стојановића 2, 78 000 Бања Лука, Република Српска, Босна и Херцеговина

²Универзитет у Источном Сарајеву, Технолошки факултет, Катедра за хемијску технологију, Каракај бб, 75 400 Зворник, Република Српска, Босна и Херцеговина

*Аутор за кореспонденцију: dragana.blagojevic@pmf.unibl.org

Сажетак

Минералне воде са различитих извора имају различит садржај, јер сваки извор има своје посебне физичко-хемијске карактеристике. Хлориди се појављују у природним водама као посљедица растварања минерала из седимената, али и као посљедица антропогеног утицаја. У оквиру овог рада кориштена је Морова (Mohr) метода одређивања садржаја хлорида. За испитивање су кориштене природне минералне воде „аqua viva” и „ELEMENT”. Одређивање Моровом методом вршено је у узорцима воде без додатка стандарда и са додатком стандарда, као и у самим стандардима. У узорцима воде без додатка стандарда добијене су много веће вриједности садржаја хлорида од оних датих декларацијом. Резултатима Recovery теста, добијеним након одређивања садржаја хлорида у узорцима са додатком стандарда потврђена је примијењена метода за кориштени опсег концентрација. На основу разлике у садржају хлорида у узорцима са додатком стандарда и самим стандардима одређене су вриједности садржаја хлорида у узорку и оне су биле ближе вриједностима наведеним на декларацији. Узимајући у обзир резултате изведених анализа, може се рећи да се они слажу са подацима из литературе, тј. Морова метода погоднија је за одређивање у узорцима са великим концентрацијама хлорида. Код узорака који садрже мале концентрације хлорида, забиљежена је тенденција ка повећаним резултатима, што је био случај и у овом истраживању.

Кључне ријечи: минералне воде, хлориди, Морова метода, метода стандардног додатка, потврђивање методе

УВОД

Доступност питке воде у свијету један је од најважнијих проблема данашњице јер растућа потражња за водом премашује могућности снабдијевања (Виџијак и сар., 2011). У посљедње вријеме све је више у употреби флаширана вода за пиће. Флаширана вода, која је доступна на тржишту, представља уникатан производ заштићеног имена и хидрогеолошког поријекла, јединственог квалитета. Квалитет ове воде зависи од

квалитета њеног извора, технологије пуњења и дезинфекције, квалитета постројења за филтрирање воде, односно система за дистрибуцију флаша.

Квалитет флаширане воде у промету у Европској унији регулисан је различитим директивама за природне минералне воде, изворске воде и флаширане воде за пиће (Videnović, 2018). Код нас здравствена исправност воде за пиће, стоне воде, природне минералне и природне изворске воде уређена је Правилником о здравственој исправности воде за пиће (Службени гласник Републике Српске, 75/15).

Минералне воде са различитих извора имају различит садржај, јер сваки извор има своје посебне физичко-хемијске карактеристике. У води могу бити присутни сулфати, хлориди, хидрогенкарбонати и карбонати, једињења азота, једињења гвожђа, силицијумова киселина и силикати, микроелементи, једињења фосфора, радиоактивне материје, колоиди (Blagojević, 2007). Хлориди се појављују у природним водама као последица растварања минерала из седимената (Ђuković и сар., 2000). Скоро све природне воде садрже хлориде углавном у облику калцијумових, магнезијумових и натријумових соли. Узорци природних вода из различитих извора разликују се по садржају хлорида (Wu и сар., 2021). Када кишница и снијег падну на тло, испаравање и евапотранспирација имају тенденцију да концентришу хлориде у земљишној води до нивоа десет или више пута од првобитне концентрације (Kelly и сар., 2012). Повећане концентрације хлорида могу се јавити и као последица антропогенних фактора као што су контаминација канализационих вода, употреба омекшивача воде, употреба натријум-хлорида као конзерванса, одлагање сточног отпада, употреба синтетичког ђубрива (првенствено KCl) и отицање соли са путева у снежним раздобљима (Hunt и сар., 2012; Kelly и сар., 2012).

Хлориди сами по себи нису токсични за људе, па због тога Свјетска здравствена организација није прописала максималну дозвољену концентрацију на основу утицаја на здравље. Агенција за заштиту животне средине САД (US EPA) прописала је секундарни максимални ниво од 250 mg/L. При већим концентрацијама од наведене, хлориди изазивају слан укус воде (Laketić и сар., 2014).

Неке од метода које су кориштене за одређивање хлорида у води јесу: јонска хроматографија (Bekić, 2019), примјена јон-селективних електрода (Bratovcic и Odobasic, 2011), кондуктометријска метода (Flueraru и сар., 2014), спектрофотометријска метода (Coll, 1957; Maya и сар., 2008), турбидиметријска метода (Mesquita и сар., 2002), волуметријска таложна метода по Мору (Mohr) (Bitar, 2016, Shukla и Агуа, 2018), титрација са жива (II)-нитратом (Thomas, 1954), и др.

У овом раду кориштена је метода одређивања хлорида по Мору. Ова волуметријска метода припада групи директних таложних метода са употребом индикатора (Vindakijević и Sladojević, 2005). Примјењује се за одређивање хлоридних јона у неутралној или слабо базној средини (pH=6,5-9). Као титрационо средство користи се стандардни раствор сребро-нитрата, а као индикатор се користи раствор натријум-хромата или калијум-хромата (Blagojević, 2021). Прво долази до таложења бијелог талога сребро-хлорида, а када је завршено таложење примарног талога, тј. када је постигнута тачка еквиваленције (ТЕ), почиње таложење секундарног црвеносмеђег талога сребро-хромата. Појава овог талога знак је да је постигнута завршна тачка титрације (ЗТТ).

У току титрације одвијају се следеће реакције:

1. $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}_{(s)}$ ТЕ
2. $2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{CrO}_4_{(s)}$ ЗТТ

Приликом одређивања хлорида аргентометријски, у раствору не смију да буду присутни ањони који са Ag^+ -јоном дају тешко растворљиве талоге (CO_3^{2-} , S^{2-} , SO_3^{2-} , PO_4^{3-} , AsO_4^{3-}). Не смију да буду присутни ни катјони који са хромат-јоном дају тешко растворљиве талоге, као што су Pb^{2+} или Ba^{2+} -јони (Sladojević, 2016).

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

У сврху одређивања садржаја хлорида кориштене су флаширане воде „aqua viva” и „ELEMENT”.

Према подацима наведеним на декларацији, вода „aqua viva” спада у природну минералну воду ниске минерализације (суви остатак мањи од 500 mg/L), са хемијским садржајем наведеним у Табели 1.

Табела 1. Хемијски састав флаширане минералне воде „aqua viva”

Хемијска супстанца	mg/L
Калцијум (Ca^{2+})	88
Магнезијум (Mg^{2+})	13
Натријум (Na^+)	10,5
Калијум (K^+)	1,5
Гвожђе ($\text{Fe}^{2+/3+}$)	< 0,05
Хидрогенкарбонати (HCO_3^-)	317
Сулфати (SO_4^{2-})	22
Хлориди (Cl^-)	11,7
Флуориди (F^-)	0,14
Суви остатак (на 180°C)	355

Вода „ELEMENT” спада такође у природну нискоминерализовану воду, а њен хемијски садржај дат је у Табели 2.

Табела 2. Хемијски састав флаширане минералне воде „ELEMENT”

Хемијска супстанца	mg/L
Калцијум (Ca^{2+})	33,82
Магнезијум (Mg^{2+})	10,56
Натријум (Na^+)	1,605
Калијум (K^+)	0,402
Хидрогенкарбонати (HCO_3^-)	134,2
Сулфати (SO_4^{2-})	8,81
Хлориди (Cl^-)	3,8
Суви остатак (на 180°C)	134

За одређивање садржаја хлорида Моровом методом кориштена су два начина: одређивање хлорида без додатка стандарда и одређивање хлорида са додатком стандарда.

За експериментални рад кориштени су сљедећи раствори, посуђе и прибор:

Раствори:

- Стандардни раствор AgNO_3 , $c(\text{AgNO}_3)=0,1 \text{ mol/L}$, $F(\text{AgNO}_3)=0,9996$,
- Стандардни раствор NaCl , $c(\text{NaCl})=0,05 \text{ mol/L}$, $F(\text{NaCl})=1,0000$,
- Раствор K_2CrO_4 (5%).

Посуђе и прибор:

- Ерленмајер тиквице од 300 mL,
- Одмјерне тиквице од 50 mL,
- Одмјерне пипете од 5, 10, 15, 25 и 100 mL,
- Пропипета,
- Чаше,
- Бирета од 50 mL.

У првом случају одмјерено је по 100 mL узорка испитиване минералне воде и пренесено у три ерленмајер тиквице. Додано је по 2 mL индикатора (5% раствор K_2CrO_4) и узорци су титрирани са стандардним раствором AgNO_3 до промјене боје из жуте у окер. Са бирете је прочитан утрошени волумен раствора AgNO_3 и извршено је израчунавање садржаја хлорида на сљедећи начин:

$$n(\text{Cl}^-)/100 \text{ mL} = n(\text{AgNO}_3) = V(\text{AgNO}_3) \cdot c(\text{AgNO}_3) \cdot F(\text{AgNO}_3)$$

$$m(\text{Cl}^-)/1000 \text{ mL} = n(\text{Cl}^-)/100 \text{ mL} \cdot M(\text{Cl}^-) \cdot 1000/100$$

Код другог начина, у сврху одређивања примјенљивости методе и валидности добијених резултата, кориштена је метода стандардног додатка. Ова метода састоји се у томе да се у узорак дода позната количина анализата, затим се такав узорак анализира и одреди се да ли се експериментално добије количина која је додана. У ту сврху израчунава се аналитички принос, тј. Recovery тест, по обрасцу:

$$R = \frac{Q_A(O+S) - Q_A(O)}{Q_A(S)} \cdot 100\%, \text{ гдје су:}$$

$Q_A(S)$ – количина доданог анализата А,

$Q_A(O+S)$ – количина анализата А добијена из узорка са доданим анализатом,

$Q_A(O)$ – количина анализата А из оригиналног узорка (Burns и сар., 2002).

Овдје је као извор познате количине хлорида кориштен стандардни раствор NaCl . У три одмјерне тиквице од 50 mL пренесено је редом 5, 10 и 15 mL припремљеног стандардног раствора натријум-хлорида. Затим је у сваку тиквицу пренесено по 25 mL узорка испитиване минералне воде. Тиквице су допуњене дестилованом водом до ознаке. Цјелокупан садржај одмјерних тиквица пренесен је у три означене ерленмајер тиквице. Додано је по 2 mL 5% раствора K_2CrO_4 , након чега је садржај сваке ерленмајерице титриран са стандардним раствором AgNO_3 до промјене боје из жуте у окер. Очитан је утрошени волумен раствора AgNO_3 (Y+C). Описани поступак поновљен је за обје испитиване минералне воде. На исти начин, као и у првом случају, на основу утрошеног волумена раствора AgNO_3 извршено је израчунавање експериментално добијених вриједности садржаја хлорида у узорцима са додатком стандарда (E).

Након тога, припремљени су стандарди за титрацију, тако што је 5, 10 и 15 mL стандарда одмјерном пипетом пренесено у три одмјерне тиквице од 50 mL и разблажено дестилованом водом до ознаке. Цјелокупан садржај сваке тиквице пренесен је у три означене ерленмајер тиквице, након чега је вршена титрација на већ описани начин. Забиљежен је утروшени волумен стандардног раствора AgNO_3 (C) и извршено израчунавање садржаја хлорида, као и у претходна два случаја.

На основу добијених података, одређен је садржај хлорида у узорцима (Y), како слиједи:

$$m(\text{Cl}^-)/1000 \text{ mL у узорку (Y)} = m(\text{Cl}^-)/1000 \text{ mL у узорку са стандардом} - m(\text{Cl}^-)/1000 \text{ mL у стандарду}$$

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У Табели 3 приказани су резултати одређивања садржаја хлорида у флашираној минералној води „aqua viva”, а у Табели 4 резултати за флаширану минералну воду „ELEMENT”. Приказани резултати односе се на одређивање хлорида без додатка стандарда.

Табела 3. Резултати одређивања садржаја хлорида у флашираној минералној води „aqua viva”

Узорак	V(AgNO_3) (mL)	Садржај Cl^- (mg/L)
1	0,5	17,72
2	0,5	17,72
3	0,5	17,72
Садржај Cl^- према декларацији		11,70

Табела 4. Резултати одређивања садржаја хлорида у флашираној минералној води „ELEMENT”

Узорак	V(AgNO_3) (mL)	Садржај Cl^- (mg/L)
1	0,2	7,09
2	0,2	7,09
3	0,2	7,09
Садржај Cl^- према декларацији		3,80

За све три титрације, код узорака воде „aqua viva”, утрошен је исти волумен раствора сребро-нитрата, па се може рећи да је титрација проведена прецизно. Једнаки волумени забиљежени су и приликом титрације узорака воде „ELEMENT”. Ипак, без обзира на прецизност, може се примијетити да су код обје испитиване воде добијене повећане вриједности садржаја хлорида у односу на вриједности дате декларацијом.

Добијени резултати у складу су са подацима из литературе, гдје се наводи да се висока тачност експерименталних резултата добијених Моровом методом може очекивати само када су хлоридни јони у узорку присутни у концентрацијама већим од 50 mg/L, када је у узорку $pH > 4$ и садржај тешких метала релативно мали (Bulgariu и сар., 2007). Други аутори, који су одређивали хлориде у узорцима снијега, наводе да је Морова метода примјенљива у неутралним срединама и за концентрациони обим хлорида већи од 30 mg/L. Указано је на општу тенденцију повећаних резултата код узорака са малим концентрацијама хлорида, као и на то да се у поређењу са спектрофотометријском методом јављају приближно двоструко повећани резултати (Iacoban и Masoveanu, 2005).

Такође, на тачност одређивања садржаја хлорида Моровом методом утиче и присуство неких тешких метала, као што су Pb^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} или Ca^{2+} -јони, који изазивају озбиљне интерференције, посебно у већим концентрацијама (>250 mg/L). У том случају препоручује се одређивање хлорида кондуктометријском методом (за веће концентрације хлорида) и турбидиметријском методом за узорке који садрже хлориде у траговима (Flueraru и сар., 2014). Како је наведено на декларацији, у води „aqua viva” присутни су Ca^{2+} -јони у концентрацији од 88 mg/L, а у води „ELEMENT” у концентрацији од 33,82 mg/L. Иако су ове концентрације знатно мање од наведене критичне вриједности (250 mg/L), ипак су многоструко веће у односу на концентрацију хлоридних јона, што би такође могао бити узрок повећаних резултата анализе.

У Табели 5 приказани су резултати одређивања хлорида по Мору уз додатак стандарда у узорцима воде „aqua viva”, а у Табели 6 дат је приказ резултата за узорке воде „ELEMENT”. У првој колони табела дате су вриједности садржаја хлорида које се налазе у доданих 5, 10 и 15 mL стандардног раствора NaCl (респективно).

Табела 5. Резултати одређивања садржаја хлорида по Мору уз додатак стандарда у флашираној минералној води „aqua viva”

Додатак стандарда (CГ) (mg/L)	V(AgNO ₃) (C) (mL)	V(AgNO ₃) (Y+C) (mL)	Садржај CГ(E) (mg/L)	Recovery (R) (%)	Садржај CГ(Y) (mg/L)
177,27	2,55	2,70	191,37	101,35	10,63
354,54	5,10	5,25	372,11	101,65	10,63
531,81	7,55	7,70	545,76	99,67	10,63
\bar{x}					10,63
Садржај CГ према декларацији					11,70

Табела 6. Резултати одређивања садржаја хлорида по Мору уз додатак стандарда у флашираној минералној води „ELEMENT”

Додатак стандарда (CГ) (mg/L)	V(AgNO ₃) (C) (mL)	V(AgNO ₃) (Y+C) (mL)	Садржај CГ(E) (mg/L)	Recovery (R) (%)	Садржај CГ(Y) (mg/L)
177,27	2,55	2,60	184,28	101,81	3,54
354,54	5,10	5,15	365,02	101,88	3,54

531,81	7,55	7,60	538,67	100,58	3,52
\bar{x}					3,53
Садржај Cl⁻ према декларацији					3,80

Како је већ поменуто, један од начина потврђивања методе јесте испитивање узорака којим је додана позната количина анализата и одређивање процента приноса. Принос (енг. Recovery) је измјерена количина анализата (изражена у %) у односу на додану количину анализата у узорку који не садржи дати анализат, или га садржи у количини не већој од 30 % од додане количине (Rajković и сар., 2019). Сматра се да је метода тачна ако се R вриједност налази у границама од 95–105% (Matijević, 2013).

Добијене вриједности Recovery теста показују да се овом методом добијају добри резултати за узорке са додатком стандарда, тј. добија се принос у прихватљивим границама, чиме се потврђује метода и добијени резултати за кориштени опсег концентрација.

На основу разлике у садржају хлорида у узорцима са додатком стандарда и самим стандардима одређене су вриједности садржаја хлорида у узорку. За узорак воде „aqua viva”, добијена је вриједност 10,63 mg/L, што је много ближе вриједности наведеној на декларацији (11,7 mg/L), него што је то био случај код узорка без додатка стандарда (17,72 mg/L). Слично се може запазити и код узорка воде „ELEMENT”, гдје је уз додатак стандарда одређен садржај хлорида од 3,53 mg/L, што је такође ближе наведеној вриједности на декларацији (3,8 mg/L) у односу на одређену вриједност у узорцима без стандарда (7,09 mg/L).

ЗАКЉУЧАК

У овом раду приказани су резултати одређивања хлорида у флашираним минералним водама „aqua viva” и „ELEMENT” Моровом методом. Одређивање је вршено у узорцима воде без додатка стандарда и са додатком стандарда, чиме је извршена провјера методе и валидности резултата. Такође, вршено је одређивање хлорида у самим стандардима. Према декларацији, обје воде спадају у нискоминерализоване воде. Вода „aqua viva” садржи 11,7 mg/L хлоридних јона, а вода „ELEMENT” садржи 3,8 mg/L. Од осталих јона по садржају се издвајају калцијумови и хидрогенкарбонатни јони. При одређивању хлорида без додатка стандарда добијене су повећане вриједности у односу на вриједности дате декларацијом и то 17,72 mg/L за воду „aqua viva” и 7,09 mg/L за воду „ELEMENT”. Обје воде садрже Ca²⁺-јоне и иако су концентрације наведене на декларацији знатно мање од интерферирајуће вриједности за одређивање Моровом методом (250 mg/L), ипак су многоструко веће у односу на концентрацију хлоридних јона, што би могао бити узрок повећаних резултата анализе.

На основу разлике у садржају хлорида у узорцима са додатком стандарда и самим стандардима, одређене су вриједности садржаја хлорида у узорку и оне су биле ближе вриједностима наведеним на декларацији. За узорак воде „aqua viva”, добијена је вриједност 10,63 mg/L, а у узорку воде „ELEMENT” одређен је садржај од 3,53 mg/L.

Резултати Recovery теста добијени након одређивања садржаја хлорида у узорцима са додатком стандарда потврђују примијењену методу за кориштени опсег концентрација.

Узимајући у обзир резултате изведених анализа, може се рећи да се они слажу са подацима из литературе наведеним у раду, тј. Морова метода је погоднија за одређивање у узорцима са већим концентрацијама хлорида. Код узорака са малим концентрацијама забиљежена је тенденција ка повећаним резултатима, што је био случај и у овом истраживању. Такође, према подацима из литературе, препорука је да се за узорке који садрже мале концентрације хлорида користи турбидиметријска метода и уопште, да се метода по којој ће се одређивати хлориди бира према типу узорка.

ЛИТЕРАТУРА

- Bekić, A. (2019). Spektrofotometrijsko i kromatografsko određivanje aniona i kationa u uzorcima konzumne vode [Diplomski rad]. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za kemiju, Osijek.
- Bitar, F. (2016). Determination of Chloride Ion Concentration in Drinking Water of Al Hawash Area. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 9(6), 701-710. doi:10.5958/0974-360X.2016.00133.5
- Blagojević, D. (2007). Promjena kvaliteta mineralnih voda Guber-Srebrenica pod različitim uslovima ambalažiranja i skladištenja [Magistarski rad]. Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, Banja Luka.
- Blagojević, D. (2021). *Gravimetrijske i volumetrijske metode analize, Praktikum sa teorijskim osnovama*. Banja Luka: Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet.
- Bratovcic, A. и Odobasic, A. (2011). Determination Fluoride and Chloride Contents in Drinking Water by Ion Selective Electrode. У Е. Ekundayo (Ур.), *Environmental Monitoring* (стр. 109-120). IntechOpen. doi:10.5772/27223
- Bulgariu, L., Robu, B., Bilba, D. и Macoveanu, M. (2007). Analyses by Conductometric Titration of Chlorides from Wastewaters that Contains Heavy Metals. *Annals of West Univerity of Timisoara, Series Chemistry*, 16(1), 1-8.
- Burns, D. C., Danzer, K. и Townshend, K. (2002). Use of the terms „recovery" and „apparent recovery" in analytical procedures (IUPAC Recommendations). *Pure and Applied Chemistry*, 74(11), 2201-2205.
- Videnović, J. (2018). Komparativna analiza kvaliteta voda za vodosnabdjevanje grada Niša i flaširanih voda u prometu [Magistarski rad]. Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Niš.
- Vindakijević, J. и Sladojević, S. (2005). *Analitička hemija, Kvantitativna hemijska analiza, Teorijske osnove klasičnih metoda analize*. Banja Luka: Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet.
- Vučijak, B., Čerić, A., Silajdžić, I. и Kurtagić, S. M. (2011). *Voda za život: Osnove integralnog upravljanja vodnim resursima*. Sarajevo: Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu.
- Đuković, J., Đukić, B., Lazić, D., и Marsenić, M. (2000). *Tehnologija vode*. Zvornik: Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet.

- Iacoban, C. и Macoveanu, M. (2005). A Comparison of Argentometric Titration and Spectrophotometric Determination of Chloride Concentration in Precipitation Samples. *Romanian Biotechnological Letters*, 10(2), 2105-2109.
- Kelly, W. R., Panno, S. V. и Hackley, K. (2012). The Sources, Distribution, and Trends of Chloride in the Waters of Illinois. *Bulletin B-74*. Champaign, Illinois: Illinois State Water Survey, Prairie Research Institute, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Laketić, T. J., Pavlović, A. N., Savić, M. J., Mitić, S. S., Tošić, S. B. и Miljković, M. N. (2014). Sadržaj anjona u podzemnim vodama na teritoriji Semberije. *Savremene tehnologije*, 3(1), 38–46.
- Matijević, B. (2013). *Kontrola kvaliteta i validacija analitičkih metoda, primena u volumetrijskoj i gravimetrijskoj analizi*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine.
- Maya, F., Estela, J. M. и Cerda, V. (2008). Spectrophotometric determination of chloride in waters using a multisyringe flow injection system. *Talanta*, 74, 1534-1538.
- Mesquita, R. B., Fernandes, S. M. и Rangel, A. O. (2002). Turbidimetric determination of chloride in different types of water using a single sequential injection analysis system. *Journal of Environmental Monitoring*, 4(3), 458-461. doi:10.1039/b200456a
- Rajković, M. B., Mitrović, M. и Antić-Mladenović, S. (2019). Obezbeđenje poverenja u kvalitet rezultata hemijskih metoda ispitivanja. *Zaštita materijala*, 60(4), 342–359.
- Shukla, M. и Arya, S. (2018). Determination of Chloride Ion Concentration in Ganga River Water by Mohr Method at Kanpur. *Green Chemistry & Technology Letters*, 4(1), 6-8. doi:10.18510/gctl.2018.412
- Sladojević, S. (2016). *Analitička hemija: Kvantitativna hemijska analiza: Teorijske osnove, praktikum, računski primjeri*. Banja Luka: Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet.
- Службени гласник Републике Српске, број 75 (2015). Правилник о здравственој исправности воде за пиће.
- Thomas, J. F. (1954). Mercurimetric Determination of Chloride. *American Water Works Association*, 46(3), 257-262. doi:10.1002/j.1551-8833.1954.tb16052.x
- Flueraru, L., Raul, G., Tataru, M. и Bulgariu, L. (2014). Analysis Methods of Chloride Ions with Industrial Applications. *Buletinul Institutului Polytechnic din Iasi, LX (LXIV)(2)*, 45-56.
- Hunt, M., Herron, E. и Green, L. (2012). Chlorides in Fresh Water. *URI Watershed Watch*, 4, 1-4.
- Coll, H. (1957). Spectrophotometric Determination of Chloride Ion. LSU Historical Dissertations and Theses. 197, Louisiana: Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College.
- Wu, D., Hu, Y., Liu, Y. и Zhang, R. (2021). Review of Chloride Ion Detection Technology in Water. *Applied Sciences*, 11, 11137. doi:10.3390/app112311137

Примљено 11.10.2022.
Прихваћено 25.11.2022.