



გაეროს განვითარების პროგრამის გლობალური გარემოსდაცვითი ფონდის „მტკვარი 2“
პროექტი

სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები
აზერბაიჯანსა და საქართველოში გარემოს
დაბინძურების მონიტორინგის
განმახორციელებელი ლაბორატორიებისთვის

2018 წლის მარტი





მომზადებულია:	ვარშა გუნგოას მიერ – ექსპერტი ლაბორატორიის ხარისხის მართვის საკითხებში
ავტორები:	ვარშა გუნგოა ქალბატონი მატანატ ავაზოვას (აზერბაიჯანის ეკოლოგიისა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს ნაციონალური გარემოსდაცვითი მონიტორინგის დეპარტამენტის უფროსის მოადგილე) და ქალბატონი მარინე არაბიდის (საქართველოს გარემოს ეროვნული სააგენტოს გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის დეპარტამენტის უფროსი) დახმარებით
მომზადდა:	გაეროს განვითარების პროგრამის გლობალური გარემოსდაცვითი ფონდის „მტკვარი 2“ პროექტისთვის
დაფინანსებულია:	გაეროს განვითარების პროგრამის გლობალური გარემოსდაცვითი ფონდის მიერ

1.0 შესავალი	7
2.0 წყლის ხარისხის პარამეტრები, რომელთა ტესტირებასაც ზერბაიჯანსა და საქართველოში არსებული ეკოლოგიურ საკითხებზე მომუშავე ლაბორატორიები ახორციელებენ	8
3.0 ნიმუშების აღების სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები	Error!
Bookmark not defined.	
3.1 მიზანი და მასშტაბი	11
3.2 პასუხისმგებელი მხარეები	12
3.3 პროცესთან დაკავშირებული დოკუმენტები	12
3.4 ლაბორატორიების მიერ ნიმუშების აღებასთან დაკავშირებული სახელმძღვანელო პრინციპები	12
3.5 ნიმუშების აღებასთან და მიღებასთან დაკავშირებული ინსტრუქციები	13
3.6 ნიმუშების იდენტიფიცირება და შესაბამისი ჩანაწერების წარმოება	14
3.7 ნიმუშების აღების, პრეზერვაციის და შენახვის პროცედურები სპეციფიკური ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების ტესტირებისას	16



<u>3.8 ნიმუშების შეგროვების, კონსერვაციის და შენახვის წესების შეჯამება</u>	25
<u>3.9 კორექტირება ნიმუშების მოცულობის გაზრდის (დამატების) შემთხვევაში</u>	27
<u>3.10 ნიმუშების მიღება ლაბორატორიაში</u>	27
<u>3.11 კვლევას დაქვემდებარებული მასალების ან ნიმუშების გატანა</u>	28
<u>4.0 მიკრობიოლოგიური პარამეტრების ნიმუშების აღების პროცედურა:</u> <u>კოლიფორმული სტრეპტოკოკები</u>	28
<u>4.1 შესავალი</u>	28
<u>4.2 პროცედურა</u>	29
<u>5. 0 მიკრობიოლოგიური პარამეტრების ნიმუშების აღების პროცედურა :</u> <u>STREPTOCOCCUS FAECALIS</u>	36
<u>5.1 ნიმუშების კონტეინერები</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>5. 2 ნიმუშების აღების პროცედურები</u>	39
<u>5.3 ნიმუშების აღების ადგილების და სიხშირის დადგენა</u>	41
<u>5.4 მიკრობიოლოგიური სატესტო მასალების ნიმუშების აღების, პრეზერვაციის შენახვის, შეკვების და გატანის პროცედურები</u>	46
<u>6.0 ქიმიური ჟანგბადის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები...</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>7.0 BOD₅-ის (ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნის) დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>8.0 გახსნილი ჟანგბადის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები...</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>9.0 pH-ის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	76
<u>10.0 თვალსაჩინო და ნამდვილი ფერის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>11.0 ელექტრომეტრიის მეშვეობით გამტარობის, გახსნილი მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციისა და მარილიანობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>12.0 სიმღვრივის და გამჭვირვალობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	95
<u>13.0 ქლორიდის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.



14.0	<u>EDTA გატიტვრით წყლის სიხისტის საერთო მაჩვენებლის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.
15.0	<u>EDTA გატიტვრით წყლის კალციური სიხისტის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.
16.0	<u>გამოთვლის მეშვეობით წყლის მაგნიუმის სიხისტის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.
17.0	<u>გამოთვლის მეშვეობით კალციუმის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	 120
18.0	<u>გამოთვლის მეშვეობით მაგნიუმის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.
19.0	<u>მინაბოჭკოს ფილტრებში ფილტრაციის მეშვეობით წყალში შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.
20.0	<u>ალური (ემისიური) ფოტომეტრიის მეშვეობით ნატრიუმის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	..Error! Bookmark not defined.
21.0	<u>ალური (ემისიური) ფოტომეტრიის მეშვეობით კალიუმის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	..Error! Bookmark not defined.
22.0	<u>ფენოლის ინდექსის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები (ამინოანტიპირინის სპექტრომეტრული მეთოდები)</u>	Error! Bookmark not defined.
23.0	<u>ნიტრატის (NO_3^-) ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები ულტრაიისფერი სპექტროფოტომეტრული სქრინინგის მეთოდის გამოყენებით</u>	Error! Bookmark not defined.
24.0	<u>სპექტოფოტომეტრული მეთოდის გამოყენებით ფოსფორის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	..Error! Bookmark not defined.
25.0	<u>ბრომიდის, ქლორიდის, ფთორიდის, ნიტრატის, ნიტრიტის, ფოსფატისა და სულფატის ოდენობების დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.
26.0	<u>ICP-MS და AAS-ის მეშვეობით მძიმე ლითონების ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	Error! Bookmark not defined.
27.0	<u>ტურბიდიმეტრული მეთოდის მეშვეობით სულფატის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	 194



<u>28.0 გაზის ქრომატოგრაფიისა და HPCL-ის მეშვეობით პოლიარომატული ნახშირწყალბადის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	200
<u>29.0 მემბრანული ფილტრაციის მეშვეობით წყალში კოლიფორმებისა და ეშერიქია კოლის საერთო რაოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები (ერთდროულად აღმოჩენის მეთოდის (MI Medium) გამოყენებით)</u>	Error!
Bookmark not defined.	
<u>30.0 მრავალ-სინჯარიანი მეთოდის გამოყენებით (ყველაზე სარწმუნო/სავარაუდო რიცხვი) კოლიფორმული ორგანიზმებისა და სავარაუდო ეშიერიქია კოლის აღმოჩენისა და აღრიცხვის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები</u>	250



1.0 შესავალი

მტკვრის აუზში წყლის რაოდენობის და ხარისხის მონიტორინგზე პასუხისმგებელი მთავარი ორგანო აზერბაიჯანში გარემოს მონიტორინგის დეპარტამენტი, ხოლო საქართველოში კი გარემოს ეროვნული სააგენტოა. მართალია ეს ორი უწყება წყლის რაოდენობასა და ხარისხზე დიდი ოდენობით მონაცემებს აწარმოებს, ერთი და იმავე პარამეტრთან დაკავშირებით მათ მიერ მომზადებული მონაცემების ერთმანეთთან შედარება რთულია ხოლმე, რადგან მათ მიერ ჩატარებული ლაბორატორიული ანალიზები ერთმანეთთან შეუთავსებელია. ამ ორ ლაბორატორიაში სხვადასხვაგვარი ლაბორატორიული ანალიტიკური მეთოდების გამოყენებას და სტანდარტული საოპერაციო პროცედურების არ არსებობას არასანდო და უზუსტო ლაბორატორიული შედეგების გამოწვევა შეუძლია, ამიტომ ორივე ლაბორატორიაში ISO/IEC 17025-ს სტანდარტის შესაბამისი სტანდარტული საოპერაციო პროცედურების დანერგვა უაღრესად მნიშვნელოვანია იმისთვის, რომ ამ ლაბორატორიების მიერ დადებული შედეგების ვალიდურობა და სიზუსტე იყოს უზრუნველყოფილი. გარდა ამისა, ამის შედეგად, ამ ორი უწყების ლაბორატორიული შედეგები ერთმანეთთან თავსებადი და შედარებადი გახდება.

ეს მიზანი გაეროს განვითარების პროგრამის გლობალური გარემოსდაცვითი ფონდის „მტკვარი 2“ პროექტის 5.4-ე შედეგშია მითითებული. ამ შედეგის ფარგლებში ორივე ქვეყნისთვის ISO/IEC 17025-ს აკრედიტაციის მიხედვით სტანდარტული საოპერაციო პროცედურების განხორციელების შესახებ შესაძლებლობების განვითარების ეტაპობრივი გეგმა მომზადდება; გარდა ამისა, აღნიშნული შედეგი ნაციონალური ლაბორატორიების მიერ ISO 17025-ს აკრედიტაციის სერტიფიკატების მიღების პროცესს შეუწყობს ხელს.

ზემოთხსენებულის გათვალისწინებით, წინამდებარე დოკუმენტის მიზანს ორივე ლაბორატორიისთვის ტესტირების მეთოდებთან დაკავშირებული სტანდარტული საოპერაციო პროცედურების შესახებ საერთო საბაზისო მონაცემების დადგენა და მიწოდება წარმოადგენს.



სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები ISO 17025-ს მოთხოვნების საფუძველზე მომზადდა და ტესტირების მეთოდების პროცედურებისგან შედგება, რომლებიც წყლის ანალიზის სამი ძირითადი სტანდარტისგან იქნება ადაპტირებული, ეს სტანდარტებია:

- ISO-ს ტესტირების მეთოდები
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.
- EPA-ს ტესტირების მეთოდები

2.0 წყლის ხარისხის პარამეტრები, რომელთა ტესტირებასაც აზერბაიჯანსა და საქართველოში არსებული ეკოლოგიურ საკითხებზე მომუშავე ლაბორატორიები ახორციელებენ

პირველ და მეორე ცხრილში ჩამოთვლილია ის პარამეტრები, რომელთა ანალიზიც ტარდება აზერბაიჯანის და საქართველოს გარემოს დაბინძურებაზე მონიტორინგის განმახორციელებელ ლაბორატორიებში (წყლის ხარისხის მონიტორინგის ფარგლებში)

ამ ორ ლაბორატორიაში არსებული განსხვავებული აღჭურვილობის და ინფრასტრუქტურის გამო, გარკვეულ პარამეტრებთან დაკავშირებული ტესტირების ზოგიერთი მეთოდი განსხვავებულია. ამის მიუხედავად, თუ ტესტირების პარამეტრების ISO/IEC 17025-ის ფარგლებში აკრედიტირება მოხდება და ISO/IEC 17025-ს ყველა მოთხოვნა იქნა დაკმაყოფილებული, მაშინ ამ ლაბორატორიების მიერ დადებული ტესტების შედეგების სანდოობის კუთხით ექვების არსებობის საუფძველი არ იარსებებს.

იმის მიუხედავად, რომ ტესტირების ზოგიერთი მეთოდი ერთმანეთისგან განსხვავდება, თუ ISO 17025-ს მოთხოვნები შესრულდება, მაშინ ორივე ლაბორატორია შეძლებს ზუსტი, სანდო და შედარებადი შედეგების დადებას.



**ცხრილი 1: აზერბაიჯანის გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის ცენტრალურ
ლაბორატორიაში ტესტირებული პარამეტრები**

	პარამეტრები	მეთოდები
1	pH	ISO 10523
2	გახსნილი ჟანგბადი (მგ / ლ,%)	ISO 5814
3	ელექტროგამტარობა	ISO 7888
4	ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნა - BOD ₅	ISO 5815
5	გამჭვირვალობა/სიმღვრივე	ISO 7027
6	ფერი	ISO 7887
7	შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაცია	ISO 11923
8	ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნა (COD)	ISO 6060
9	ნიტრატი	ISO 7890-3
10	ნიტრიტი	ISO 6777
11	ამონიუმი	ISO 5664
12	ორთოფოსფატი	ISO 6878
13	ფენოლი	ISO 6439
14	სიხისტე	ISO 6059
15	კალციუმი	ISO 6058
16	მაგნიუმი	გამოთვლა
17	ქლორიდი	ISO 9297
18	სულფატი	ISO 9280



ცხრილი 2: საქართველოს გარემოს ეროვნული სააგენტოს ლაბორატორიაში ტესტირებული პარამეტრები

	პარამეტრები	მეთოდები
1	pH	ISO 10523:2010
2	შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაცია	ISO 11923:2007
3	გამჭვირვალობა	(EPA 2130)1998
4	ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნა (5-დღიანი BOD ტესტი)	ISO 5815-1:2010
5	ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნა	ISO 6060:2010
6	ნიტრიტის აზოტი	ISO 10304-1 :2007
7	ნიტრატის აზოტი	ISO 10304-1 :2007
8	სულფატი	ISO 10304-1 :2007
9	ამონიუმის აზოტი	ISO 7150-1:2010
10	ორთოფოსფატი	ISO 10304-1 :2007
11	ქლორიდი	ISO 10304
12	კალიუმი	ISO 9964
13	ნატრიუმი	ISO 9964
16	კალციუმი	ISO 6059
17	მაგნიუმი	ISO 6059
18	მარილიანობა	EPA2520-1998
19	მძიმე ლითონები	ISO 11885:2007
20	E-coli (ნაწლავის ჩხირი)	ISO 9308-1
21	PAH (პოლიარომატული ნახშირწყალბადი)	GC-MS
22	სიცოცხლისუნარიანი ორგანიზმების საერთო ოდენობა	მემბრანული ფილტრაციის მეთოდები

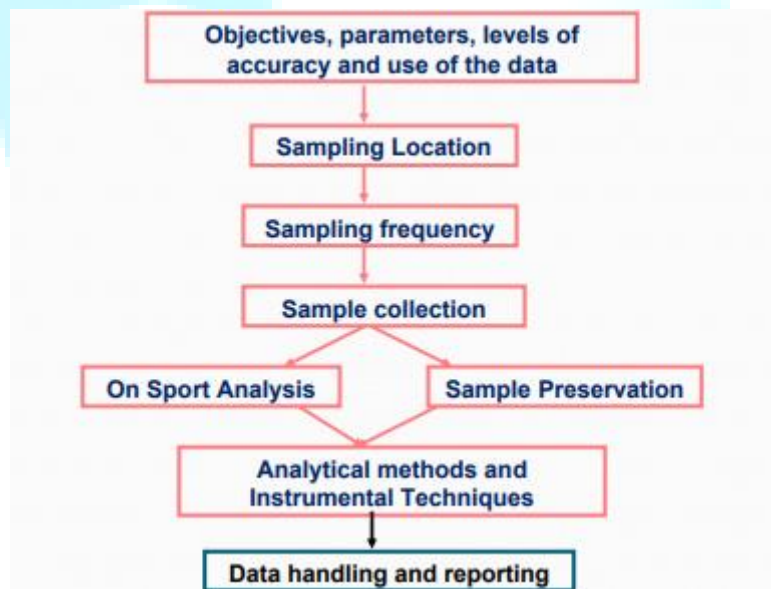


3.0 ნიმუშების აღების სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

3.1 მიზანი და მასშტაბი

კონტეინერების მომზადების, ნიმუშების შეგროვების, ნიმუშების შენახა-დაკონსერვების, კონტეინერების იდენტიფიცირების და მიკვლევადობის მიზნებიდან გამომდინარე ნიმუშებისა და ეკოლოგიური პირობების აღრიცხვის უზრუნველყოფა.

იმის უზრუნველყოფა, რომ ნიმუშების შეგროვების შედეგად წამოსული ან ლაბორატორიაში მიღებული ნიმუშების სწორად მანიპულირება ხდება, რათა მათი დეგრადაცია იქნას თავიდან აცილებული; ასევე იმის უზრუნველყოფა, რომ შესაბამისი ტესტირებისთვის აღნიშნული ნიმუშების უნიკალური იდენტიფიცირება ხდება (ტესტირების შესახებ მოთხოვნის მიხედვით) და რომ მათზე ლაბორატორიული კვლევის განხორციელებამდე მათი ადეკვატურობის შემოწმება ხდება.



ამოცანები, პარამეტრები, სიზუსტის დონეები და მონაცემების გამოყენება; ნიმუშის აღების ადგილი; ნიმუშების აღების სიხშირე; ნიმუშების შეგროვება; ადგილზე განხორციელებული ანალიზი; ნიმუშების პრეზერვაცია; ანალიზის მეთოდები და ინსტრუმენტული მეთოდები; მონაცემების დამუშავება და ანგარიშგება.



სურათი 1: წყლის ნიმუშების აღების პროგრამის დიზაინი

3.2 პასუხისმგებელი მხარეები

ლაბორატორიებმა უნდა გამოყოფენ ნიმუშების შეგროვებაზე, მიღებაზე და განაწილებაზე პასუხისმგებელი პირები.

3.3 ამ პროცესთან დაკავშირებული დოკუმენტები

- ლაბორატორიის ნიმუშების აღების გეგმა
- ნიმუშების შეგროვებასთან დაკავშირებული სამუშაო ინსტრუქციები (ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრებისთვის)
- ნიმუშების შეგროვებასთან დაკავშირებული სამუშაო ინსტრუქციები (მიკრობიოლოგიური პარამეტრებისთვის)

3.4 ლაბორატორიების მიერ ნიმუშების აღებასთან დაკავშირებული სახელმძღვანელო პრინციპები

ლაბორატორიას წყლის ნიმუშების აღების/შეგროვების გეგმა უნდა გააჩნდეს. აღნიშნული გეგმა საჭიროებისამებრ უნდა ახლდებოდეს და ნიმუშების შეგროვებაზე პასუხისმგებელ პირებს შორის უნდა რიგდებოდეს. წინამდებარე სახელმძღვანელოს მიზანს წყლის ნიმუშების შეგროვების მიმართულებით არსებული საუკეთესო პრაქტიკის შესახებ ზოგადი ინფორმაციის ან ინსტრუქციების გავრცელება წარმოადგენს.

წყლის ხარისხის რეგულარული მონიტორინგის ფარგლებში ნიმუშების შეგროვების გეგმა გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის დეპარტამენტის დაქვემდებარებაში მყოფი სამონიტორინგო სადგურების რაოდენობის მიხედვით უნდა იყოს შედგენილი.

ნიმუშების შეგროვების გეგმა შემდეგნაირად უნდა იყოს შედგენილი:



“არსებობს ნიმუშების აღების წერტილი, რომლებიც სხვადასხვა კატეგორიებად არის დაჯგუფებული:

კატეგორია 1-

კატეგორია 2-

კატეგორია 3-

კატეგორია 4-

კატეგორია 5-

კატეგორია 6- და ა.შ.

ნიმუშების აღება ყოველთვიურად/ყოველკვარტალურად მოხდება, თუმცა ეს სიხშირე შეიძლება შეიცვალოს წყლის ხარისხის და გარემოს პირობების ცვლილების შემთხვევაში (მაგალითად დაბინძურების შემთხვევაში). ”

3.5 ნიმუშების აღებასთან და მიღებასთან დაკავშირებული ინსტრუქციები

3.5.1 ლაბორატორიის უფროსმა ნიმუშების შეგროვების ინსტრუქციები უნდა დაამტკიცოს, რომლებშიც ნიმუშების აღების საერთო პროცედურები იქნება დაჯგუფებული - ლაბორატორიის მიერ ნიმუშების მიღება და შემოწმება ტესტირების მეთოდის(ების) შესაბამისად.

3.5.2 ნიმუშების შეგროვების ინსტრუქციები ლაბორატორიის ტესტირების მეთოდის შესაბამისად ნიმუშების შეგროვების და ადგილზე ნიმუშების მიმართ მოპყრობის წესების მოკლე შეჯამებას წარმოადგენს. შესაბამისად, ნიმუშების შეგროვებასთან და მიღებასთან დაკავშირებული ინსტრუქციები ნიმუშების აღების ადგილზე და ნიმუშების აღებაზე პასუხისმგებელი თანამშრომლისთვის ხელმისაწვდომი უნდა იყოს.

3.5.3 ნიმუშების კონტეინერების მიმართ მოპყრობის და მათი შენახვის წესები ნიმუშების შეგროვების ინსტრუქციების შესაბამისად უნდა იქნას დაცული.



3.5.4 ლაბორატორიის მიერ მიღებული ის ნიმუშები, რომლებიც ლაბორატორიის თანამშრომლების მიერ არ ყოფილა აღებული, ლაბორატორიის ხელმძღვანელმა ტესტირებისთვის მათ დამტკიცებამდე უნდა შეამოწმოს; ნიმუშების აღების მეთოდის სპეციფიკაციებთან დაკავშირებული ჩანაწერები და ასევე ნიმუშის სპეციფიკაციებიდან და/ან მახასიათებლებიდან (მაგალითად ნიმუშის პრეზერვაცია, მთლიანობა და ა.შ.) ნებისმიერ გადახრასთან დაკავშირებული ჩანაწერები უნდა წარმოებდეს (შესაბამისი ეჭვის გაჩენის შემთხვევაში). უაღრესად მნიშვნელოვანია, რომ უზრუნველყოფილი იყოს დოკუმენტების მიკვლევადობა (ისე როგორც ეს ჩვენს ნიმუშების აღების სახელმძღვანელოში და ნიმუშების შეგროვების/მიღების ფურცელშია აღწერილი) და რომ ნებისმიერი პრობლემის/შეზღუდვის შესახებ ინფორმაცია შესაბამისი ტესტების შესახებ ანგარიშებში იყოს შეყვანილი. ინფორმაცია ნებისმიერი გადახრის შესახებ ნიმუშების შეგროვების და მიღების ფურცელში უნდა იყოს აღრიცხული, ხოლო კლიენტმა ე.წ. „ნიმუშის შეუსაბამობის შესახებ განცხადების ფორმა“ უნდა შეავსოს.

3.5.6 იმ შემთხვევაში თუ ნიმუშების ტესტირება სხვადასხვა განყოფილებებში ხდება, ნიმუშების მიმღებმა თანამშრომელმა შესაბამისი მოთხოვნის ფორმის და ნიმუშების შეგროვების/მიღების შესაბამისი ფურცლის ასლი უნდა მიიღოს. გარდა ამისა, აღნიშნულმა თანამშრომელმა ნიმუშების გადაადგილების რეესტრი უნდა შეავსოს და მასზე ხელი მოაწეროს, რაც მის მიერ ანალიზისთვის განკუთვნილი ნიმუშების მიღების მტკიცებულება იქნება.

3.6 ნიმუშების იდენტიფიცირება და ჩანაწერები

3.6.1 თითოეულ შეგროვებულ ნიმუშთან დაკავშირებით ნიმუშების შეგროვების/მიღების ფურცელი უნდა იქნას შევსებული.

3.6.2 შემდეგი გრაფები უნდა შეივსოს:

- ნიმუშის შემგროვებელი/მიმღები თანამშრომელი:
- თარიღი:



- **ტესტის მოთხოვნის ნომერი:** ეს ინფორმაცია იმ კლიენტებს ეხებათ, რომლებიც ტესტის ჩატარებას ითხოვენ. ტესტის მოთხოვნის თითოეულ ფორმას უნიკალური ნომერი ენიჭება.
- **საკონტაქტო ინფორმაცია:** სახელი, ტელეფონი, მისამართი (თუ კონკრეტულ კლიენტს აქვს მისამართი) ტესტის მოთხოვნის ფორმაში უნდა იყოს ასახული:

3.6.3 დოკუმენტში შემდეგი ინფორმაცია უნდა იქნას შეტანილი:

- ნიმუშის კოდი.
- ნიმუშის აღწერილობა (წყლის ტიპი)
- ადგილმდებარეობა
- ნიმუშის აღების დრო
- ნიმუშის აღების დროს არსებული ამინდი

3.6.5 როგორც წესი, ნიმუშების აღების გრაფიკს და ასაღები ნიმუშების მოცულობას ნიმუშების შეგროვებაზე პასუხისმგებელი პირი განსაზღვრავს ხოლმე.

3.6.5 შესაბამის შემთხვევებში, ნიმუშების შეგროვების/მიღების ფურცელს თან უნდა ერთვოდეს კონკრეტული ადგილის აღმწერი ჩანახატი, რომელშიც მოცემული იქნება ნიმუშის ხარისხზე ზეგავლენის მომხდენი ისეთი მნიშვნელოვანი დეტალები როგორებიცაა ადგილზე არსებული სამრეწველო ობიექტები, შენობები, მდინარეების განლაგება და ა.შ.

3.6.6 ნიმუშების შეგროვების/მიღების ფურცელში მოცემული „შენიშვნების“ გრაფაში წარმოდგენილი უნდა იყოს დეტალური ინფორმაცია ისეთ თემებზე როგორებიცაა ლაბორატორიაში მიტანამდე ნიმუშების აღების პროცედურებიდან და/ან შენახვის პირობებიდან ნებისმიერი გადახრა ან ნიმუშებში შემდგომში დაფიქსირებული ნებისმიერი ცვლილებები.



3.7 ნიმუშების აღების, პრეზერვაციის და შენახვის პროცედურები სპეციფიკური ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების ტესტირებისას

3.7.1 ISO 5667-3:2012-ე სტანდარტის სახელად „წყლის ხარისხი -- ნიმუშების აღება -- ნაწილი 3: წყლის ნიმუშების პრეზერვაცია და მანიპულაცია და წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების სტანდარტული მეთოდები, 23-ე გამოცემა“-ს საფუძველზე წინამდებარე დოკუმენტში ქიმიური ანალიზის, ნიმუშების შეგროვების, პრეზერვაციის და შენახვის კონკრეტული და დეტალური პროცედურებია ჩამოთვლილი.

3.7.2 ნიმუშების შეგროვების/მიღების ინსტრუქციებში თითოეულ ინდივიდუალურ ტესტში გამოყენებული ნიმუშების აღებისთვის განკუთვნილი ბოთლების კომპლექტი და ასევე აღნიშნული ტესტის სახეობა და მოცულობა დეტალურად უნდა იყოს აღწერილი.

3.7.2.1 გამჭვირვალობა/ფერი

ნიმუშების შეგროვება შუშის სუფთა ბოთლებში უნდა მოხდეს. ყველაზე სანდო შედეგები მაშინ იდება, როდესაც ნიმუშების ანალიზი შეგროვებისთანავე ტარდება. თუ ანალიზის დაუყოვნებლივ ჩატარება შეუძლებელია, ბოთლები ბოლომდე უნდა გაივსოს და სახურავებიც მაგრად უნდა იყოს მოჭერილი. ნიმუშების ზედმეტად რყევა ან ჰაერთან დიდხანს კონტაქტი თავიდან უნდა იქნას აცილებული. ნიმუშების შენახვა 48 საათის მანძილზე 4°C ტემპერატურაზე არის შესაძლებელი. ტესტირებამდე ნიმუშების ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

3.7.2.2 გამტარობა

ნიმუშების შეგროვება შუშის სუფთა ბოთლებში უნდა მოხდეს. ნიმუშების ტესტირება შეგროვებიდან რაც შეიძლება მალე უნდა განხორციელდეს. თუმცა, ნიმუშები 28 დღემდე 4°C ან ნაკლებ ტემპერატურაზე შეიძლება იქნას შენახული.



საუკეთესო შემთხვევაში, გამტარობის გაზომვა 20-დან 25°C-მდე ტემპერატურაზე უნდა ხდებოდეს.

3.7.2.3 მარილიანობა

ნიმუშების შეგროვება შუშის სუფთა ბოთლებში უნდა მოხდეს. ნიმუშების ტესტირება შეგროვებიდან რაც შეიძლება მალე უნდა განხორციელდეს. თუმცა, ნიმუშები 28 დღემდე 4°C ან ნაკლებ ტემპერატურაზე შეიძლება იქნას შენახული. საუკეთესო შემთხვევაში, გამტარობის გაზომვა 20-დან 25°C-მდე ტემპერატურაზე უნდა ხდებოდეს.

3.7.2.4 სიხისტე (საერთო მაჩვენებელი)

ნიმუშები სარეცხი საშუალებებით გარეცხილ და წყალში გავლელულ პლასტმასის ბოთლებში უნდა შეგროვდეს (აზოტის მჟავის ხსნარი და დეიონიზირებული ან დისტილირებული წყალი, თანაფარდობა - 1:1).

შენახვასთან დაკავშირებული ქვემოთ მოცემული ინსტრუქციები მხოლოდ იმ შემთხვევაშია აუცილებელი როდესაც ნიმუშების სწრაფად გაანალიზება შეუძლებელია. ნიმუშის შენარჩუნებისთვის (პრეზერვაციისთვის), ერთ ლიტრ ნიმუშში 1.5 მილილიტრი აზოტის მჟავა დაამატეთ. კარგად მოურიეთ და დარწმუნდით, რომ pH 2 ან 2-ზე ნაკლებია. საჭიროების შემთხვევაში, ნიმუშს ეტაპობრივად დაუმატეთ 0.5 მილილიტრი აზოტის მჟავა. კარგად მოურიეთ და შეამოწმეთ pH ყოველი დამატების შემდეგ მანამ, სანამ pH 2-მდე ან უფრო დაბალ ნიშნულამდე არ დაეცემა. შეინახეთ ნიმუშები 4°C-ზე ან ნაკლებ ტემპერატურაზე. ამგვარი ნიმუშების შენახვის პერიოდი ექვს თვემდეა.

ტესტის ჩატარებამდე დაელოდეთ სანამ ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას გაუტოლდება და მისი pH 7-მდე დაარეგულირეთ, რისთვისაც ნიმუშს 5.0 N ნატრიუმის ჰიდროქსიდის სტანდარტული ხსნარი უნდა დაუმატოთ და კარგად მოურიეთ. დიდი ოდენობით კონსერვანტების გამოყენების



შემთხვევაში, მოცულობის კორექცია დამატებითი მჟავის და ფუძის გათვალისწინებით უნდა მოხდეს.

3.7.2.5 სიხისტე, კალციუმი

ნიმუშები სარეცხი საშუალებებით გარეცხილ და წყალში გავლელულ პლასტმასის ბოთლებში უნდა შეგროვდეს (აზოტის მჟავის ხსნარი და დეიონიზირებული წყალი, თანაფარდობა - 1:1).

შენახვასთან დაკავშირებული ქვემოთ მოცემული ინსტრუქციები მხოლოდ იმ შემთხვევაშია აუცილებელი როდესაც ნიმუშების სწრაფად გაანალიზება შეუძლებელია. ნიმუშის შენარჩუნებისთვის (პრეზერვაციისთვის), ერთ ლიტრ ნიმუშში 1.5 მილილიტრი აზოტის მჟავა დაამატეთ. კარგად მოურიეთ და დარწმუნდით, რომ pH 2 ან 2-ზე ნაკლებია. საჭიროების შემთხვევაში, ნიმუშს ეტაპობრივად დაუმატეთ 0.5 მილილიტრი აზოტის მჟავა. კარგად მოურიეთ და შეამოწმეთ pH ყოველი დამატების შემდეგ მანამ, სანამ pH 2-მდე ან უფრო დაბალ ნიშნულამდე არ დაეცემა. შეინახეთ ნიმუშები 4°C-ზე ან ნაკლებ ტემპერატურაზე. ამგვარი ნიმუშების შენახვის პერიოდი ექვს თვემდეა.

ტესტის ჩატარებამდე დაელოდეთ სანამ ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას გაუტოლდება და მისი pH 7-მდე დაარეგულირეთ, რისთვისაც ნიმუშს 5.0 N ნატრიუმის ჰიდროქსიდის სტანდარტული ხსნარი უნდა დაუმატოთ და კარგად მოურიოთ. როდესაც კონსერვანტების მნიშვნელოვანი რაოდენობის გამოყენება ხდება, მოცულობის კორექცია დამატებითი მჟავის და ფუძის გათვალისწინებით უნდა მოხდეს.

3.7.2.6 ქლორიდი

ნიმუშების შეგროვება სუფთა პლასტმასის ბოთლების გამოყენებით უნდა მოხდეს. ნიმუშები 28 დღემდე პერიოდის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე შეიძლება იქნას შენახული.

3.7.2.7 ნიტრატი



ნიმუშების შეგროვება სუფთა პლასტმასის ბოთლების გამოყენებით უნდა მოხდეს. ნიმუში 4°C ან ნაკლებ ტემპერატურაზე უნდა იქნას შენახული თუ მისი ანალიზი 24 ან 48 საათის განმავლობაში უნდა მოხდეს. ტესტის ჩატარებამდე ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს. თუ ნიმუშის 14 დღემდე განმავლობაში შენახვა იგეგმება, მაშინ მისი pH 2 ან ნაკლებ მაჩვენებლამდე უნდა დაარეგულიროთ გოგირდის მჟავის მეშვეობით, ACS-ის სტანდარტების მიხედვით, (დაახლოებით 2 მილილიტრი ერთ ლიტრ ნიმუშზე). საჭიროა ნიმუშების მაცივარში შენახვა. ტესტირებამდე ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს. ნიმუშის განეიტრალება 5.0 N ნატრიუმის ჰიდროქსიდის სტანდარტული ხსნარის მეშვეობით უნდა მოხდეს.

ტესტის შედეგების კორექტირება დამატებული მოცულობების მიხედვით უნდა მოხდეს.

3.7.2.8 ნიტრიტი

ნიმუშების შეგროვება სუფთა პლასტმასის ბოთლების გამოყენებით უნდა მოხდეს. ნიტრიტის ოდენობის დადგენა დროულად, ახლად აღებული ნიმუშების მეშვეობით უნდა მოხდეს რათა ბაქტერიების მიერ ნიტრიტის ნიტრატად ან ამონიუმად გადაქცევა იქნას აღკვეთილი. ნიმუშების მოკლე ვადით (1-2 დღით) შენახვა 4°C ან ნაკლებ ტემპერატურაზეა შესძლებელი. იმ ნიმუშების მჟავით კონსერვირება, რომლებშიც ნიტრიტის მოცულობის დადგენა უნდა მოხდეს, დაუშვებელია. ტესტირებამდე ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

3.7.2.9 ფოსფორი, რეაქტიული

ნიმუშების შეგროვება მარილმჟავას ხსნარით გაწმენდილ და დეიონიზირებულ წყალში გავლებულ (1:1-ზე თანაფარდობა) შუშის ბოთლებში უნდა მოხდეს. ფოსფატის ანალიზისთვის გამოყენებული შუშის ჭურჭლის გასაწმენდად



ფოსფატის შემცველი კომერციული სარეცხი საშუალებების გამოყენება არ შეიძლება.

მაქსიმალურად სანდო შედეგების მისაღებად ნიმუშები შეგროვებისთანავე უნდა გაანალიზდეს. თუ ანალიზის სწრაფად ჩატარება შეუძლებელია, ნიმუშები 48 საათამდე პერიოდის მანძილზე შეიძლება იქნას შენახული მათი დაუყოვნებლივ გაფილტვრისა და 4°C-ზე შენახვის შედეგად.

3.7.2.10 სულფატი

ნიმუშების შეგროვება შუშის სუფთა ბოთლების გამოყენებით უნდა ხდებოდეს. ნიმუშების შენახვა 28 დღემდე პერიოდის მანძილზე 4°C ან ნაკლებ ტემპერატურაზე შეიძლება. ტესტირებამდე ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

3.7.2.11 აზოტი, ამიაკი

ნიმუშები სუფთა პლასტმასის ბოთლების გამოყენებით უნდა შეგროვდეს. ნიმუშის პრეზერვაცია pH-ის მაჩვენებლის 2-მდე ან უფრო ნაკლებ ნიშნულამდე დაწევით შეიძლება, ამისთვის გოგირდის მჟავა (მინიმუმ 2 მილილიტრი) უნდა იქნას გამოყენებული. ნიმუშის შენახვა 4°C ან ნაკლებ ტემპერატურაზე უნდა მოხდეს. კონსერვირებული ნიმუშების შენახვა 7 დღემდე პერიოდის მანძილზე შეიძლება. ტესტირებამდე ნიმუშების ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს, გარდა ამისა, ნიმუშის განეიტრალება 5 N ნატრიუმის ორჟანგით უნდა მოხდეს. საჭიროა მოცულობის კორექტირება.

3.7.2.12 ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნა

ნიმუშების შეგროვება შუშის ბოთლების გამოყენებით უნდა მოხდეს. ბიოლოგიური აქტიური ნიმუშები რაც შეიძლება სწრაფად უნდა გაანალიზდეს. ნიმუშების რეპრეზენტატიულობის უზრუნველსაყოფად მყარი ნაწილაკების მქონე ნიმუშების ჰომოგენიზაცია უნდა მოხდეს. ნიმუშები, რომელთა pH-ის მაჩვენებელი გოგირდის მჟავით დამუშავების შედეგად (მინიმუმ 2 მილილიტრი ლიტრზე) 2-ზე



ნაკლებ ნიშნულამდე იქნა დაყვანილი და რომლებიც მაცივარში 4°C ტემპერატურაზე იქნა შენახული, 28 დღემდე პერიოდის მანძილზე ინარჩუნებენ ვარგისიანობას. მნიშვნელოვანი რაოდენობის კონსერვანტების გამოყენების შემთხვევაში, მოცულობის კორექცია დამატებითი მჟავის და ფუძის გათვალისწინებით უნდა მოხდეს.

3.7.2.13 ნატრიუმი

ნიმუშების შეგროვება პოლიეთილენის ბოთლებში უნდა მოხდეს რათა შუშის კონტეინერის გამოტუტვის შედეგად ნიმუშების დაბინძურება იქნას თავიდან აცილებული. ნიმუშების ოთახის ტემპერატურაზე შენახვა შვიდი დღის განმავლობაშია შესაძლებელი.

3.7.2.14 კალიუმი

არ შეიძლება ნიმუშების ე.წ. რბილი შუშის ბოთლებში შეგროვება, რადგან შუშის გამოტუტვის შედეგად შესაძლებელია ნიმუშის დაბინძურება (კონტამინაცია) მოხდეს. გამოიყენეთ მჟავით გაწმენდილი პოლიეთილენის ბოთლები. დაარეგულირეთ ნიმუშის pH და მისი მაჩვენებელი 2-ზე ნაკლებ ნიშნულამდე დაიყვანეთ (აზოტის მჟავის გამოყენებით). ეს გახსნის კალიუმის მარილებს და შეამცირებს ჭურჭლის კედლებზე მათ შეწოვას. ოთახის ტემპერატურაზე ნიმუშების შენახვა მაქსიმუმ შვიდი დღის განმავლობაში შეიძლება. ნიმუშის კონტეინერის pH-ის დონის გასაზომად არ გამოიყენოთ pH-ის ელექტროდი, რადგან ამის შედეგად ნიმუშში ელექტროდის შიგთავსში არსებული ხსნარიდან კალიუმი მოხვდება. pH-ის გასაზომად გამოიყენეთ pH-ის ფურცელი ან გადაასხით ნიმუში სხვა ლაბორატორიულ ჭიქაში და pH-ის ტესტი ცალკე ჩაატარეთ. დიდი ოდენობით კონსერვანტების გამოყენების შემთხვევაში, მოცულობის კორექცია დამატებითი მჟავის და ფუძის გათვალისწინებით უნდა მოხდეს.



3.7.2.15 წყალში შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაცია

გამოიყენეთ პოლიეთილენის ან შუშის ბოთლები, ოღონდ იმ პირობით რომ ნიმუშში არსებული მასალა კონტეინერის კედლებს არ ეკვრობოდეს. ნიმუშის ანალიზი რაც შეიძლება დროულად უნდა დაიწყოს, რადგან მისი შენახვა არაპრაქტიკულია. ანალიზის მომენტამდე ნიმუში მაცივარში 4°C-მდე უნდა გაცივდეს, რათა მყარი ნაწილაკების მიკრობიოლოგიური დაშლა არ მოხდეს. სასურველია რომ ნიმუში 24 საათზე მეტი ხნის მანძილზე არ ინახებოდეს. ანალიზამდე ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

3.7.2.16 სიმღვრივე ან გამჭვირვალობა

სიმღვრივე ნიმუშის აღებიდან რაც შეიძლება სწრაფად უნდა დადგინდეს. რეპრეზენტატიული ნიმუშის მისაღებად თითოეული ნიმუშის ნაზად, მაგრამ საფუძვლიანად შერევა უნდა მოხდეს, რის შემდეგაც ალიკვოტური სინჯი უნდა იქნას მიღებული. არ დაუშვათ ნიმუშის კონტეინერის ძირზე დალექვა. ნიმუში 4°C-მდე უნდა გაცივდეს მყარი ნაწილაკების მიკრობიოლოგიური დაშლის თავიდან ასაცილებლად (თუ ნიმუშის შენახვაა აუცილებელი). ნიმუში 48 საათზე დიდხანს არ უნდა ინახებოდეს. რაც შეიძლება ზუსტი შედეგების მისაღებად ნიმუშის სიმღვრივე დაუყოვნებლივ, ნიმუშის თავდაპირველი კონდიციების (მაგალითად ტემპერატურის ან pH-ის) ცვლილების გარეშე უნდა მოხდეს.

3.7.2.17 pH

ნიმუშების შეგროვება შუშის სუფთა ბოთლების გამოყენებით უნდა მოხდეს. პირველ რიგში კონტეინერები ნიმუშის გამოყენებით უნდა გამოვავლოთ. ამის შემდეგ ბოთლი ბოლომდე უნდა გავავსოთ და სახურავიც მაგრად უნდა მოვუჭიროთ. გააცივეთ ნიმუში 4°C-მდე და დაადგინეთ pH-ის ოდენობა ექვს საათში. თუ ნიმუშების გაანალიზება ექვსი საათის განმავლობაში შეუძლებელია, ანგარიშში ნიმუშის რეალურად გაჩერების დრო და შედეგები უნდა ჩაიწეროს.



3.7.2.18 მძიმე ლითონები

შეაგროვეთ ნიმუშები მჟავა სარეცხ საშუალებაში გავლებული პოლიეთილენის ხუფებიან სუფთა პოლიეთილენის ან პოლიპროპილენის ბოთლებში. ნიმუშების შენახვა კომერციულად ხელმისაწვდომი, სისუფთავის მაღალი ხარისხით გამორჩეული, კონცენტრირებული აზოტის მჟავით დაუყოვნებლივ დამჟავებით უნდა მოხდეს (1.5 მილიგრამი კონცენტრირებული აზოტის მჟავა ერთ ლიტრზე საკმარისია მოკლევადიანი შენახვისთვის). ისეთ ნიმუშებში, რომლებიც მაღალი ბუფერულობით ან ტუტოვანი შემადგენლობით გამოირჩევა, შესაძლებელია 5 მილიგრამი აზოტის მჟავის გამოყენება. ნიმუშები მაცივარში 4°C-ზე უნდა იყოს შენახული. ვერცხლისწყლისთვის შენახვის მაქსიმალური ვადაა 5 კვირა.

3.7.2.19 პოლიარომატული ნახშირწყალბადები

ნიმუშების შეგროვება შუშის ბოთლების გამოყენებით უნდა მოხდეს. ყველა ნიმუში მისი შეგროვების მომენტიდან ამოღებამდე ყინულში ან მაცივარში (4°C-ზე) უნდა მოთავსდეს/ინახებოდეს. პოლიარომატული ნახშირწყალბადები სინათლის მიმართ მგრძნობიარობით გამოირჩევიან; ამიტომ ნიმუშები, ექსტრაქტები და სტანდარტები ქარვისფერ ან ფოლგაში გახვეულ ბოთლებში უნდა იქნას შენახული, რათა ფოტოლიტური დაშლა მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი. გაავსეთ ნიმუშების ბოთლები და თუ კონტეინერებში ქლორის ნარჩენებია, ნიმუშს 80 მილიგრამი ნატრიუმის თიოსულფატი დაამატეთ (ნიმუშის ერთ ლიტრზე) და კარგად აურიეთ.

3.7.2.20 ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნა (BOD)

ნიმუშების შესაგროვებლად გამოიყენეთ ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნის (BOD) ანალიზისთვის გამოყენებული შუშის ჰაერგაუმტარი ბოთლები. BOD-ის ანალიზისთვის აღებული ნიმუშები მნიშვნელოვნად შეიძლება შეიცვალოს მანიპულაციების და შენახვის დროს. დარწმუნდით, რომ ნიმუშის აღების შემდეგ ბოთლში ჰაერის ბუშტუკები არ არის. ტესტირება რაც შეიძლება დროულად უნდა დაიწყოს. თუ ტესტირების დაუყოვნებლივ დაწყება შეუძლებელია, ნიმუშებში ცვლილებების მინიმუმამდე დასაყვანად, მათი 4°C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე



შენახვა უნდა მოხდეს. არ გაყინოთ ნიმუშები. ნიმუშების შენახვა BOD-ის ანალიზის დაწყებამდე მაქსიმუმ 48 საათის განმავლობაში შეიძლება.

3.7.2.21 ფენოლი

ნიმუშების შეგროვება შუშის კონტეინერის მეშვეობით უნდა მოხდეს. ნიმუშის შენახვა 28 დღის მანძილზე შეიძლება თუ მისი შენახვის დროს შემდეგი პარამეტრები იქნა დაცული: H_2SO_4 -დან $pH < 2$ -მდე და შენახვის ტემპერატურა $4^{\circ}C$ -ს შეადგენს.

3.7.2.22 ნავთობპროდუქტები

ამ შემთხვევაში ნიმუშები მხოლოდ შუშის კონტეინერების მეშვეობით უნდა შეგროვდეს. ნიმუშის შენახვა 28 დღის მანძილზე შეიძლება თუ მისი შენახვის დროს შემდეგი პარამეტრები იქნა დაცული: H_2SO_4 -დან $pH < 2$ -მდე და შენახვის ტემპერატურა $4^{\circ}C$ -ს შეადგენს.

3.7.2.23 ორნახშირმჟავები

ნიმუშების შეგროვება პლასტმასის კონტეინერების გამოყენებით უნდა მოხდეს. მაქსიმალურად ზუსტი შედეგების მისაღებად ნიმუშები რაც შეიძლება დროულად უნდა გაანალიზდეს.

კონკრეტული ნიმუშისთვის გამოსაყენებელი კონტეინერების რაოდენობა გამოსაკვლევ პარამეტრზე და კონსერვაციის გამოყენებულ მეთოდზეა დამოკიდებული. თუ კონსერვაციის ერთი და იმავე მეთოდი გამოიყენება, მაშინ ნიმუშის დაყოფის საჭიროება არ არსებობს და მის შესანახად ერთი და იმავე კონტეინერის გამოყენება შეიძლება. სხვა შემთხვევაში, კონსერვაციამდე ნიმუში სხვადასხვა კონტეინერებში უნდა გადანაწილდეს.

კონსერვაცია ხორციელდება ადგილზე ან ლაბორატორიაში (გამოსაკვლევი პარამეტრიდან გამომდინარე).



3.8 ნიმუშების შეგროვების, კონსერვაციის და შენახვის წესების შეჯამება

ქვემოთ წარმოდგენილ ცხრილში თითოეული გამოსაკვლევი პარამეტრისთვის
საჭირო კონტეინერები, კონსერვაციის მეთოდები და შენახვის დროებია
აღწერილი:

პარამეტრის დასახელება	კონტეინერი	კონსერვაცია	შენახვის მაქსიმალური დრო
ფერი	შუშის კონტეინერი	გაცივება, 4°C	48 საათი
გამტარობა	შუშის კონტეინერი	გაცივება, 4°C	28 დღე
სიხისტე (საერთო მაჩვენებელი)	პლასტმასის კონტეინერი	to pH<2-მდე, to pH<2-მდე	6 თვე
სიხისტე (კალციუმი)	პლასტმასის კონტეინერი	pH<2-მდე, H ₂ SO ₄ -დან pH<2- მდე	6 თვე
ქლორიდი	პლასტმასის კონტეინერი	არ არის საჭირო	28 დღე
ნიტრატე	პლასტმასის კონტეინერი	გაცივება, 4°C; H ₂ SO ₄ -დან pH<2-მდე	48 საათი
ნიტრიტი	პლასტმასის კონტეინერი	გაცივება, 4°C	48 საათი
ფორსფორი (რეაქტიული)	შუშის კონტეინერი	გაცივება, 4°C	48 საათი
სულფატი	შუშის კონტეინერი	გაცივება, 4°C	28 დღე
აზოტი, ამიაკი	პლასტმასის კონტეინერი	გაცივება 4°C, H ₂ SO ₄ -დან pH<2-მდე	28 დღე



ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნა	შუშის კონტეინერი	გაცივება, 4°C, H ₂ SO ₄ -დან pH<2-მდე	28 დღე
ნატრიუმი	პლასტმასის კონტეინერი	ოთახის ტემპერატურა	7 დღე
კალიუმი	პლასტმასის კონტეინერი	HNO ₃ -დან pH<2-მდე, ოთახის ტემპერატურა	7 დღე
წყალში შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაცია	პლასტმასის კონტეინერი	გაცივება, 4°C	7 დღე
სიმღვრივე	შუშა	გაცივება, 4°C	48 საათი
pH	პლასტმასის კონტეინერი, შუშის კონტეინერი	არ არის საჭირო	დაუყოვნებლივი ანალიზი
მძიმე ლითონები	პლასტმასის კონტეინერი	HNO ₃ . გაცივება, 4°C	5 კვირა
პოლიარომატული ნახშირწყალბადები	შუშის კონტეინერი, ქარვისფერი მინა	გაცივება, 4°C	ექსტრაქცია 7 დღეში ანალიზი ექსტრაქციიდან 40 დღეში
ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნა	პლასტმასის კონტეინერი, BOD-ის ბოთლები	გაცივება, 4°C	რაც შეიძლება დროული ანალიზი



ფენოლები	შუშის კონტეინერი	H ₂ SO ₄ -დან pH <2-მდე, 4°C- და გაცივება.	28 დღე
ნავთობპროდუქტები	შუშის კონტეინერი	H ₂ SO ₄ -დან pH <2, 4°C-დე გაცივება.	28 დღე
ორნახშირმჟავები	პლასტმასის კონტეინერი	გაცივება, 4°C	რაც შეიძლება დროული ანალიზი
მიკრობიოლოგიური ნიმუში	შუშის კონტეინერი	თიოსულფატი	დაუყოვნებლივი ანალიზი

3.9 კორექტირება ნიმუშების მოცულობის გაზრდის (დამატების) შემთხვევაში

დიდი ოდენობით კონსერვანტების ან გამანეიტრალებელი ნივთიერებების გამოყენებისას, ნიმუშის კონსერვაციისთვის მასში დამატებული მჟავის და/ან პროცედურის მასშტაბის შესაბამისად pH-ის მაჩვენებლის დასარეგულირებლად გამოყენებული ფუძის გათვალისწინება უნდა მოხდეს.

საჭიროა შემდეგი სახის კორექტირება:

- I. დაადგინეთ თავდაპირველი ნიმუშის მოცულობა და ასევე მასში დამატებული მჟავის და ფუძის მოცულობები.
- II. გაყავით საერთო მოცულობა თავდაპირველ მოცულობაზე.
- III. გაამრავლეთ კვლევის შედეგი ამ კოეფიციენტზე (ფაქტორზე).
- IV. შეინახეთ დამატებული მოცულობის და/ან pH-ის დარეგულირების შესახებ ჩანაწერები კვლევას დაქვემდებარებული იმ მასალებისთვის, რომლებიც შენახვას ექვემდებარება.

3.10 ნიმუშების მიღება ლაბორატორიაში



3.10.1 ლაბორატორიის თანამშრომელმა ლაბორატორიაში მიღებული ყველა ნიმუშის ადეკვატურობა უნდა შეამოწმოს (შეგროვებული ნიმუშების რაოდენობა, ტემპერატურა, ბოთლის მდგომარეობა და ა.შ.). სტანდარტებიდან რაიმე გადახრის შემთხვევაში, ნიმუშის/შეგროვების ფურცლებში შესაბამისი ჩანაწერი უნდა გაკეთდეს.

3.10.2 კვლევის დამკვეთის არსებობის შემთხვევაში, ტესტირების დამკვეთს ოფიციალურად უნდა ეცნობოს ნიმუშებში არსებული შეუსაბამობების შესახებ, რის შემდეგაც აღნიშნულმა მხარემ წერილობით უნდა დაადასტუროს ამგვარი ნიმუშების ტესტირების ჩატარებაზე ან ახალი ნიმუშების შეგროვებაზე თანხმობა.

3.11 კვლევას დაქვემდებარებული მასალების და ნიმუშების გატანა

ყველა ნიმუში ლაბორატორიის ნიმუშების გატანის სისტემის მეშვეობით უნდა იქნას გატანილი. სახიფათო ნივთიერებების შემცველი ნიმუშების გატანა შესაბამისი სახელმძღვანელო პრინციპებისა და წესების მიხედვით უნდა მოხდეს.

4.0 მიკრობიოლოგიური პარამეტრების ნიმუშების აღების პროცედურა: კოლიფორმული სტრეპტოკოკები

გამოყენებული ტესტირების მეთოდი: ISO 9308-02:1990, პირველი გამოცემა

4.1 შესავალი

ნიმუში გამოსაკვლევი წყლის რეპრეზენტატიული უნდა იყოს. დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს ნიმუშების შეგროვებისა და ტრანსპორტირების პროცესს რათა ნიმუშების დაბინძურება იქნას გამორიცხული. წყალში მიკროორგანიზმების



არსებობის გამოკვლევისას უზრუნველყოფილი უნდა იყოს აღჭურვილობის სისუფთავე და სტერიულობა და ასევე სტერილურობასთან დაკავშირებული მეთოდების მკაცრად განხორციელება. ამიტომ მიკრობიოლოგიური კვლევებისთვის ნიმუშების აღება მხოლოდ გაწრთვნილი პერსონალის მიერ უნდა ხდებოდეს.

4.2 პროცედურა

4.2.1 ნიმუშების ასაღებად საჭირო აღჭურვილობა და სხვა ნივთები

- 250 მილილიტრის მოცულობის სტერილური შუშის ბოთლები
- ფრქვევანა (ან ალკოჰოლი) ონკანების სტერილიზაციისთვის
- ყინულის პაკეტები
- ლატექსის ხელთათმანები
- ეტიკეტები
- კომპარატორი და კომპარატორის დისკები ნარჩენი ქლორის ტესტირებისთვის
- DPD #1 ტაბლეტები
- სინჯარები
- დისტილირებული წყალი
- საზომი ცილინდრი
- 100 მილიგრამის მოცულობის ბოთლები pH-ის და სიმღვრივის გასაზომად
- იზოთერმული ყუთი

4.2.2 სპეციალური შენიშვნები

ნიმუშების შეგროვება 250 მილილიტრიან შუშის კონტეინერების/ბოთლების გამოყენებით უნდა მოხდეს. წყლის ნიმუშების შესაგროვებლად მხოლოდ



მიკრობიოლოგიის განყოფილებაში არსებული, ავტოკლავებში სტერილიზებული/დეზინფიცირებული და საშრობ ღუმელში 105°C -ზე შენახული შუშის კონტეინერები/ბოთლები უნდა იქნას გამოყენებული. თუ გამოსაკვლევი წყლის ნიმუში ქლორს შეიცავს, მისი განეიტრალება სტერილიზაციამდე კონტეინერებში/ბოთლებში საკმარისი რაოდენობის ნატრიუმის თიოსულფატის დამატებით უნდა მოხდეს. ეს იმისთვის კეთდება, რომ შეგროვებულ ნიმუშებში ნარჩენი ქლორის ანტიმიკრობული აქტივობის შეჩერება მოხდეს.

თუ ერთი და იმავე ადგილიდან სხვადასხვა პარამეტრების (მაგალითად ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების) გამოსაკვლევად რამდენიმე ნიმუშის აღება ხდება, პირველ რიგში მიკრობიოლოგიური კვლევისთვის განკუთვნილი ნიმუში უნდა იქნას აღებული. გაწმენდილი წყლის შემთხვევაში, ნიმუშის აღებამდე წყალში ქლორის არსებობა უნდა შემოწმდეს. ნიმუშის აღებამდე ბოთლისთვის ხუფის მოხსნა ან მისი გავლება არ შეიძლება. ნიმუშის აღების პროცესის განმავლობაში ბოთლის საცობი არაფერს არ უნდა შეეხოს. გარდა ამისა, ბოთლში შემავალი წყლის ნიმუშის ხელთან შეხება თავიდან უნდა იქნას არიდებული. იმ შემთხვევაში თუ ნიმუშის პირდაპირ კონტეინერის/ბოთლის მეშვეობით აღება შეუძლებელია, შესაძლებელია სპეციალურად აწონილი სინჯარების ან უჟანგავი ფოლადისგან დამზადებული ტოლჩების გამოყენება. თუმცა ნიმუშების აღებამდე აღნიშნული ჭურჭლის სტერილიზება უნდა მოხდეს მასში ალკოჰოლისთვის ცეცხლის მოკიდებით და შემდეგ გაცივებით.

4.2.3 ნიმუშების აღება ნაკადულებიდან, მდინარეებიდან ან წყალსაცავებიდან

მოხსენით ხუფი სტერილურ შუშის ბოთლს. მოჰკიდეთ ხელი ბოთლის ძირს და მისი ყელი წყლის ზედაპირის ქვეშ ჩაუშვით.

მოატრიალეთ ბოთლი იქამდე სანამ მისი ყელი ცოტათი ზევით იქნება აწეული და მისი პირი წყლის დინებისკენ იქნება მიმართული.



დინების არ არსებობის შემთხვევაში, დინება ხელოვნურად უნდა შეიქმნას ბოთლის ჰორიზონტალურად, ხელისგან საწინააღმდეგო მიმართულებით მოძრაობის მეშვეობით.

შევსებისთანავე დაახურეთ ხუფი ბოთლს.

4.2.4 ნიმუშის აღება ონკანიდან (ქლორის შემცველი წყალმომარაგება)

მოუშვით ონკანი და დატოვეთ იგი მოშვებული 4-5 წუთის მანძილზე, რათა მილებში არსებული დამდგარი წყალი გამოვიდეს.

ნარჩენი ქლორის ტესტირება შემდეგნაირად უნდა მოხდეს:

- შეაგროვეთ სინჯარაში 10 მილიგრამი ნიმუში (ბლანკი).
- მოათავსეთ ბლანკი კომპარატორის მარცხენა განყოფილებაში.
- გაავლეთ სინჯარა და მოათავსეთ მასში DPD No 1 რეაქტივის ფხვნილი. ჩაასხით 10 მილიგრამი ნიმუში სინჯარაში. შეანჯღრიეთ სინჯარა ნიმუშის ასარევად.
- მოათავსეთ ნიმუში და DPD კომპარატორის მარჯვენა განყოფილებაში.
- დაიჭირეთ კომპარატორი თვალის დონეზე სინათლის წყაროსთან და გაიხედეთ მის წინა ნაწილში არსებულ ღიობში.
- დაატრიალეთ დისკი სანამ შესაბამისი ფერი გამოჩნდება.
- ერთი წუთის განმავლობაში აიღეთ თავისუფალი ქლორის მგ/ლ ჩვენება ცენტრში არსებული შკალის პანელიდან.
- დაამუშავეთ ალით ონკანის ბოლო და წყლის ნაკადი სარჩილავი ლამპის მეშვეობით. ალის მეშვეობით შეინარჩუნეთ სტერილური გარემო ონკანის გარშემო. თუ ონკანის ალით დამუშავება შეუძლებელია, სტერილიზაციისთვის ალკოჰოლი უნდა იქნას გამოყენებული.
- დაარეგულირეთ წყალი მანამ, სანამ სტაბილური ნაკადი არ იქნება მიღებული.
- მოხსენით ბოთლს ხუფი ალის სტერილურ ზონაში.



- გაავსეთ ბოთლი ონკანიდან წამოსული წყლით. ნიმუშის მოცულობა 100 მილიგრამზე ნაკლები არ უნდა იყოს, ამავე დროს ბოთლში (მინიმუმ 2.4 სანტიმეტრის სიმაღლის) საკმარისი ცარიელი სივრცე უნდა დარჩეს, რათა გამოკვლევამდე შენჯღრევის მეშვეობით ნიმუშის არევა იყოს შესაძლებელი. ამ დროს ნიმუშის გადმოღვრა და აქეთ-იქით მიშხეფება უნდა იქნას თავიდან აცილებული.
- დაახურეთ ბოთლს ხუფი.
- დაკეტეთ ონკანი.
- გამორთეთ ალი.
- ნიმუშის ეტიკეტზე დაწერეთ თარიღი, ადგილი და ნარჩენი ქლორის ოდენობა.
- შეავსეთ ნიმუშის შეგროვების/მიღების/ტესტირების ფურცელი.
- შეინახეთ ნიმუში იზოთერმულ ყუთში
- გაემართეთ ნიმუშების აღების სხვა ადგილებისკენ (ნიმუშების აღების გრაფიკის მიხედვით).
- დაბრუნდით ლაბორატორიაში.

შენიშვნები: (i) ნიმუშების აღების დროს, მიკრობიოლოგიური ნიმუშების აღების სამუშაო ინსტრუქციები უნდა იყოს ხელმისაწვდომი.

(ii) აუცილებელია იზოთერმული ყუთის სისუფთავის დაცვა და ქლორიანი წყლის მეშვეობით მისი მუდმივად დეზინფიცირება, რათა ნიმუშების დაბინძურება იქნას თავიდან აცილებული (რადგან ამ შემთხვევაში კვლევის შედეგები გაბათილდება).

4.2.5 ნიმუშების აღება ჭებიდან და ჭაბურღილებიდან

- თუ ტუმბო გარკვეული დროის მანძილზე უმოქმედო იყო, უნდა მოხდეს მისი 20-30 წუთის განმავლობაში ოპერირება.
- მოახდინეთ ონკანის/წყლის გამომავალი მილის სტერილიზება ალის



(ალკოჰოლის) მეშვეობით.

- გაიმეორეთ ონკანის წყლის ნიმუშის აღების ზემოთ აღწერილი პროცედურები.

4.2.5 ნიმუშის მანიპულირება, ტრანსპორტირება და შენახვა

- ნიმუშების აღებისთანავე ბოთლები იზოთერმულ ყუთში, დნობად ყინულში ან ყინულის პაკეტებში (8°C -ზე ნაკლებ ტემპერატურაზე) უნდა მოთავსდეს და მათი ტრანსპორტირებაც ამ ფორმით უნდა განხორციელდეს. ლაბორატორიაში ამ ნიმუშების იზოთერმული ყუთიდან ამოღება უშუალოდ ტესტირების დაწყებამდე უნდა მოხდეს.
- თუ ნიმუშების ერთი ღამით შენახვა იგეგმება, ისინი აუცილებლად 8°C -ზე ნაკლებ ტემპერატურაზე უნდა დამაცივრდეს. ნებისმიერ შემთხვევაში ნიმუშების აღებიდან მათ ანალიზამდე პერიოდი 30 საათზე მეტ ხანს არ უნდა გაგრძელდეს.



SAMPLING PROCEDURE SUMMARY

Step 1

Remove fittings and filters



Step 6

Close tap. Bring sample to the lab for bacteriological examination



Step 2

Open tap and allow water to run fully for 4-5 minutes



Step 5

Replace cap under aseptic conditions and keep sample bottle in ice box

Step 3

Disinfect hands with 70% ethanol or use gloves



Step 4

Regulate to smooth water flow and sterilize tap using flame. Remove bottle cap in sterile sphere and collect sample



ნიმუშების აღების პროცედურის მოკლე შეჯამება

ნაბიჯი 1: მოხსენით თავაკები და ფილტრები



ნაბიჯი 2: მოუშვით ონკანი და დატოვეთ იგი მოშვებული 4-5 წუთის მანძილზე

ნაბიჯი 3: ჩაიტარეთ ხელების დეზინფექცია ეთილის სპირტის მეშვეობით ან გამოიყენეთ ხელთათმანები

ნაბიჯი 4: დაარეგულირეთ წყალი მანამ, სანამ სტაბილური ნაკადი არ იქნება მიღებული. მოხსენით ბოთლს ხუფი ალის სტერილურ ზონაში და აიღეთ ნიმუში.

ნაბიჯი 5: დაახურეთ ბოთლს ხუფი ასეპტურ პირობებში და შეინახეთ ის მაცივარში.

ნაბიჯი 6: დაკეტეთ ონკანი. მიიტანეთ ნიმუში ლაბორატორიაში ბაქტერიოლოგიური კვლევის ჩასატარებლად.

4.2.6 ნიმუშებთან დაკავშირებული მონაცემების აღრიცხვა

- ნიმუშების ამღებმა პირმა ის ადგილები საიდანაც ნიმუშების აღება მოხდა და წყლის შესაბამის ნიმუშებში ნარჩენი ქლორის მაჩვენებლები ნიმუშების შეგროვების/მიღების/ტესტირების ფურცელში უნდა შეიყვანოს.
- გარდა ამისა ამ დოკუმენტში ნიმუშების აღების დრო და ამინდის პირობებიც უნდა აღირიცხოს.
- ნიმუშების შეგროვების/მიღების/ტესტირების ფურცელს ტექნიკური ოფიცერი (თანამშრომელი) ნიმუშის გადაცემის/მიღების დროს ადასტურებს.

4.2.7 ნიმუშების მიღება ლაბორატორიაში

- ნიმუშების შეგროვების/მიღების/ტესტირების ფურცელში იზოთერმული ყუთის ტემპერატურა უნდა იქნას აღრიცხვრული (აღნიშნული ტემპერატურა 8°C-ზე ნაკლები უნდა იყოს).
- უნდა დარწმუნდეთ, რომ მანიპულირებისა და ტრანსპორტირების დროს ნიმუშის და ნიმუშის ასაღებად გამოყენებული ბოთლის მთლიანობა



შენარჩუნებულია. ნებისმიერი გადახრა/დაკვირვება ზემოთხსენებულ დოკუმენტში უნდა აღირიცხოს.

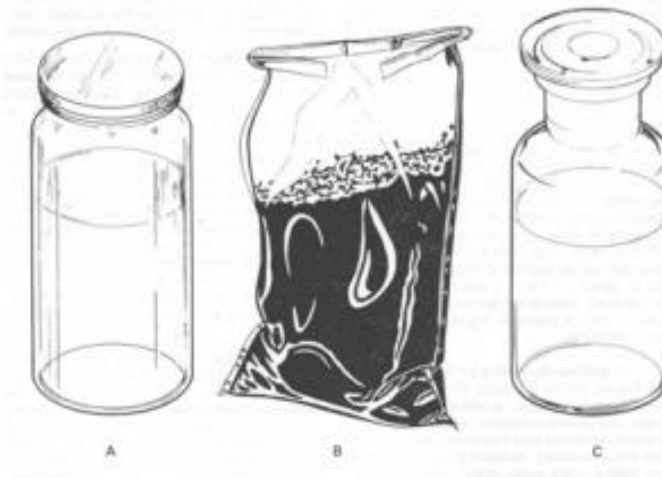
- ნიმუშების შემცველ თითოეულ კონტეინერს უნიკალური კოდი უნდა მიენიჭოს.

5. 0 მიკრობიოლოგიური პარამეტრების ნიმუშების აღების პროცედურა: **STREPTOCOCCUS FAECALIS**

5.1 ნიმუშების კონტეინერები

5.1.1 ნიმუშების ასაღებად გამოყენებული ბოთლები:

ნიმუშების ასაღებად გამოყენებული ბოთლები წყლის მასტერილებელი პირობებისა და გამხსნელის ეფექტისადმი მედეგობით უნდა გამოირჩეოდნენ. შესაძლებელია ხრახნიანი ხუფის ან მქრქალი მინიანი საცობის მქონე ფართოყელიანი, ბორისმჟავას შუშისგან დამზადებული ბოთლების ან თბოგამძლე პლასტმასის ბოთლების გამოყენება თუ მათი სტერილიზაცია ტოქსიკური მასალების წარმოქმნის გარეშეა შესაძლებელი (იხილეთ „ა“ და „გ“ მაგალითები, სურათი 1). სტერილიზაციის შედეგად ხრახნიან ხუფებში ბაქტერიოსატიკური ან მკვებავი შენაერთები არ უნდა შეიქმნას.



სურათი 2. ნიმუშების სავარაუდო კონტეინერები.

5.1.2 ბოთლების შერჩევა და გაწმენდა:

ადეკვატური ოდენობის ნიმუშების ასაღებად და კარგად შესარევად, ნიმუშების ასაღებად გამოყენებული ბოთლები მინიმუმ 125 მილიგრამის მოცულობის უნდა იყოს. მრავალჯერადი ანალიზებისთვის ხშირად 250, 500 და 1000 მილიგრამიან ბოთლებს იყენებენ ხოლმე. გადაყარეთ ნაჭდევებიანი და ბზარებიანი ზედაპირის მქონე ბოთლები. ბოთლების ხუფები წყალგაუმტარი უნდა იყოს. გამოყენებამდე საგულდაგულოდ გარეცხეთ ბოთლები და ხუფები სარეცხი საშუალებების და ცხელი წყლის მეშვეობით; რის შემდეგაც ბოთლები/ხუფები ცხელ წყალში უნდა გაავლოთ რათა სარეცხი საშუალებების ყველანაირი კვალი იქნას მოცილებული. ამის შემდეგ ბოთლები/ხუფები ლაბორატორიულად გაწმენდილი წყალში სამჯერ უნდა გაავლოთ.

5.1.3 ქლორის მოსაცილებელი საშუალება:

როდესაც მოსალოდნელია ნარჩენი ქლორის შემცველი წყლის ან ჩამდინარე წყლის აღება, ბოთლში ქლორის მოსაცილებელი საშუალება უნდა მოთავსდეს. სტერილიზაციამდე ბოთლში ნატრიუმის თიოსულფატი მოათავსეთ შემდეგი კონცენტრაციით: 10%-იანი ხსნარის 0.1 მილიგრამი თითოეული 125 მილიგრამიანი



ნიმუშისთვის. აღნიშნული კონცენტრაცია დაახლოებით 15 მგ/ლ ნარჩენი ქლორის ნეიტრალიზებას მოახდენს.

5.1.4 ქელატორი:

ქელატორი ისეთ ბოთლებში უნდა მოვათავსოთ, რომლებიც მძიმე ლითონების შემცველი ნიმუშების აღებისთვის გამოიყენება, საუბარია სპილენძის, ნიკელის, თუთიის და სხვა მძიმე ლითონების >0.01 მგ/ლ კონცენტრაციის მქონე ნიმუშებზე. სტერილიზაციამდე ბოთლში თითოეული 125 მილიგრამიანი ნიმუშისთვის ეთილენდიამინტეტრაძმრის მჟავის (EDTA) ტეტრანატრიუმის მარილის 15%-იანი ხსნარის 0.3 მილიგრამი ჩაამატეთ.

5.1.5 ბოთლების შეფუთვა:

სტერილიზაციამდე შუშის საცობების მქონე ბოთლების ხუფებისა და ყელების დაბინძურებისგან დასაცავად აღნიშნული ბოთლები ალუმინის ფოლგით ან კრაფტის ქაღალდით უნდა შეიფუთოს.

5.1.6 ბოთლების სტერილიზაცია:

შუშის ან თბოგამძლე პლასტმასის ბოთლები ავტოკლავში 121°C ტემპერატურაზე 15 წუთის მანძილზე უნდა შევინახოთ. ალტერნატივის სახით, მშრალი მინის ჭურჭლის სტერილიზება ცხელ ღუმელში 170°C -ზე მინიმუმ 2 საათის მანძილზე შესაძლებელია. ეთილენის ჟანგის გაზით სტერილიზაცია იმ პლასტმასის კონტეინერების სტერილიზებისთვის არის დასაშვები, რომლებიც არ არიან თბოგამძლე. გაზის მეშვეობით სტერილიზებული ბოთლები ერთი ღამის განმავლობაში უნდა იქნას შენახული მანამ, სანამ მათი მეშვეობით ნიმუშების აღება მოხდება (ეს იმისთვის არის საჭირო, რომ გაზის ბოლო ნარჩენებიც გაიფანტოს).

5.1.7 პოლიეთილენის პარკები:

კომერციულად ხელმისაწვდომი პარკები (Whirl-pak) (იხილეთ მაგალითი „ბ“, სურათი 1) პლასტმასის ან შუშის ბოთლების პრაქტიკული შემცვლელია ნიადაგის, ნალექის ან ბიოსოლიდების (ბიოლოგიური წარმოშობის მყარი ნივთიერებების)



ნიმუშების აღებისას. აღნიშნული პარკები დალუქული სახით იყიდება და მათი გახსნა მხოლოდ ნიმუშების აღებისას ხდება. პარკების მწარმოებლის განცხადებით აღნიშნული პარკები სტერილიზებულია.

5.2 ნიმუშების აღების პროცედურები

ნიმუშების აღება ხდება ხელით ან თუ ადგილზე მისვლა რთულია (მაგალითად ნიმუშის აღების ადგილზე არსებული ხიდი ან მაღალი ნაპირი) ნიმუშების აღების სპეციალური მოწყობილობით.

5.2.1 ქლორიანი ნიმუშები:

როდესაც ნიმუშები გაწმენდილი წყლებიდან, ქლორის შემცველი ჩამდინარე წყლებიდან ან რეკრეაციული დანიშნულების წყლის ობიექტებიდან გროვდება, ნიმუშების ასაღებად გამოყენებულ ბოთლებში ქლორის მოსაცილებელი საშუალებები უნდა იყოს ჩამატებული (იხილეთ 1.3-ე განყოფილება).

5.2.2 შერეული ნიმუშები:

ბაქტერიოლოგიური კვლევებისთვის შერეული ნიმუშების აღება დაუშვებელია. ინდივიდუალური ნიმუშების მონაცემები სხვადასხვა ტიპის სიდიდეებს შეიცავენ ხოლმე. შერეულ ნიმუშში ეს დიაპაზონი ვერ გამოჩნდება. ინდივიდუალური ნიმუშები ხარჯის და შემადგენლობის მიმართულებებით სამრეწველო პროცესის ვარიაციების შესახებ მონაცემებს იძლევა ხოლმე. გარდა ამისა, შერეული ნიმუშის ერთ ან მეტ ნაწილში ტოქსიკური ან მკვებავი მასალები შეიძლება აღმოჩნდეს, რომლებიც არასწორ შედეგებს იძლევიან ხოლმე.

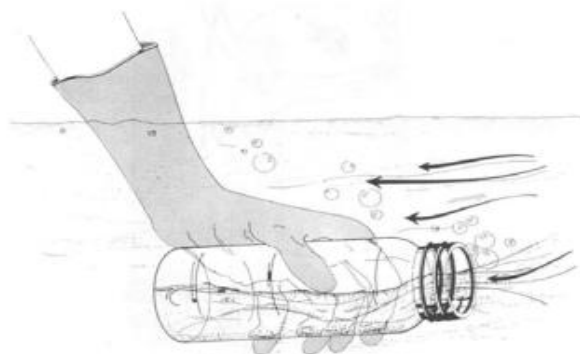
5.2.3 ზედაპირიდან ნიმუშის ხელით აღება:

ნიმუშის ერთჯერადად (ხელით) აღებისას გამოიყენება ბოთლი, რომელიც (1) განყოფილებაში მოცემული აღწერილობის მიხედვით უნდა იქნას დამუშავებული.



ნიმუშის აღების ადგილი ბოთლის ეტიკეტზე და საველე ჟურნალში უნდა იყოს მითითებული. მოხსენით ბოთლს შეფუთვა და ხუფი და დაიცავით იგი დაბინძურებისგან. მოკიდეთ ბოთლს ხელი ძირში და პირქვე ჩაუშვით წყალში, რათა ბოთლში წყლის ზედაპირზე არსებული ნადები არ მოხვდეს (სურათი 2). ბოთლის პირი ნიმუშის ამღების ხელისგან საპირისპირო მიმართულებით მოძრავ დინებაში ჩაუშვით (თუ შესაძლებელია ეს დინება ნიმუშის ამღების მიერ გამოყენებული პლატფორმის გვერდის საპირისპირო მიმართულებითაც უნდა მოძრაობდეს). ნიმუშის აღება წყლის ზედაპირიდან 15-30 სანტიმეტრის სიღრმეზე უნდა ხდებოდეს. თუ წყლის ობიექტი უძრავია, შესაძლებელია ხელოვნური დინების შექმნა, რისთვისაც ბოთლი ჰორიზონტალურად იმ მიმართულებით უნდა გავამოძრავოთ საიტკენაც მისი პირია მიმართული (ნიმუშის ამღების საპირისპირო მიმართულებით). ბოთლის პირი ცოტათი ზევით უნდა ავწიოთ იმისთვის, რომ ჰაერი გამოვიდეს და ბოთლის შევსება მოხდეს. წყლის ობიექტიდან ბოთლის ამოღების შემდეგ, გადმოასხით ნიმუშის მცირე ოდენობა, რათა ბოთლში 2.5-5 სანტიმეტრის სიმაღლის სივრცე დარჩეს ჰაერისთვის, რაც ანალიზამდე ნიმუშის კარგად შესარევად არის საჭირო.

გაუკეთეთ ბოთლს საცობი და ჩადეთ იგი ყინულში (ოღონდ არ გაყინოთ), ამის შემდეგ აღნიშნული ნიმუშის ლაბორატორიაში ტრანსპორტირება უნდა მოხდეს.



სურათი 3. ზედაპირულ წყლებში ნიმუშის ხელით აღების მეთოდი



5.3 ნიმუშების აღების ადგილების და სიხშირის დადგენა

ქვემოთ მოცემულია ნაკადულების, მდინარეების, ესტუარული, საზღვაო და რეკრეაციული წყლების და ასევე საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ნიმუშების აღების ადგილების და სიხშირის დადგენის წესები.

5.3.1 ნიმუშების აღება ნაკადულებიდან:

წინასწარი დათვალიერების მიზანს შესაგროვებელი ნიმუშების ადგილმდებარეობის, სიხშირის და რაოდენობის განსაზღვრა წარმოადგენს.

5.3.2 ადგილების შერჩევა ნიმუშების ასაღებად:

ნაკადულებიდან ნიმუშების აღების პროგრამებში ჩვეულებრივ მონიშნულია ხოლმე პრობლემატური ტერიტორიიდან დინების საწინააღმდეგო (ზედა) ნაწილში არსებული ტერიტორია, ჩამდინარე წყლების ჩაშვების წერტილიდან ზედა და ქვედა ნაწილში არსებული ტერიტორიები, მდინარეში შენაკადის ზედა და ქვედა ნაწილში არსებული ტერიტორიები და მდინარის შესართავის დინების საწინააღმდეგო (ზედა) ნაწილში არსებული ტერიტორიები. უფრო რთულ სიტუაციებში, როდესაც საქმე ჩამდინარე წყლების რამდენიმე ადგილზე ჩაშვებასთან გვაქვს, ნიმუშების აღება კომბინირებული ჩაშვების არეალის ზედა და ქვედა ნაწილებში და ასევე პირდაპირ მუნიციპალური თუ სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილებში ხდება. არსებული ბაქტერიოლოგიური, ქიმიური და ჩაშვების სიხშირის შესახებ მონაცემების მეშვეობით, დაბინძურების თითოეული წყაროს მიერ დაბინძურების საერთო მაჩვენებელში შეტანილი წვლილის დადგენა არის შესაძლებელი.

5.3.3 მცირე ზომის ნაკადულები:

მცირე ნაკადულებიდან ნიმუშების აღება დაბინძურების წყაროების ზედა და ქვედა ნაწილებში დაბინძურების ფონურ მაჩვენებლებზე დაკვირვების სადგურების მეშვეობით უნდა ხორციელდებოდეს. დაბინძურების ზონების მოსანიშნად



ნაკადულის კიდევ უფრო ქვედა ნაწილებში (დინების მიმართულებით) ნიმუშების აღების დამატებითი ადგილები უნდა არსებობდეს. ნიმუშების აღება ისეთ ადგილებში სადაც წყლის სტაგნაციის საშიშროება არსებობს (მაგალითად მდინარის შენაკადის დაგუბებული წყალი) არ არის რეკომენდებული; გარდა ამისა, ნიმუშები არ უნდა ავიღოთ ისეთი ადგილებიდან, რომლებიც ნაკადულის მოსახვევში, ნაპირთან ახლოს მდებარეობს, რადგან აქ არსებული წყალი შესაძლოა არ იყოს ძირითად არხში არსებული წყლის რეპრეზენტატიული.

5.3.4 მსხვილი ნაკადულები და მდინარეები:

მსხვილ ნაკადულებში/მდინარეებში დაბინძურების წყაროს ქვემოთ (დინების მიმართულებით) არსებული დინების დიდი ნაწილი ნაპირებთან ახლოს კარგად არ არის ხოლმე შერეული (საუბარია მდინარის ამ ნაწილში არსებულ წყალზე). ნიმუშების აღების ადგილები დაბინძურების წყაროსთან ახლოს დინების მიმართულებით უნდა იქნას შერჩეული იმისთვის, რომ დადგინდეს დინების მოძრაობის დრო და დისპერსია (ამის დადგენა ხარჯის გაზომვით უნდა მოხდეს). განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნიმუშების აღების ადგილების სწორად შერჩევა. დრო და დრო საჭიროა ნიმუშების გარკვეული სიღრმიდან აღებაც ვერტიკალურად შერევის მოდელების დასადგენად.

5.3.5 ნიმუშების აღება ესტუარული და საზღვაო წყლებიდან:

ესტუარული და საზღვაო წყლების ნიმუშების აღების დროს, მტკნარი წყლის ნიმუშების აღებისას გასათვალისწინებელ ფაქტორებთან ერთად დამატებით სხვა ფაქტორების გათვალისწინებაც არის ხოლმე საჭირო. ამ ფაქტორებში შედის: ზღვის მიმოქცევის ციკლები, დინების მოდელები, ფსკერზე არსებული დინებები და კონტრ-დინებები, დაშრევა, სეზონური ცვლილებები/რყევები, ჩაღვრილი მასების დისპერსია და სხვადასხვა სიღრმეზე ნიმუშების აღება. ნიმუშების აღების სიხშირე ამოცანებიდან გამომდინარე იცვლება. ნიმუშების აღების პროგრამის დაწყებისას დაბინძურების მაჩვენებლების და დისპერსიის მოდელების



დასადგენად შესაძლოა ნიმუშების აღება ყოველ საათში ერთხელ იყოს საჭირო. წყლის ამგვარ ობიექტებში საკანალიზაციო წყლების ჩაშვება მუდმივად ან დრო და დრო შეიძლება ხორციელდებოდეს.

5.3.6 ნიმუშების აღება ესტუარული წყლებიდან:

როდესაც კვლევა ესტუარში ტარდება, ნიმუშების აღება ხშირად ნავიდან ხდება ხოლმე, რომლის დროსაც ნავი ესტუარის ერთი ბოლოდან მეორისკენ მოძრაობს. კიდევ ერთი მეთოდია ნიმუშების აღება ზღვის მიმოქცევის მთელი ციკლის მანძილზე ყოველ ერთ ან ორ საათში ერთხელ ხიდიდან ან კონკრეტულ წერტილებში გაჩერებული ნავეებიდან. დიდ ყურეში ან ესტუარში, რომელიც მრავალ კვადრატულ მილის ფართობს მოიცავს, რასტრის ან ნიმუშების აღების სადგურების მთელი სერიის გამოყენება შეიძლება გახდეს საჭირო. კონკრეტულ დღეს კონკრეტული ტერიტორიიდან ნიმუშებს ჩვეულებრივ ორ ეტაპად იღებენ ხოლმე: ნიმუშების ერთი წყება ზღვის მიქცევის დროს, ხოლო მეორე წყება სამი საათის შემდეგ ან სამი საათით ადრე ზღვის ნახევარი მოქცევის დროს იღება ხოლმე. ნიმუშების აღება იმგვარად იგეგმება, რომ ნიმუშების აღების თითოეული პროცესი ზღვის მიმოქცევის ცვლილებებს დაემთხვეს. ნიმუშების აღების ადგილების შერჩევისას გასათვალისწინებელია ის ადგილები სხვა მდინარის(ების) შენაკადები მთავარ მდინარეს ან ესტუარს უერთდება, ასევე გასათვალისწინებელია მოლუსკების დიდი ჯგუფების და საბანაო პლიაჟების ადგილმდებარეობაც. ნიმუშების აღების სადგურების ადგილმდებარეობა შეგროვებული მონაცემების მიხედვით შეიძლება შეიცვალოს. მაგალითად, თუ ნახევარი მილით ერთმანეთისგან დაშორებული რამდენიმე სადგური მუდმივად ერთი და იმავე სახის მონაცემებს იძლევა, შესაძლებელია ზოგიერთი ამ სადგურის გაუქმება და ახალი სადგურების ისეთ ადგილებში გახსნა, სადაც მონაცემების მხრივ უფრო მეტი ცვალებადობა ფიქსირდება. იმ ადგილებში სადაც ზღვის წყალი და მდინარიდან მომდინარე მტკნარი წყალი ერთმანეთს ხვდება დაშრეგების სერიოზული პრეცედენტები შეიძლება დაფიქსირდეს. უცნობი ესტუარის



გამოკვლევის დაწყებისას მნიშვნელოვანია იმის დადგენა არსებობს თუ არა ისეთი ადგილები სადაც დაშრევა მკვეთრად არის გამოხატული. ამის გაკეთება სხვადასხვა ადგილებზე და სიღრმეებზე ქლორიდის მაჩვენებლების გამოკვლევით არის შესაძლებელი. შესაძლებელია რომ დაშრევას ესტუარის ერთ ნაწილში ჰქონდეს ადგილი, ხოლო მეორეში კი არა. ზღვის მიმოქცევის დროს რაც უფრო მეტად მოხდება მარილით გაჯერებული ზღვის წყლის მდინარის მტკნარ წყლებში შეჭრა, მით უფრო მოხდება წყლის ამ ორი სახეობის შრეების შექმნა - ამ დროს მტკნარი წყალი მარილიანი წყლის ზემოთ ექცევა ხოლმე. ამის შედეგად ე.წ. „მარილიანი წყლის სოლის“ ფენომენი შეიძლება წარმოიქმნას, რის შედეგადაც დაშრევა ფორმირდება. თუ ჩამდინარე წყლების მარილიანი წყლის შრეში ჩაშვება ხდება, დაბინძურება ძირითადად ზღვის მოქცევის ქვედა ნაწილთან კონცენტრირდება. მტკნარი წყლის ხარჯი ან სიჩქარე წარმოქმნილი დაშრევების ხარისხზე ახდენს ზეგავლენას. თუ ნიმუშების აღება მხოლოდ ზედაპირზე ხდება, შესაძლებელია რომ მიღებულმა შედეგებმა არ აჩვენოს წყლის ქვედა ნაწილში არსებული წყლების დაბინძურება, იქიდან გამომდინარე, რომ დაბინძურების წყარო მდინარის მტკნარი წყლის შრის ქვეშ მდებარეობს. ამიტომ როდესაც დაშრევების ექვი არსებობს, დაბინძურების განაწილების გასაზომად ნიმუშების აღება სხვადასხვა სიღრმეზე უნდა მოხდეს.

5.3.7 ნიმუშების აღება ზღვის წყლებიდან:

ზღვის/ოკეანის წყლის კვლევების ფარგლებში გასათვალისწინებელია, რომ ეკოლოგიური პირობები ყველაზე მრავალფეროვანი სანაპიროსთანაა ხოლმე, სადაც ნაპირი, ატმოსფერო და ზვირთცემა გარემოზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენენ. წყალმარჩხი სანაპირო წყლები განსაკუთრებით მგრძნობიარეა ტემპერატურის მხრივ ყოველდღიური რყევებისა და სეზონური ცვლილებების მიმართ. შესაძლოა ნიმუშების აღება ზღვის მიმოქცევის მთელი ციკლის ან ნახევარი ციკლის მანძილზე გახდეს საჭირო. ზღვის/ოკეანის წყლების ბევრი კვლევა (მაგალითად კონტინენტალური შელფის კვლევა) უზარმაზარ ტერიტორიებს



მოიცავს და ერთი და იგივე სახის წყლის არეალების პოვნა შეუძლებელია ხოლმე. საზღვაო წყლებში ნიმუშების აღების ადგილების და სიღრმეების შერჩევას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. ზამთარში სანაპირო წყლების გაცივების შედეგად წყლის შრეებში ტემპერატურა 0°C -ს შეიძლება მიუახლოვდეს. ზაფხულში წყალმეჩხერი ადგილები გაცივებით უფრო სწრაფად თბება ვიდრე უფრო ღრმა წყლოვანი არეალები. უფრო მაღალი ტემპერატურის მიუხედავად, წყალმეჩხერ არეალებში ჟანგბადის კონცენტრაცია უფრო მაღალია ხოლმე ვიდრე უფრო ღრმა წყლებში, რაც წყლების უფრო აქტიური მოძრაობით, ზვირთცემით და მაკროფიზიკისა და პლანქტონის ფოტოსინთეზური აქტივობებით არის გამოწვეული. წყალმეჩხერი არეალებიდან საშუალო სიღრმის წყლებისკენ მოძრაობისას შეიძლება დავინახოთ ამ წყალმეჩხერი არეალების მახასიათებლების ცვლილება: უფრო ღრმა წყლებში პირობები ამკარად უფრო სტაბილური ხდება. აქ წყლის ტემპერატურა უფრო დაბალი და სტაბილურია, ტურბულენტობის მაჩვენებელი შემცირებულია, სინათლის პენეტრაცია დაბალია, მცენარეული საფარი მეჩხერია, ხოლო ოკეანის ფსკერი შლამის და ნალექის შრეებითაა დაფარული.

5.3.8 რეკრეაციული წყლები (საბანაო სანაპიროები):

საბანაო სანაპიროზე ან სხვა რეკრეაციულ არეალებში ნიმუშების აღება დინების ზედა ნაწილში (დინების მიმართულების საპირისპიროდ) ან პერიფერულ ზონებში და ასევე ბუნებრივი დრენაჟების (საიდანაც ზღვაში/წყლის ობიექტში წვიმის წყალი ჩადის) ან ჩამონადენების მახლობლად უნდა ხდებოდეს, რომელთა მეშვეობით ზღვაში/წყლის ობიექტში რესტორნებიდან, ნავსადგურებიდან ან ნაგავსაყრელებიდან სეპტიკური ნარჩენები ჩაედინება. საბანაო პლიაჟზე ნიმუშების აღება ისეთ ადგილებზე და პერიოდებში უნდა ხდებოდეს, სადაც/როდესაც პლიაჟების ყველაზე ინტენსიურად გამოყენება ხდება. სეზონის დროს ნიმუშების ყოველდღიურად, ნაშუადღევს აღება ყველაზე ოპტიმალური ვარიანტია. ნიმუშების აღების პროგრამაში ასევე დასვენების დღეები და არდადეგებიც უნდა



შედიოდეს, რადგან ამ დროს რეკრეაციული არეალების ყველაზე ხშირად გამოყენება ხდება. წყლის ციკლური ხარისხის და მისი გაუარესების დასადგენად ესტუარული საბანაო წყლების ნიმუშები მოქცევის ზენიტში, მიქცევის დროს და წყლის ყველაზე დაბალი დონის პერიოდებში უნდა ხორციელდებოდეს - ეს ყველაფერი საცურაო სეზონის განმავლობაში უნდა ხდებოდეს.

5.3.9 საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენების ჩაშვება:

ხშირად მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობებიდან და სხვადასხვა სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობებიდან წამოსული მეორადი და მესამეული ნარჩენების ნიმუშების შეგროვება არის ხოლმე საჭირო. ისეთ სიტუაციებში, როდესაც გამწმენდი ნაგებობების ეფექტურობა მნიშვნელოვნად ვარირებს, ნიმუშების ერთჯერადად, ხელით აღება კონკრეტულ ინტერვალებში 3-5 დღიან პერიოდებში ხორციელდება ხოლმე. თუ მონაცემებში დიდი ცვლილებები არ ფიქსირდება, მაშინ ნიმუშების აღება ნაკლებად ინტენსიურად უნდა მოხდეს. ბაქტერიოლოგიური კვლევისთვის კომპოზიტური/შერეული ნიმუშის აღება დაუშვებელია. საჭიროა საკმარისი რაოდენობის ნიმუშების შეგროვება ნებართვის პირობების დასაკმაყოფილებლად და/ან სტატისტიკურად სანდო მონაცემების შესაგროვებლად და ჩამდინარე წყლების ბაქტერიოლოგიური ხარისხის შესახებ ობიექტური სურათის შესაქმნელად.

5.4 მიკრობიოლოგიური სატესტო მასალების ნიმუშების აღების, პრეზერვაციის შენახვის, შეკავების და გატანის პროცედურები

- ამ მიზნით მხოლოდ ავტოკლავში სტერილიზებული შუშის კონტეინერები/ბოთლები უნდა იქნას გამოყენებული.
- ნიმუშების აღებისას სტერილიზებული კონტეინერები/ბოთლები სტერილური ალის არეალში უნდა იქნას გახსნილი.



- ქლორით გაწმენდილ ჩამდინარე წყლების ნიმუშების აღებისას ნატრიუმის თიოსულფატის შემცველი კონტეინერები/ბოთლები უნდა იქნას გამოყენებული რათა ნიმუშების აღებისას ნარჩენი ქლორის ნეიტრალიზება იქნას უზრუნველყოფილი.
- ნიმუშების აღებისთანავე, ბოთლები/კონტეინერები იზოთერმულ ყუთში, ყინულში ან ყინულის პაკეტებში (10°C -ზე დაბალ ტემპერატურაზე) უნდა მოთავსდეს. ამ პირობებში შენახული ნიმუშების ტესტირება მათი აღებიდან მაქსიმუმ 8 საათში უნდა მოხდეს.
- თუ ნიმუშის შენახვა მთელი ღამის განმავლობაში უნდა მოხდეს, მაშინ იგი აუცილებლად 4°C ტემპერატურაზე უნდა იქნას შენახული.
- ანალიზის დასრულების შემდეგ, გადასაგდები ნიმუშის კონტეინერების/ბოთლების ნიმუშების კოდები შესაბამის სარეგისტრაციო ჟურნალში (საოპერაციო ფურცელი: ნიმუშების გატანის ჟურნალი.doc) უნდა იქნას აღრიცხული. გაწმენდამდე ნიმუშების კონტეინერები/ბოთლები ავტოკლავში უნდა იქნას სტერილიზებული და შემდეგ ლაბორატორიის ნარჩენების სისტემის მეშვეობით გატანილი.

6.0 ქიმიური ჟანგბადის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

6.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- **ISO 6060:1989** წყლის ხარისხი - ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების გამოკვლევის APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

6.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

წინამდებარე მეთოდი შეიძლება იქნას გამოყენებული წყლის და ჩამდინარე წყლების მიმართებით.

მეთოდი შეიძლება იქნას გამოყენებული 30-700 მგ/ლ COD-ის (ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნის) დიაპაზონში. COD-ის მაღალი კონცენტრაციის დროს საჭიროა ნიმუშის გაზავება. ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნა (COD) არის ერთეული, რომელიც ნიმუშში არსებული ორგანული ნივთიერებების ეკვივალენტური ჟანგბადის სიდიდეა, რომელიც ძლიერი ქიმიური დამჟანგავის მხრიდან დაჟანგვას განიცდის. დიქრომატის ათვისების მეთოდი სხვა დამჟანგავი ნივთიერებების გამომყენებელ პროცედურებზე უკეთესია, რადგან მას ჟანგვის განსაკუთრებით კარგი უნარი გააჩნია, მისი გამოყენება მრავალ სხვადასხვა ნიმუშზე შესაძლებელი და გარდა ამისა, მისი მანიპულაცია მარტივია.

6.3 დიქრომატის ათვისების მეთოდის პრინციპი

ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნა (COD) ძლიერი ქიმიური დამჟანგავის გამოყენებით (მაგალითად კალიუმის დიქრომატი **reflux-ის** პირობებში) ორგანული ნივთიერების ქიმიური ჟანგვისთვის საჭირო ჟანგბადის რაოდენობას ადგენს. ეს ტესტი ფართოდ გამოიყენება შემდეგი ასპექტების დასადგენად:

- a) წყლის ობიექტების დაბინძურების ხარისხი და მათი თვით-გაწმენდის უნარი,

ბ) გამწმენდი ნაგებობების ეფექტურობა,

გ) დაბინძურების მაჩვენებლები,

დ) ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნის (BOD) შესახებ უხეში მონაცემებს იძლევა, რის მეშვეობით ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნის დასადგენად საჭირო ნიმუშის რაოდენობა შეიძლება იქნას განსაზღვრული.

ამ ტესტის პრობლემა იმაში მდგომარეობს, რომ იგი ერთმანეთისგან ვერ ანსხვავებს ბიოლოგიურად ჟანგვად და ბიოლოგიურად ინერტულ მასალებს. გარდა ამისა, ამ ტესტის მეშვეობით აერობული ბიოლოგიური სტაბილიზაციის პროცესის სიჩქარის კონსტანტის გამოთვლა შეუძლებელია. კალიუმის დიქრომატის და გოგირდის მჟავის ნარევეთან ადუღების დროს ორგანული მასალის უდიდესი ნაწილი ნადგურდება, რის შედეგად ნახშირორჟანგი და წყალი წარმოიქმნება. ნიმუში კალიუმის დიქრომატის კონკრეტულ რაოდენობასთან ერთად გოგირდის მჟავის მედიუმში reflux-ირდება და ზედმეტი დიქრომატი ორვალენტურ რკინის შემცველ ამონიუმის სულფატზე ტიტრირდება. მოხმარებული დიქრომატის რაოდენობა ჟანგვადი ორგანული მასალის ჟანგვისთვის საჭირო ჟანგბადის პროცოპრციულია.

COD-ის შედეგები მგ/ლ-ებში განისაზღვრება როგორც ამ პროცედურის პირობებში 1 ლიტრ ნიმუშზე მოხმარებული O_2 -ის მილიგრამი. ამ პროცედურის ფარგლებში ნიმუში ორი საათის მანძილზე ძლიერი დამჟანგავი საშუალების (კალიუმის დიქრომატის) მეშვეობით ცხელდება. ჟანგვადი ორგანული ნაერთები მასთან რეაქციაში შედიან და დიქრომატის იონს ($Cr_2O_7^{2-}$) მწვანე ქრომის იონად (Cr^{3+}) აქცევენ. COD-ის რეაქტივი ასევე შეიცავს ვერცხლის და ვერცხლისწყლის იონებს. ვერცხლი კატალიზატორია, ხოლო ვერცხლისწყალი ქლორიდის კომპლექსური ინტერფერენციების დროს გამოიყენება. დიქრომატის 1 მოლი (გრამ-მოლეკულა) ($Cr_2O_7^{2-}$) ჟანგბადის (O_2) 1.5 მოლის ტოლფასია.

6.4 ზეგავლენის წყაროები

COD-ის კონცენტრაციის დადგენისას ქლორიდი მთავარ ზეგავლენის წყაროს წარმოადგენს.

ვერცხლისწყლის სულფატი ქლორიდის ზეგავლენის აღმოსაფხვრელად გამოიყენება.

6.5 აღჭურვილობა და მინის ჭურჭელი:

- COD-ს სინჯარები ან ფლაკონები
- 250 მილიგრამიანი მენზურა
- A კლასის ვოლუმეტრული 2 მილიგრამიანი პიპეტი
- პიპეტის შიგთავსი, უსაფრთხოების ნათურა
- A კლასის ვოლუმეტრული კოლბები
- სინჯარების სადგარი
- COD-ს ჰიდროლიზური ბლოკი
- 10 მილიგრამიანი ბურეტი (0.02 მ-ს სისქის დანაყოფებით გრადუირებული)

6.6 რეაქტივები

1) სტანდარტული კალიუმის დიქრომატი ($K_2Cr_2O_7$) დაშლილი ხსნარი, 0.01667M:

- პირველადი სტანდარტის დონის სტანდარტული კალიუმის დიქრომატი (რომელიც მანამდე 2 საათის მანძილზე $150^{\circ}C$ -ზე შრებოდა) და 167 მილიგრამი კონცენტრირებული H_2SO_4 და 33.3 გრამი $HgSO_4$ დაამატეთ დაახლოებით 500 მგ დისტილირებულ წყალში $4.903 K_2Cr_2O_7$
- გახსენით, გააგრილეთ ოთახის ტემპერატურამდე და გააზავეთ 1000 მილილიტრამდე.

2) გოგირდის მჟავის რეაქტივი:

- დაამატეთ H_2SO_4 (ზომით: 5.5 გრამი Ag_2SO_4 /კგ. H_2SO_4 ან 10.12 გრამი ვერცხლის სულფატი /ლ. H_2SO_4).
- გააჩერეთ 1 ან 2 დღის მანძილზე რომ მოხდეს ნივთიერებების გახსნა და შერევა. ეს აჩქარებს პირდაპირი ჯაჭვის ალიფატური და არომატული ნაერთების ჟანგვას. (1 კგ. = H_2SO_4 -ს 543.47826 მილიგრამს; გამოიყენეთ Ag_2SO_4 -ს 20.24 გრამიდან H_2SO_4 -ს 2 ლიტრამდე ან Ag_2SO_4 -ს 22.264 გრამიდან H_2SO_4 -ს 2.2 ლიტრამდე).

3) ფეროინის ინდიკატორის ხსნარი:

გახსენით რკინის II სულფატის ჰეპტაჰიდრატის 0.7 გრამი ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ან ამონიუმის რკინის II სულფატის ჰექსაჰიდრატი წყალში. დაამატეთ 1.50 გრამი 1,10 ფენანთროლინის მონოჰიდრატი ($\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) და შეანჯღრიეთ სანამ ნივთიერება გაიხსნება. გააზავეთ 100 მილილიტრამდე.

აღნიშნული ხსნარი სტაბილურობას რამდენიმე თვის მანძილზე ინარჩუნებს თუ მისი ბნელ ადგილზე შენახვა მოხდება.

აღნიშნული ხსნარი კომერციულად ხელმისაწვდომია და ხსნარის დამზადებად აღმდგენი პოტენციალის ცვლილების დასადგენად გამოიყენება; გარდა ამისა, ეს ხსნარი ორვალენტური რკინის შემცველი იონის მიერ მთლიანი დიქრომატის აღდგენაზეც (reduction) მიუთითებს ხოლმე. ხსნარი ძალიან მკვეთრ ყავისფერ ფერს იძენს, რომლის დანახვა დიქრომატის აღდგენის (reduction) შედეგად ფორმირებული Cr^{3+} იონების მიერ გენერირებული ლურჯი ფერის მიუხედავად არის შესაძლებელი.

4) სტანდარტული ორვალენტური რკინის შემცველი ამონიუმის სულფატის ტიტრირებული ხსნარი (FAS), დაახლოებით 0.10მ:

- გახსენით $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -ს 39.2 გრამი დისტილირებულ წყალში.
- დაამატეთ კონცენტრირებული H_2SO_4 -ის 20 მილიგრამი, გააცივეთ და გააზავეთ 1000 მილილიტრამდე.

მოახდინეთ ხსნარის ყოველდღიური სტანდარტიზირება $K_2Cr_2O_7$ დაშლილი ხსნარის გამოყენებით:

- პიპეტის მეშვეობით მოათავსეთ 5.00 მილიგრამი დაშლილი ხსნარი მცირე ზომის მენზურაში.
- დაამატეთ 10 მილიგრამი რეაქტივი წყალი (როგორც ნიმუშის ჩამნაცვლებელი).
- გააცივეთ ოთახის ტემპერატურამდე.
- დაამატეთ 1-2 წვეთი გაზავებული ფეროინის ინდიკატორი და ტიტრებული ხსნარი FAS ტიტრირებული ხსნარით.

$$\text{Molarity of FAS solution} = [V_{K_2Cr_2O_7} \times 0.1] / (V_{FAS})$$

Where: $V_{K_2Cr_2O_7}$ = volume of $K_2Cr_2O_7$ (mL); V_{FAS} = volume of FAS (mL)

$$\text{FAS ხსნარის მოლარობა} = [V_{K_2Cr_2O_7} \times 0.1] / (V_{FAS})$$

სადაც $V_{K_2Cr_2O_7}$ = $K_2Cr_2O_7$ -ის ოდენობას (მილიგრამებში), ხოლო V_{FAS} = FAS-ის ოდენობას (მილიგრამებში)

6.7 პროცედურა:

1. ნიმუშის დაბინძურების გამოსარიცხად, გარეცხეთ COD-ის სინჯარები და ხუფები გამოყენებამდე 20%-იანი H_2SO_4 -ით გარეცხეთ.
2. მოათავსეთ ნიმუში (2.5 მილიგრამი) კულტურის სინჯარაში და დაამატეთ $K_2Cr_2O_7$ -ს დაშლილი ხსნარი (1.5 მილიგრამი).
3. ფრთხილად ჩაასხით გოგირდის მჟავის რეაქტივი (3.5 მილიგრამი) ჭურჭლის კედლის გასწვრივ რის შედეგადაც მჟავის შრე უნდა წარმოიქმნას ნიმუში/დაშლილი

ხსნარის შრის ქვეშ, ამის მერე კარგად მოხუფეთ COD სინჯარები და რამდენჯერმე ამოატრიალეთ თითოეული მათგანი რათა ნივთიერებების ერთმანეთთან კარგად შერევა მოხდეს.

4. მოათავსეთ სინჯარები 150°C-ზე გაცხელებულ ავტოკლავში და განახორციელეთ reflux-ირება 2 საათის მანძილზე დამცავი ფარის უკან.

5. იმავე მეთოდით გამოიყენეთ დისტილირებული წყალი ნიმუშის მაგივრად და ცნობილი სტანდარტი ხარისხის კონტროლის სახით.

6. გააგრძელეთ ოთახის ტემპერატურამდე და მოათავსეთ ჭურჭელი სინჯარების სადგარში. გარკვეული ოდენობის ვერცხლისწყლის სულფატი შეიძლება დაილექოს, მაგრამ ეს ზეგავლენას არ მოახდენს ანალიზის შედეგებზე.

7. დაამატეთ ფეროინის 1-2 წვეთი და სწრაფად მოურიეთ მაგნიტურ მოსარევში და ამავე დროს სტანდარტიზირებული 0.10 M FAS-ით მისი ტიტრირება განახორციელეთ.

8. საბოლოო ჯამში ნიმუშის ფერი მკვეთრად იცვლება მოლურჯო-მომწვანო ფერიდან მოწითალო-მოყავისფრო ფრად, თუმცა რამდენიმე წუთის შემდეგ შესაძლოა მოლურჯო-მომწვანო ფერი დაბრუნდეს.

9. იმავე მეთოდით მოახდინეთ ბლანკის და ხარისხის კონტროლის საკონტროლო სინჯის ტიტრირება, რომელშიც შედის რეაქტივები და იმდენივე მოცულობის დისტილირებული წყალი, რამდენიც ნიმუშშია.

10. COD-ი შემდეგი ფორმულის მეშვეობით მიიღება:

$$\text{COD (mg O}_2\text{ /L)} = [(A-B) \times M \times 8000] / (V_{\text{sample}})$$

Where:	A	=	volume of FAS used for blank (mL)
	B	=	volume of FAS used for sample (mL)
	M	=	molarity of FAS
8000	=		milli equivalent weight of oxygen (8) ×1000 mL/L.

სადაც A = ბლანკისთვის გამოყენებული FAS-ის ოდენობას (მილიგრამებში)
 B = ნიმუშისთვის გამოყენებული FAS-ის ოდენობას (მილიგრამებში)
 M = FAS-ის მოლარობას
 8000 = ჟანგბადის წონის მილი ეკვივალენტს $(8) \times 1000$ მლ/ლ.

6.8 მაღალი კონცენტრაციის შემცველი ნიმუშები (700 მგ/ლ-ზე მეტი)

700 მგ/ლ-ზე მეტი კონცენტრაციის მქონე ნიმუშების შესაბამისად გაზავება უნდა მოხდეს დისტილირებული წყლისა და A კლასის მინის ჭურჭლის გამოყენებით.

შენიშვნა: გაზავების კოეფიციენტის მეშვეობით მიღებული შედეგის გამრავლება და გაზავების ფაქტორის ტესტების ჟურნალში აღრიცხვა უნდა მოხდეს.

6.9 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

სასურველია, რომ ნიმუშები შუშის ბოთლების გამოყენებით შეგროვდეს. ნიმუშების ტესტირება რაც შეიძლება სწრაფად უნდა დაიწყოს.

ნიმუშების რეპრეზენტატიულობის უზრუნველსაყოფად მყარი ნაწილაკების მქონე ნიმუშების ჰომოგენიზაცია უნდა მოხდეს.

ნიმუშები, რომელთა pH-ის მაჩვენებელი გოგირდის მჟავით დამუშავების შედეგად (მინიმუმ 2 მილილიტრი ლიტრზე) 2-ზე ნაკლებ ნიშნულამდე იქნა დაყვანილი და რომლებიც მაცივარში 4°C ტემპერატურაზე იქნა შენახული, 28 დღემდე პერიოდის მანძილზე ინარჩუნებენ ვარგისიანობას.

მნიშვნელოვანი რაოდენობის კონსერვანტების გამოყენების შემთხვევაში, მოცულობის კორექცია დამატებითი მჟავის გათვალისწინებით უნდა მოხდეს.

6.10 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.

2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.

3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული.

6.11 ანალიზის ხარისხის კონტროლი (AQC)

AQC-ის მომზადება: ანალიზის ხარისხის კონტროლისთვის COD-ისთვის შესაძლებელია კომერციულად ხელმისაწვდომი ან სერტიფიცირებული ეტალონური მასალის გამოყენება.

გააზავეთ ნიმუში AQC-ის სასურველი სიდიდის მიხედვით.

6.12 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 6060 SECOND 1989-10-15-ს საერთაშორისო სტანდარტული მეთოდი
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

7.0 BOD5-ის (ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნის) დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

7.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 5815-1:2003 - წყლის ხარისხი - n რაოდენობა დღეების შემდეგ ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნის დადგენა (BOD_n) — ნაწილი 1: გაზავების და დათესვის მეთოდი Allylthiourea-ს დამატებით
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

7.2 მასშტაბი

ამ მეთოდის გამოყენებით წყალში ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნა (BOD) გაზავების და დათესვის გამოყენებით (ნიტრიფიკაციის აღკვეთის პირობებში) დგინდება. ეს მეთოდი ყველა იმ წყლის ობიექტთან მიმართებით შეიძლება იქნას გამოყენებული, რომელთა ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნების მაჩვენებელი ჟანგბადის 3 მგ/ლ-ს (უტყუარი გამოვლენის ზღვარი) უტოლდება ან ამ მაჩვენებელზე მაღალია, მაგრამ არ სცილდება ჟანგბადის 6,000 მგ/ლ-ს. თუ BOD ჟანგბადის 6,000 მგ/ლ-ზე მაღალ ნიშნულზეა, მაშინ ამ მეთოდის გამოყენება მაინც შესაძლებელია, თუმცა აუცილებელი გაზავებების შედეგად წარმოქმნილ შეცდომებს კვლევის ამ მეთოდის ანალიზის ხარისხზე ზეგავლენის მოხდენა შეუძლია, რის გამოც მისი შედეგების ინტერპრეტირებისას სიფრთხილის გამოჩენაა საჭირო.

მიღებული შედეგები ბიოქიმიური და ქიმიური რეაქციების კომბინაციას წარმოადგენს. ტესტის მიმდინარეობაზე ზეგავლენის მოხდენა ნიმუშში არსებულ სხვადასხვა ნივთიერებებს შეუძლიათ. ის ნივთიერებები, რომლებიც მიკროორგანიზმების მიმართ ტოქსიკურობით გამოირჩევიან (მაგალითად ბაქტერიციდები, ტოქსიკური ლითონები ან თავისუფალი ქლორი) ბიოქიმიურ ჟანგვას

აფერხებენ. წყალმცენარეების ან მანიტრიფიცირებელი მიკროორგანიზმების არსებობის შემთხვევაში შესაძლოა ხელოვნურად მაღალი შედეგები მივიღოთ.

7.3 პრინციპი

აუცილებელია, რომ ამ მეთოდის მიხედვით ჩატარებულ ტესტებს შესაბამისი კვალიფიკაციის პერსონალი ახორციელებდეს. გამოსაკვლევი წყლის ნიმუში წინასწარ უნდა დამუშავდეს და გაზავდეს სხვადასხვა რაოდენობის გამაზავებელი წყლის პორციებით, რომლებშიც გახსნილი ჟანგბადის მაღალი კონცენტრაცია და აერობული მიკროორგანიზმების თესლი იქნება (ნიტრიფიკაციის შეკავების პირობებში) წარმოდგენილი. ნიმუშის ინკუბაცია 20 °C-ზე გარკვეული პერიოდის მანძილზე (5-7 დღე) სიბნელეში ხდება. ნიმუში ბოლომდე ავსებულ და კარგად დაცობილ ბოთლში ინახება. გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაცია ინკუბაციამდე და ინკუბაციის შემდეგ დგინდება და ასევე გამოითვლება ერთ ლიტრზე მოხმარებული ჟანგბადის მასა.

7.4 აღჭურვილობა და მინის ჭურჭელი

გამოყენებული მინის ჭურჭელი უნდა იყოს სუფთა (ანუ შთანთქმული ტოქსიკური ან ბიოდეგრადირებადი ნაერთების გარეშე) იგი დაცული უნდა იყოს დაბინძურებისგან.

- 1) ინკუბაციის ბოთლები, BOD ბოთლები საცობებით, სასურველია ამ ბოთლების მოცულობა 250-300 მილიგრამს შეადგენდეს და ასევე სასურველია, რომ მათ შედარებით სწორი ყელი გააჩნდეთ.

შენიშვნა: ძალიან მნიშვნელოვანია, რომ გამოყენებამდე ბოთლების საგულდაგულოდ გაწმენდა მოხდეს.

გახსნილი ჟანგბადის დასადგენად ჩვეულებრივ საკმარისია ბოთლის ონკანის და შემდეგ დეიონიზირებული წყლით რამდენჯერმე გავლება. ელექტროდის მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში უფრო გაწმენდის უფრო მკაცრი პროცედურების გამოყენებაა საჭირო, მაგალითად:

- ცარიელ ბოთლში 5-10 მილიგრამი სავლები ხსნარი (მაგალითად იოდის 2,5 გრამი პლიუს კალიუმის იოდიდის 12,5 გრამი 1%-იანი (მოცულობითი

- წილი) გოგირდის მჟავაზე), დაამატეთ და კარგად შეანჯღრიეთ, რომ ხსნარი კარგად მოედოს ბოთლის კედლებს.
- დადეთ ბოთლი 15 წუთის მანძილზე, რის შემდეგაც გადასხით ხსნარი და კარგად გაავლეთ ონკანის წყალში და ბოლოს დეიონიზირებულ წყალში.
- 2) გამაზავებელი წყლის ჭურჭელი, უნდა იყოს შუშის ან პლასტმასის. ჭურჭლის სისუფთავის და მიკროორგანიზმებისგან თავისუფლების უზრუნველსაყოფად შესაბამისი ნაბიჯები უნდა იქნას გადადგმული. დარწმუნდით, რომ პლასტმასის ჭურჭელი ბლანკის გაზრდილ სიდიდეებს არ იწვევს.
 - 3) ინკუბატორის (20 ± 2) °C-ზე გამოყენება უნდა იყოს შესაძლებელი.
 - 4) გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციის დასადგენად გამოყენებული აღჭურვილობა: გახსნილი ჟანგბადის მრიცხველი.
 - 5) 0 °C to 4 °C-ზე გაცივების საშუალებები, (ნიმუშის ტრანსპორტირებისა და შენახვისთვის).
 - 6) გაზავების ჭურჭელი, საცობიანი შუშის კოლბა, რომლის მოცულობა გამოყენებული გაზავებული ნიმუშის მოცულობაზეა დამოკიდებული, გრადუირების მაჩვენებლები 2.5 მილიგრამიდან 10 მილიგრამამდე (ან სხვა ნებისმიერი მისაღები ტიპის ჭურჭელი, რომლის მეშვეობით გაზავება არის შესაძლებელი).
 - 7) აერაციის აღჭურვილობა, ანუ კომპრესირებული ჰაერის შემცველი ბოთლი ან კომპრესორი. ჰაერის ხარისხი ისეთი უნდა იყოს, რომ აერაციის შედეგად დაბინძურება არ მოხდეს, განსაკუთრებით ორგანული მასალის დამატების და ჟანგვა აღდგენითი პოტენციალის მქონე მასალების ან ლითონების ჟანგვის შედეგად. თუ დაბინძურებაზე (კონტამინაციაზე) გვაქვს ეჭვი, ჰაერის გაფილტვრა და გაწმენდა უნდა მოხდეს.

7.5 რეაქტივები

- 1) წყალი, მე-3 კლასის წყალი ISO 3696-ის შესაბამისად. წყალში 0.01 მგ/ლ-ზე მეტი სპილენძი არ უნდა შედიოდეს, გარდა ამისა ეს წყალი არ უნდა შეიცავდეს ქლორს ან ქლორამინებს.
- 2) მიკროორგანიზმების დასათესად გამოყენებული წყალი, თუ თავად ნიმუშში საკმარისი რაოდენობის ადაპტირებული მიკროორგანიზმები არ მოიპოვება.
- მიკროორგანიზმების დასათესად გამოყენებული წყალი შემდეგი რომელიმე მეთოდით უნდა იქნას მოპოვებული:
 - ა) ურბანული ჩამდინარე წყლები, რომელთა მაქსიმალური COD (ISO 6060-ს მიხედვით გაზომილი ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნა) 300 მგ/ლ-ს ან ISO 8245 სტანდარტების მიხედვით გაზომილი ნახშირბადის საერთო რაოდენობის (TOC) 100 მგ/ლ-ს შეადგენს, ეს ნიმუში საერთო საკანაილზაციო მილიდან ან ისეთ საყოფაცხოვრებო ზონაში არსებული საკანალიზაციო სისტემიდან უნდა იქნას აღებული, სადაც მნიშვნელოვან სამრეწველო დაბინძურებას არ აქვს ადგილი. განლექეთ ან გაფილტრეთ აღნიშნული წყალი უხეში ფილტრის მეშვეობით;
 - ბ) ურბანული ჩამდინარე წყლების შემცველი მდინარე ან ტბა;
 - გ) ჩამდინარე წყლების გამწმენდ ნაგებობაში არსებული დალექილი ჩამდინარე წყლები;
 - დ) ლაბორატორიაში გამოსაკვლევი ან დასათესი (ჩაშვების წყაროდან დინების მიერ წამოღებული) წყალი ან წყალში ადაპტირებული მიკროორგანიზმების შემცველი წყალი (სამრეწველო ჩამდინარე წყლების შემთხვევაში, რომლებიც ძნელად დეგრადირებად ნივთიერებებს შეიცავენ)
 - ე) კომერციულად ხელმისაწვდომი დასათესი მასალა.
- 3) (ქვემოთ აღწერილი წესით მომზადებული) მარილის ხსნარები, ინახება ბნელ ადგილზე, შუშის ბოთლებში 0 °C to 4 °C ტემპერატურაზე. დალექვის ან

ბიოლოგიური ნაზარდის პირველივე ნიშნებისთანავე ეს ხსნარები უნდა იქნას გადაგდებული.

a) ფოსფატურ-ბუფერული ხსნარი, pH 7.2

დაახლოებით 500 მილიგრამ წყალში გახსენით 8.5 გრამი კალიუმის დიჰიდროგენის ფოსფატი (KH_2PO_4), 21.75 გრამი დიკალიუმის წყალბადის ფოსფატი (K_2HPO_4), 33.4 გრამი დისოდიუმის წყალბადის ფოსფატის ჰეპტაჰიდრატი ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) და 1.7 გრამი ამონიუმის ქლორიდი (NH_4Cl). გააზავეთ 1000 მილილიტრამდე და აურიეთ. ამ ბუფერული ხსნარის pH უნდა უდრიდეს 7.2-ს (ყოველგვარი შემდგომი რეგულირების გარეშე).

b) მაგნიუმის სულფატის ჰეპტაჰიდრატის ხსნარი, $\rho = 22.5$ გ/ლ

გახსენით 22.5 გრამი მაგნიუმის სულფატის ჰეპტაჰიდრატი ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) წყალში. გააზავეთ 1000 მილილიტრამდე და აურიეთ.

c) კალციუმის ქლორიდის ხსნარი, $\rho = 27.5$ გ/ლ.

გახსენით 27.5 გრამი უწყლო კალციუმის ქლორიდი (CaCl_2) ან მისი ეკვივალენტი (მაგალითად თუ გამოიყენება ჰიდრატირებული კალციუმის ქლორიდი: 36.4 გრამი $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) წყალში.

გააზავეთ 1000 მილილიტრამდე და აურიეთ.

d) რკინის (III) ქლორიდის ჰექსაჰიდრატი, $\rho = 0.25$ გ/ლ.

გახსენით 0.25 გრამი რკინის (III) ქლორიდის ჰექსაჰიდრატი ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) წყალში.

გააზავეთ 1000 მილილიტრამდე და აურიეთ.

4) გამაზავებელი წყალი

დაახლოებით 500 მილილიტრ წყალში დაამატეთ ზემოთხსენებული მარილის ხსნარები (a, b, c და d) (1 მილილიტრი თითო ხსნარი).

გააზავეთ 1000 მილილიტრამდე და აურიეთ.

ამის შედეგად მიღებული ხსნარი $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურამდე გაათბეთ და შეინახეთ; ამ ხსნარის აერაცია მინიმუმ 1 საათის განმავლობაში შესაბამისი აღჭურვილობის გამოყენებით უნდა მოხდეს.

მიიღეთ ყველა ზომა იმისთვის, რომ არ მოხდეს აღნიშნული ხსნარის კონტამინაცია (კონკრეტულად ორგანული მასალის და ლითონების დამატებით და **აღმდგენელი** ნივთიერებების ჟანგის შედეგად), რათა გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაცია მინიმუმ 8 მგ/ლ-ზე იყოს შენარჩუნებული. წყლის ჟანგბადით გაჯერება დაუშვებელია: გამოყენებამდე ხსნარის შემცველი საცობმოშორებული კონტეინერი 1 საათის მანძილზე უნდა იდგეს ჰაერზე. აღნიშნული ხსნარის გამოყენება მისი მომზადებიდან 24 საათის მანძილზე უნდა მოხდეს, ხოლო გამოყენების შედეგად დარჩენილი ხსნარი უნდა გადაიღვაროს იმ შემთხვევების გარდა როდესაც ლაბორატორიის გამოცდილება და/ან საკონტროლო სიდიდეები აჩვენებს, რომ ამ წყლის უფრო მეტი ხნის განმავლობაში გამოყენებაა შესაძლებელი.

5) გამაზავებელი წყალი, რომელშიც მიკროორგანიზმებია დათესილი

თითო ლიტრ გამაზავებელ წყალს (4) დაამატეთ 5-დან 20-მდე მილიგრამი (მისი წყაროდან გამომდინარე) მიკროორგანიზმების დასათესად გამოყენებული წყალი (2).

ამ მეთოდით მიღებული ხსნარი დაახლოებით 20°C -ზე შეინახეთ.

ეს ხსნარი უშუალოდ მისი გამოყენების წინ უნდა მომზადდეს, ხოლო დარჩენილი ხსნარი სამუშაო დღის ბოლოს უნდა იქნას გადაღვრილი იმ შემთხვევების გარდა როდესაც ლაბორატორიის გამოცდილება და/ან საკონტროლო სიდიდეები აჩვენებს, რომ ამ წყლის უფრო მეტი ხნის განმავლობაში გამოყენებაა შესაძლებელი.

20 °C-ზე აღნიშნული ხსნარის მიერ N რაოდენობის დღეების მანძილზე გამოყენებული ჟანგბადის მასის კონცენტრაცია (რომელიც ზღანკ მაჩვენებელს წარმოადგენს) არ უნდა აღემატებოდეს 1.5 მგ/ლ-ს.

6) მარილმჟავის (HCl) ან გოგირდის მჟავის (H₂SO₄) ხსნარი, c(H₂SO₄) ≈ 0,25 mol/l, c(HCl) ≈ 0,50 მოლ/ლ, ან როგორც უფრო მისაღებია.

7) ნატრიუმის ჰიდროქსიდის (NaOH) ხსნარი, ρ ≈ 20 გ/ლ ან როგორც უფრო მისაღებია.

8) ნატრიუმის სულფატის (Na₂SO₃) ხსნარი, ρ ≈ 50 გ/ლ ან როგორც უფრო მისაღებია.

9) გლუკოზა-გლურამინის მჟავის ხსნარი, ანალიზის ხარისხის კონტროლი (Analytical Quality Control)

აწონეთ თითოეული ამ ხსნარის 150 ± 1 მილიგრამი, გახსენით წყალში, გააზავეთ 1000 მილილიტრამდე და აურიეთ.

ამ ხსნარის ჟანგბადის მოთხოვნის თეორიული მაჩვენებელი ჟანგბადის 307 მგ/ლ-ს შეადგენს [ემპირიული BOD₅ უდრის ჟანგბადის (210 ± 20) მგ/ლ, ხოლო BOD₇ უდრის ჟანგბადის (225 ± 20) მგ/ლ].

ეს ხსნარი უშუალოდ მისი გამოყენების წინ უნდა მომზადდეს, ხოლო დარჩენილი ხსნარი სამუშაო დღის ბოლოს უნდა იქნას გადაღვრილი.

10) Allylthiourea-ს (ATU) ხსნარი, ρ = 1,0 გ/ლ.

გახსენით 200 მილიგრამი Allylthiourea (C₄H₈N₂S) წყალში, გააზავეთ 200 მილიგრამამდე და აურიეთ. შეინახეთ ხსნარი 4°C-ზე. ეს ხსნარი სტაბილურობას მინიმუმ ორი კვირის მანძილზე ინარჩუნებს.

აღნიშნული ნაერთი ტოქსიკურია და შესაბამისად მისი გამოყენება ფრთხილად უნდა მოხდეს.

7.6 პროცედურა

7.6.1 წინასწარი დამუშავება

ნიმუშის ნეიტრალიზაცია

თუ გაზავების შემდეგ ნიმუშის pH 6 და 8-ს შორის არაა, ყველანაირი წინასწარი დამუშავებისა და დასამატებელი მარილმჟავას ხსნარის (6) ან ნატრიუმის წყალჟანგის ხსნარის (7) მოცულობის დადგენის შემდეგ (ეს მოცულობები ცალკე ტესტის მეშვეობით უნდა დადგინდეს) მისი განეიტრალება უნდა მოხდეს. არ მიაქციოთ ყურადღება წარმოქმნილ ნალექს.

თავისუფალი და/ან კომბინირებული ქლორის არსებობა

მოაშორეთ ნიმუშიდან თავისუფალი ან კომბინირებული ქლორი მასში საჭირო რაოდენობის ნატრიუმის სულფიტის ხსნარის დამატებით (8). ფრთხილად იყავით - არ მოგივიდეთ ზედმეტი.

ჰომოგენიზაცია

(მაგალითად) ლაბორატორიული ბლენდერის გამოყენებით ნაწილაკების დაშლის მეშვეობით ჰომოგენიზაციის რუტინულად განხორციელება არ არის რეკომენდებული, თუმცა დიდი ნაწილაკების მქონე ნიმუშის შემთხვევაში, რომელსაც გაზავების მაღალი კოეფიციენტი სჭირდება, ამ მეთოდის გამოყენება შესაძლებელია. თუ ნიმუშები გაყინულია, მათი გალხვობის შემდეგ ჰომოგენიზაცია უნდა მოხდეს.

წყალმცენარეების არსებობა

საჭიროა იმ ნიმუშების გაფილტვრა, რომლებიც წყალმცენარეებს შეიცავენ, რადგან ამ დროს უჩვეულოდ მაღალი მაჩვენებლების მიღებაა შესაძლებელი. ამ დროს გამოყენებული ფილტრის ფორის სიდიდე 1.6 μm -ს უნდა შეადგენდეს. გაფილტვრის შედეგად შესაძლებელია BOD-ის შედეგების მკვეთრად ცვლილება ამიტომ გაფილტვრა

მხოლოდ იმ შემთხვევაში უნდა მოხდეს, როდესაც იგი წყლის ხარისხის შეფასებისთვის აუცილებლად ითვლება.

Table 1 — Typical dilutions for determination of BOD_n

Expected BOD _n mg/l of oxygen	Dilution factor ^a	Examples of waters ^b
3 to 6	between 1,1 and 2	R
4 to 12	2	R, E
10 to 30	5	R, E
20 to 60	10	E
40 to 120	20	S
100 to 300	50	S, C
200 to 600	100	S, C
400 to 1 200	200	I, C
1 000 to 3 000	500	I
2 000 to 6 000	1 000	I
^a Volume of diluted sample/volume of the test portion. ^b R: River water; E: Biologically purified municipal sewage; S: Clarified municipal sewage or lightly contaminated industrial effluent; C: Raw municipal sewage; I: Heavily contaminated industrial effluent.		

ცხრილი 1 - BOD_n-ს დადგენისას გამოყენებული გაზავების ფორმულები

მოსალოდნელი BOD_n გაზავების კოეფიციენტი^a წყლების მაგალითები^b

a - გაზავებული ნიმუშის მოცულობა/ტესტის პორციის მოცულობა

b – R: მდინარის წყალი; E: ბიოლოგიურად გაწმენდილი მუნიციპალური საკანალიზაციო წყლები; S:

გაწმენდილი მუნიციპალური საკანალიზაციო წყლები ან მსუბუქად დაბინძურებული სამრეწველო

ჩამდინარე წყლები; C: გაუწმენდავი მუნიციპალური საკანალიზაციო წყლები; I: ძალიან დაბინძურებული

სამრეწველო საკანალიზაციო წყლები

7.6.2 ტესტის ხსნარების მომზადება

- გაათბეთ ნიმუში (ან წინასწარ დამუშავებული ნიმუში) (20 ± 2) °C-მდე და თუ საჭიროა (ნიმუშის წარმოშობიდან გამომდინარე) შეანჯღრიეთ იგი ნახევრად ცარიელ ჭურჭელში, რითაც ჟანგბადით შესაძლო გაჯერება იქნება გამორიცხული.
 - მოათავსეთ ნიმუშის (ან წინასწარ დამუშავებული ნიმუშის) კონკრეტული ოდენობა (ტესტის პორცია) გაზავების ჭურჭელში, დაამატეთ 2 მილილიტრი Allylthiourea-ს ხსნარი ერთ ლიტრ გაზავებულ ნიმუშში და გაავსეთ ნიშნულამდე გამაზავებელი წყლით (რომელშიც მიკროორგანიზმებია დათესილი).
 - თუ გამოყენებული გაზავების კოეფიციენტი 100-ზე მეტია, განახორციელეთ ორი ან მეტ ეტაპიანი სერიული გაზავება. რბილად მოურიეთ რათა ჰაერის ბუშტუკების დაყოვნება/გამოჭერა არ მოხდეს.
 - ჟანგბადის მოხმარება მინიმუმ 2 მგ/ლ-ს უნდა შეადგენდეს, ხოლო ინკუბაციის შემდეგ ჟანგბადის კონცენტრაცია მინიმუმ 2 მგ/ლ-ს უნდა უდრიდეს. გაზავების მასშტაბი იმხელა უნდა იყოს, რომ ინკუბაციის შემდეგ ნარჩენი გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაცია თავდაპირველი კონცენტრაციის ერთი მესამედიდან ორ მესამედამდე მერყეობდეს.
 - გაზავების სწორი დონის შერჩევის სირთულიდან გამომდინარე, რეკომენდებულია რამდენიმე სხვადასხვა გაზავების კონცენტრაციების (გაზავების კოეფიციენტების) გამოყენება. ეს კოეფიციენტები მოსალოდნელი BOD_n-ს (იხ. ცხრილი 1) შესაბამის გაზავების კონცენტრაციებს უნდა მოიცავდნენ.
- მეორე ცხრილში აღწერილია R-ის ტიპური ინტერვალები, BOD_n-ს TOC-სთან მიმართება (ფარდობა) და პერმანგანატის ინდექსი ან COD-ი (ნიმუშის ტიპიდან გამომდინარე).

Table 2 — Typical values of ratio *R*

	Total organic carbon BOD/TOC (see ISO 8245)	Permanganate index BOD/Index (see ISO 8467)	Chemical oxygen demand BOD/COD (see ISO 6060)
Untreated wastewater	1,2 to 2,8	1,2 to 1,5	0,35 to 0,65
Biologically treated wastewater	0,3 to 1,0	0,5 to 1,2	0,20 to 0,35

ცხრილი 2 – *R*-ის კოეფიციენტის ტიპური სიდიდეები

ორგანული ნახშირბადის საერთო ოდენობა BOD/TOC (იხ. ISO 8245)

პერმანგანატის ინდექსი BOD/Index (იხ. ISO 8467)

ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნა (იხ. ISO 6060)

გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლები:

ბიოლოგიურად გაწმენდილი ჩამდინარე წყლები:

BOD_n-ის მოსალოდნელი სიდიდის გამოსათვლელად მეორე ცხრილიდან შესაბამისი *R*-სიდიდე უნდა იქნას შერჩეული: $BOD_n = R \cdot y$

სადაც *y* ჟანგბადის ქიმიურ მოთხოვნას, პერმანგანატის ინდექსს ან TOC-ის სიდიდეს ნიშნავს.

აუცილებელია ტესტის ნიმუშების რეპრეზენტატიულობის უზრუნველყოფა.

თუ მიკროორგანიზმებისთვის ტოქსიკური ნივთიერებების არსებობაზე გვაქვს ეჭვი, ნიმუშის რამდენიმე სხვადასხვა ნაზავი უნდა იქნას დამზადებული. თუ BOD-ის შედეგი გაზავებაზეა დამოკიდებული, შედეგების ოფიციალურად აღრიცხვა მხოლოდ იმ შემთხვევაში უნდა მოხდეს თუ აღმოჩენილი იქნება გაზავების ისეთი დიაპაზონი, რომლის შემთხვევაში გაზავებაზე დამოკიდებულება იქნება გამორიცხული.

7.6.3 ბლანკ ტესტი

ზემოთხსენებული ტესტის პარალელურად ბლანკ ტესტიც უნდა ჩატარდეს, რომლის დროსაც უნდა გამოიყენოთ გამაზავებელი წყალი (რომელშიც მიკროორგანიზმებია დათესილი), ამ წყალში ATU-ს ხსნარის 2 მილიგრამი ერთ ლიტრზე უნდა შედიოდეს.

7.7 პროცედურა

7.7.1 გახსნილი ჟანგბადის ოდენობა ელექტროქიმიური ზონდის ან გახსნილი ჟანგბადის მრიცხველის მეშვეობით უნდა იქნას გაზომილი. გაზავების თითოეული ფორმულის გამოყენებით ბოლომდე გაავსეთ საინკუბაციო ბოთლები (ამ დროს ბოთლიდან ცოტაოდენი სითხე უნდა გადმოვიდეს). ყურადღება მიაქციეთ, რომ მედიუმის ჟანგბადის შემადგენლობა არ შეიცვალოს. დაელოდეთ ბოთლის კედლებზე მიწებებული ჰაერის ბუშტუკების გაქრობას. (დროის ათვლის დაწყების მომენტიდან) გაზომეთ გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაცია თითოეულ ბოთლში. გაუკეთეთ ბოთლებს საცობები ისე რომ ბოთლში ჰაერის ბუშტუკები არ ჩარჩეს. მოათავსეთ გაზავებული სატესტე ხსნარიანი ბოთლები ინკუბატორში და N დღის და ± 4 საათის განმავლობაში ზნელ ადგილზე დატოვეთ.

ინკუბაციის შემდეგ, თითოეულ ბოთლში არსებული გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაცია გახსნილი ჟანგბადის მრიცხველის გამოყენებით დაადგინეთ.

ბლანკის ტესტმა ჟანგბადის 1.5 მგ/ლ-ს არ უნდა გადააჭარბოს. თუ ეს ასე მაინც მოხდა, შეამოწმეთ დაბინძურების შესაძლო წყაროების არსებობა.

7.8 შედდგის გამოთვლა და გამოსახვა

ტესტის დროს ჟანგბადის რეალური მოხმარების შემოწმება

BOD_n is calculated for the test solutions, where the following condition is fulfilled.

$$\frac{\rho_1}{3} \leq (\rho_1 - \rho_2) \leq \frac{2\rho_1}{3} \quad ($$

where

ρ_1 is the dissolved oxygen concentration of one of the test solutions at time zero, in milligrams per litre

ρ_2 is the dissolved oxygen concentration of this same test solution after n days, in milligrams per litre.

სატესტო ხსნარებში BOD_n-ის გამოთვლა უნდა მოხდეს იმ შემთხვევაში თუ შემდეგი პირობებია დაცული: (ფორმულა)

სადაც:

P_1 დროის ათვლის დაწყების მომენტში ერთ-ერთი სატესტო ხსნარში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციის მაჩვენებელია (მგ/ლ)

P_2 N რაოდენობა დღის შემდეგ იმავე სატესტო ხსნარში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციის მაჩვენებელია (მგ/ლ)

7.9 ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნის გამოთვლა N რაოდენობა დღის შემდეგ (BOD_N)

შემდეგი ფორმულის მეშვეობით გამოთვალეთ ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნა (BOD_n) (ეს მაჩვენებელი ჟანგბადის ერთ ლიტრზე მილიგრამების სახით უნდა იყოს

წარმოდგენილი):

$$\text{BOD}_n = \left[(\rho_1 - \rho_2) - \frac{V_t - V_s}{V_t} \cdot (\rho_3 - \rho_4) \right] \cdot \frac{V_t}{V_{\text{sam}}}$$

where

ρ_1 and ρ_2 see 9.1;

ρ_3 is the dissolved oxygen concentration of the blank solution at time zero, in milligrams per litre;

ρ_4 is the dissolved oxygen concentration of the blank solution after n days, in milligrams per litre;

V_{sam} is the volume of sample used for the preparation of the test solution concerned, in millilitres;

V_t is the total volume, in millilitres, of this test solution.

სადაც:

P_1 და P_2 -ის მნიშვნელობების სანახავად იხილეთ 9.1

P_3 დროის ათვლის დაწყების მომენტში ზღანკ ხსნარში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციის მაჩვენებელია (მგ/ლ)

P_3 N რაოდენობა დღის შემდეგ ზღანკ ხსნარში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციის მაჩვენებელია (მგ/ლ)

V_{sam} შესაბამისი სატესტო ხსნარის მოსამზადებლად გამოყენებული ნიმუშის ოდენობას ნიშნავს (მილილიტრებში)

V_t ამ სატესტო ხსნარის საერთო ოდენობას ნიშნავს (მილილიტრებში)

თუ რამდენიმე გაზავებული ხსნარი საჭირო დიაპაზონზე დაბალ მაჩვენებელს იძლევა, გამოითვალეთ ამ ნაზავების შედეგების საშუალო მაჩვენებელი.

შედეგები მილიგრამებში (ერთ ლიტრ ჟანგბადზე) უნდა იყოს გამოხატული.

10 მგ/ლ-ზე ნაკლები ჟანგბადის შედეგები ანგარიშში უახლოეს მგ /ლ-მდე უნდა აისახოს.

10 მგ/ლ ჟანგბადსა და 1000 მგ/ლ ჟანგბადს შორის მიღებული შედეგები უნდა აღირიცხოს ორ მნიშვნელოვან მაჩვენებლამდე.

1000 მგ/ლ-ზე მაღალი შედეგები ანგარიშში სამ მნიშვნელოვან ციფრამდე (მაგალითად 1,240 მგ/ლ ჟანგბადის ლიტრზე) უნდა აისახოს.

6.9 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

ნიმუშების შესაგროვებლად გამოიყენეთ ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნის (BOD) ანალიზისთვის გამოყენებული შუშის ჰაერგაუმტარი ბოთლები. BOD-ის ანალიზისთვის აღებული ნიმუშები მნიშვნელოვნად შეიძლება შეიცვალოს მანიპულაციების და შენახვის დროს. დარწმუნდით, რომ ნიმუშის აღების შემდეგ ბოთლში ჰაერის ბუშტუკები არ არის. ტესტირება რაც შეიძლება დროულად უნდა დაიწყოს. შესანახ ნიმუშებში ცვლილებების მინიმუმამდე დასაყვანად, მათი 4°C-ზე ან უფრო დაბალ ტემპერატურაზე შენახვა უნდა მოხდეს. არ გაყინოთ ნიმუშები. ნიმუშების შენახვა BOD-ის ანალიზის დაწყებამდე მაქსიმუმ 48 საათის განმავლობაში შეიძლება.

განსაკუთრებული შემთხვევები: თუ ნიმუშის აღებასა და ანალიზის დაწყებას შორის დრო ტრანსპორტირების, გეოგრაფიული მდგომარეობის და ა.შ. გამო 24 საათს სცილდება, შესაძლებელია ნიმუშების გაყინვა. გაღვობის შემდეგ აღნიშნული ნიმუშების ჰომოგენიზაცია უნდა მოხდეს და ყველა შემთხვევაში **მიკროორგანიზმების დასათესად გამოყენებული წყალი** უნდა იქნას გამოყენებული.

6.10 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.

2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.

3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული.

6.11 ანალიზის ხარისხის კონტროლი (AQC)

გამაზავებული წყლის (რომელშიც მიკროორგანიზმებია დათესილი), მიკროორგანიზმების დასათესად გამოყენებული წყლის და ლაბორანტის მიერ გამოყენებული მეთოდის შესამოწმებლად, ნიმუშების თითოეული პარტიის კონტროლი უნდა განხორციელდეს, რისთვისაც გაზავების ჭურჭელში 20,00 მილიგრამი გლუკოზა-გლურამინის მჟავა უნდა მოათავსოთ, შემდეგ ჭურჭელში 2 მილიგრამი Allylthiourea-ს ხსნარის უნდა დაუმატოთ, შემდეგ ეს ხსნარი გამაზავებული წყლის მეშვეობით (რომელშიც მიკროორგანიზმებია დათესილი) 1000 მილილიტრამდე უნდა გააზავოთ და შემდეგ მე-4 პროცედურაში აღწერილი პროცედურა უნდა ჩატაროთ. ამ პროცესის შედეგად მიღებული BOD_n (210 ± 40) მგ/ჟანგბადის ლიტრზე (BOD₅ -ისთვის) და (225 ± 40) მგ/ჟანგბადის ლიტრზე (BOD₇-ისთვის) უნდა შეადგენდეს.

6.12 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 5815-1:2003 - წყლის ხარისხი - N რაოდენობა დღის შემდეგ ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნის დადგენა (BOD_n) — ნაწილი 1: გაზავების და დათესვის მეთოდი Allylthiourea-ს დამატებით
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

8.0 გახსნილი ჟანგბადის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

8.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 5814-1990 - წყლის ხარისხი - გახსნილი ჟანგბადის მაჩვენებლის დადგენა - ელექტროქიმიური ზონდის მეთოდი
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

8.2 მასშტაბი

გამოყენებული ზონდის სახეობიდან გამომდინარე, აღნიშნული მაჩვენებლის გაზომვა შესაძლებელია როგორც ნიმუშის ერთ ლიტრში ჟანგბადის კონცენტრაციის, გაჯერების პროცენტული მაჩვენებლის (გახსნილი ჟანგბადის %) ან ორივეს სახით. ამ მეთოდის მეშვეობით წყლის ჟანგბადით 0%-დან 100%-მდე გაჯერება იზომება. თუმცა ინსტრუმენტების უმრავლესობით 100%-ზე მეტი გაჯერების (ე.წ. სუპერ-გაჯერების) გაზომვა შესაძლებელია.

ეს მეთოდი ველზე ჩატარებული გაზომვების, გახსნილი ჟანგბადის მაჩვენებლებზე მუდმივი მონიტორინგის და ასევე ლაბორატორიებში განხორციელებული გაზომვების დროს გამოიყენება. ეს მეთოდი ყველაზე სასურველია გამოკვეთილი ფერის და სიმღვრივის მქონე წყლებისთვის.

8.3 პრინციპი

ამ მეთოდის პრინციპს გამოსაკვლევ წყალში ზონდის ჩაშვება წარმოადგენს; აღნიშნული ზონდი შედგება კონკრეტული სახის მემბრანაში ჩასმული ელექტროქიმიური ელემენტისგან, ელექტროლიტისგან და ორი ლითონის ელექტროდისგან.

ელექტროდებს შორის პოტენციურად არსებული განსხვავების გამო, რასაც გალვანური ქმედება ან გარე ძაბვა იწვევს, მემბრანაში გამავალი ჟანგბადი კათოდთან მცირდება,

მაშინ როცა ანოდთან ლითონის იონები ხსნარში გადადიან. ამ პროცესის შედეგად წარმოქმნილი დენი ჟანგბადის მემბრანაში გავლის სიჩქარის, ელექტროლიტის შრის და შესაბამისად ნიმუშში მოცემულ ტემპერატურაზე ჟანგბადის ნაწილობრივი წნევის პირდაპირ პროპორციულია. გაზების მიმართ მემბრანის გამტარობა ტემპერატურის მიხედვით იცვლება (ეს ცვალებადობა საკმაოდ მკვეთრია), ამიტომ საჭიროა სხვადასხვა ტემპერატურის ნიმუშებიდან მიღებული მონაცემების კომპენსირება. თანამედროვე ინსტრუმენტების უმრავლესობა ტემპერატურის ვარიაციებს ავტომატურად აკომპენსირებს.

8.4 აღჭურვილობა

- 1) გახსნილი ჟანგბადის მრიცხველი, რომელიც შემდეგ კომპონენტებს მოიცავს (ტემპერატურის მაკომპენსირებელი მგრძნობიარე მოწყობილობით):
- 2) მრიცხველი, რომელიც იმგვარად არის გრადუირებული რომ პირდაპირ გახსნილი ჟანგბადი და/ან ჟანგბადით გაჯერების პროცენტული მაჩვენებელი ან დენის მაჩვენებელი (მიკროამპერებში) გამოჩნდეს.
- 3) გრადუირებული თერმომეტრი.
- 4) ბარომეტრი, რომელიც 10 პასკალეზადაა გრადუირებული.

8.5 რეაქტივები

ანალიზის დროს მხოლოდ აღიარებული კლასის რეაქტივები, დისტილირებული ან შესაბამისი სისუფთავის წყალი უნდა იქნას გამოყენებული.

- 1) უწყლო ნატრიუმის სულფიტი (Na_2SO_3) ან ჰეპტაჰიდრატი, ($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).
- 2) კობალტის (II) მარილი, მაგალითად კობალტის(II) ქლორიდი ჰექსაჰიდრატი ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

8.6 პროცედურა

საზომი ხელსაწყოთა გამოყენებისას, „გახსნილი ჟანგბადის მრიცხველის“ მწარმოებლის ინსტრუქციები უნდა იქნას დაცული.

- 1) მოახდინეთ ინსტრუმენტის კალიბრაცია ინსტრუქციებში მოცემული წესების მიხედვით
- 2) გამოიყენეთ გაზომვის მეთოდები და დაიცავით სიფრთხილის ზომები
- 3) არ შეეხოთ თითებით მემბრანის აქტიურ ზედაპირს
- 4) ელექტროლიტის და მემბრანის გამოცვლის შემდეგ, თუ მემბრანა გაშრა, დაასველეთ იგი და კალიბრაციის ჩატარებამდე დაელოდეთ სანამ ხელსაწყოთა ჩვენება დასტაბილურდება.
- 5) ამ პროცესისთვის საჭირო დრო ელექტროლიტში გახსნილი ჟანგბადის ათვისებისთვის საჭირო დროზეა დამოკიდებული.
- 6) ნიმუშში ზონდის ჩაშვებისას დარწმუნდით, რომ მასში (ანუ ზონდში) ჰაერის ბუშტუკები არ არის ჩარჩენილი.

იმისთვის რომ მემბრანაში ჟანგბადის შემცირების გამო ყალბი ჩვენება არ მივიღოთ, აუცილებელია, რომ ნიმუშმა ზონდის მემბრანა გაიაროს. უზრუნველყავით იმგვარი დინების სიჩქარე, რომელიც გამორიცხავს ჩვენებების ვარიაციებს და მუდმივად შეამოწმეთ ინსტრუმენტის მწარმოებლის ინსტრუქციები.

- 7) დისკრეტული ნიმუშის შემთხვევაში, გაზომვა ბოლომდე გადავსებულ ჭურჭელში უნდა განხორციელდეს, რომელიც ჰერმეტიკულად დახურული (ჭურჭელში ჰაერი არ უნდა დარჩეს) უნდა იყოს; აღნიშნული ჭურჭელი ასევე ლაბორატორიულ მოსარევეს (მაგალითად მაგნიტურ ტარს) უნდა მოიცავდეს. დაარეგულირეთ მორევის სიჩქარე იმგვარად რომ გაწონასწორებულობის მიღწევის შემდეგ ინსტრუმენტის ჩვენება დასტაბილურდეს; გარდა ამისა, ნიმუშში ჰაერი არ უნდა იყოს ჩარჩენილი.
- 8) გამდინარე ნიმუშის შემთხვევაში (მაგალითად მდინარის კალაპოტი), შეამოწმეთ დინების სიჩქარე და დარწმუნდით რომ იგი საკმარისია. თუ სიჩქარე

არ არის საკმარისი, ან აქეთ-იქით გაამოძრავეთ ზონდი ნიმუშში ან აიღეთ დისკრეტული ნიმუში და მიჰყევით ზემოთმოცემულ ინსტრუქციებს.

9) კალიბრაცია

10) აუცილებელია ინსტრუმენტის მწარმოებლის ინსტრუქციების გათვალისწინება

11) საჭიროების შემთხვევაში დაარეგულირეთ ინსტრუმენტის **ელექტრული ნული** (საჭიროების შემთხვევაში).

შენიშვნა 1: ზოგიერთ ინსტრუმენტს არ სჭირდება რეგულირება, რადგან ისინი ნულზე კომპენსირებული არიან.

ნულის შემოწმება

შეამოწმეთ და თუ შესაძლებელია დაარეგულირეთ ინსტრუმენტის ნულის პარამეტრები ზონდის 1 ლიტრ წყალში ჩაშვებით (ეს წყალი დაახლოებით 1 გრამ ნატრიუმის სულფატს და დაახლოებით 1 გრამ კობალტის(II) მარილს უნდა შეიცავდეს, ამის შედეგად წყლიდან ჟანგბადი მთლიანად იქნება განდევნილი).

შენიშვნა 2: თანამედროვე ზონდები სტაბილურ ჩვენებას დაახლოებით 2-3 წუთში იძლევიან. თუმცა, სხვადასხვა ზონდებს სხვადასხვანაირი რეაგირება შეუძლიათ, ამიტომ მწარმოებლის ინსტრუქციების გაცნობა აუცილებელია.

8.7 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

ნიმუშების შესაგროვებლად გამოიყენეთ შუშის ჰაერგაუმტარი ბოთლები. ტესტირება რაც შეიძლება სწრაფად უნდა დაიწყოს.

8.8 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.

3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული.

8.9 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 5814-1990 - წყლის ხარისხი - გახსნილი ჟანგბადის ოდენობის დადგენა - ელექტროქიმიური ზონდის მეთოდი
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

9.0 pH-ის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

9.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 10523 – მეორე გამოცემა, 2008 - წყლის ხარისხი —pH-ის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

9.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

წინამდებარე საერთაშორისო სტანდარტი წვიმის, სასმელ და მინერალურ წყლებში, დასაბან წყლებში, ზედაპირულ და მიწისქვეშა წყლებში და ასევე საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ჩამდინარე წყლებში და თხევად შლამში pH-ის მაჩვენებლის დადგენის მეთოდს აღწერს (2-დან 12-მდე pH-ის დიაპაზონში), ამ დროს გამოიყენება ხსნარი, რომლის იონური ძალა $I = 0,3$ მოლ./კგ.-ზე დაბალია (გამტარობა: $\gamma_{25\text{ }^{\circ}\text{C}} < 2\ 000\text{ mS/m}$), ხოლო ტემპერატურა $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -დან $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -მდე უნდა იყოს.

9.3 ელექტრომეტრული მეთოდის პრინციპი

pH-ის ელექტრონული გაზომვის ძირითად პრინციპს პოტენციომეტრული გაზომვის მეშვეობით წყალბადის იონების დადგენა წარმოადგენს - ამ დროს გამოიყენება სტანდარტული წყალბადის ელექტროდი და ეტალონური ელექტროდი.

$$[H^+][OH^-] = K_w = 1.01 \times 10^{-14} \text{ at } 25^\circ \text{ C}$$

$$[H^+] = [OH^-] = 1.005 \times 10^{-7}$$

$[H^+] =$ წყალბადის იონების აქტიურობა, მოლი/ლ

$[OH^-] =$ ჰიდროქსილის იონების აქტიურობა, მოლი/ლ

$K_w =$ იონის პროდუქტი წყალში

რადგან იონებს შორის ურთიერთქმედებას ყველა ხსნარში აქვს ადგილი (მალიან გაზავებული ხსნარების გარდა), აუცილებელია იონის „აქტივობის“ და არა მისი მოლარული კონცენტრაციის გამოყენება. ტერმინ pH-ის გამოყენება წყალბადის იონის (H^+) აქტიურობას გულისხმობს. მოლარობასთან $[H^+]$ მიახლოებული ეკვივალენტურობა მხოლოდ ძალზედ გაზავებულ ხსნარებში შეიძლება იქნას ნავარაუდები.

$$pH + pOH = pK_w$$

ამ განტოლების მიხედვით, pH-ის ზრდასთან ერთად შესაბამისად მცირდება pOH-ი (და პირიქით), რადგან pK_w კონკრეტულ ტემპერატურაზე მუდმივ მაჩვენებელს წარმოადგენს. 25° C -ზე, pH 7.00 ნეიტრალურია, წყალბადის და ჰიდროქსილის იონების აქტივობა თანაბარია და თითოეული მათგანის აქტივობა დაახლოებით 10^{-7} მოლი/ლ-ის აქტივობას შეესაბამება.

ბუნებრივ წყლებში pH-ის მაჩვენებელი ძირითადად 4-დან 9-მდე მერყეობს, მათი უმრავლესობა ოდნავ ფუძისეულია, რაც ტუტეს და ტუტოვანი ლითონების ორნახშირმჟავების და კარბონატების არსებობითაა გამოწვეული.

pH-ის მაჩვენებლის დადგენა ეფუძნება ელექტროქიმიური პოტენციური განსხვავების გაზომვას და pH-ის სათანადო მრიცხველის გამოყენებას.

დისოციაციური წონასწორობიდან გამომდინარე ნიმუშების pH ტემპერატურაზეცაა დამოკიდებული. ამიტომ, pH-ის გაზომვისას ნიმუშის ტემპერატურაც უნდა იქნას გაზომილი.

9.4 ზეგავლენის წყაროები

- ტემპერატურა ზეგავლენას ახდენს pH-ის გაზომვაზე. pH-ის მაჩვენებლის ჩაწერამდე არ გააცხელოთ ან გარეცხოთ ნიმუში მისი ოთახის ტემპერატურამდე დასაყვანად.
- შუშის ელექტროდი შედარებით ნაკლებად განიცდის ფერის, სიმღვრივის, კოლოიდური და დამჟანგავი ნივთიერებების, აღმდგენების ან მაღალი მარილიანობის ზეგავლენას.
- ქიმიური ელემენტებისა და ელექტროდების თვისებების ცვლილებების მიერ გამოწვეული მექანიკური შედეგები წონასწორობის ცვლილებებითაა ხოლმე განპირობებული. პირველ შემთხვევაში, ე.წ. „ნერნსტის დაქანება“ ტემპერატურის ზრდასთან ერთად იზრდება, ხოლო ელექტროდებს გარკვეული დრო სჭირდებათ ხოლმე თერმული წონასწორობის მისაღწევად. ამას pH-ის გრძელვადიანი გადახრის გამოწვევა შეუძლია. რადგან ქიმიური წონასწორობა ზეგავლენას ახდენს pH-ზე, pH-ის სტანდარტულ ბუფერებს კონკრეტულ ტემპერატურებზე pH-ის კონკრეტული მაჩვენებლები აქვთ.
- სიმღვრივის მაღალი ხარისხით გამორჩეულ და კოლოიდური მასების შემცველ ნიმუშებში pH-ის მაჩვენებლის გაზომვამდე მათი გაფილტვრა უნდა მოხდეს.
- ემულსიები
წყალში არსებული ემულსიები (მაგალითად საღებავები და ზეთები), რძე და რძის პროდუქტები pH-ის ელექტროდების შეერთებას ბლოკავენ.

9.5 აღჭურვილობა:

- pH-ის მრიცხველი. სასურველია, რომ მრიცხველი ტემპერატურის ავტომატური კონტროლის სენსორებით იყოს აღჭურვილი ან ასეთ მრიცხველს pH-ის აღებისას არსებული ტემპერატურის ჩვენება უნდა შეეძლოს.

9.6 რეაქტივები

1. კალიბრაციის სტანდარტები: ორწერტილიანი კალიბრაცია

(i) pH-ის ბუფერი 4.01 ± 0.02 at 25.0°C

(ii) pH-ის ბუფერი 7.00 ± 0.02 at 25.0°C

2. ელექტროლიტი 3 მოლი/ლ KCl-ი (კალიუმის ქლორიდი) pH-ის ელექტროდის შესანახად

3. დისტილირებული წყალი

შენიშვნა: ბუფერის ხსნარების სწორი შენახვა

- ✓ ბუფერის ხსნარის ბოთლზე მისი პირველად გამოყენების თარიღი უნდა იყოს აღნიშნული.
- ✓ ბუფერის ხსნარის ბოთლები ყოველთვის კარგად უნდა იყოს დახუფული, ელექტროდის კალიბრაციისთვის დეკანტირებული ბუფერები გამოიყენება ხოლმე. თუ ბუფერში ქელატინის ნაწილაკებს აღმოაჩენთ, გადაასხით ეს ხსნარი და კალიბრაციისთვის ახალი ბუფერი გამოიყენეთ.
- ✓ დაუშვებელია ბუფერის უკან, თავდაპირველ ბოთლში დაბრუნება ან სხვადასხვა მწარმოებლის საკალიბრაციო ნიმუშების ერთმანეთში აღრევა.
- ✓ შეინახეთ საკალიბრაციო ნიმუში ოთახის ტემპერატურაზე.
- ✓ არ შეინახოთ ბუფერის ხსნარის შემცველი ბოთლები იმ ადგილებში სადაც მზის სხივები აღწევს.
- ✓ კალიბრაციამდე გაწმინდეთ ელექტროდები და არ მოახდინოთ კალიბრაცია პირდაპირ თავდაპირველი ბუფერის შემცველ ბოთლში.
- ✓ არ გამოიყენოთ ვადაგასული საკალიბრაციო ნიმუში ან ისეთი ნიმუში, რომელიც შესაძლოა დაბინძურებული იყოს.

- ✓ შეცვალეთ ბუფერის ხსნარი ახლით მას შემდეგ რაც ამოიწურება მისი საექსპლუატაციო ვადა.

9.7 პროცედურა

(ა) ინსტრუმენტის კალიბრაცია (გამოიყენეთ კალიბრაციის ინსტრუქციები)

ჩართეთ pH-ის მრიცხველი და შეარჩიეთ შესაბამისი ბუფერი კალიბრაციისთვის.

- მოამზადეთ ბუფერის ხსნარები კალიბრაციისთვის, ამისთვის ხსნარების საკმარისი რაოდენობა სუფთა მენზურებში უნდა ჩაასხათ.
- ამოიღეთ ელექტროდი მისი სადგარიდან და დაათვალიერეთ ის, რათა შემოწმდეს მასზე რაიმე სახის დაზიანების/პრობლემის არსებობა. გაავლეთ ელექტროდი დისტილირებულ წყალში და გაწმინდეთ ქაღალდის რბილი ხელსახოცით.
- pH-ის მრიცხველს ბუფერის ავტომატურად დამდგენი მოწყობილობა გააჩნია - ასე რომ ბუფერის ნებისმიერი თანმიმდევრობით გამოყენებაა შესაძლებელი (pH 4.00, pH 7.00).
- გაავლეთ ელექტროდი დისტილირებულ წყალში და გაწმინდეთ იგი ქაღალდის რბილი ხელსახოცით.
- აიღეთ ბუფერის პირველი ხსნარი (pH 4.00), ნაზად მოურიეთ და ჩაუშვით მასში ელექტროდი.
- pH-ის მრიცხველზე დააჭირეთ კალიბრაციის ღილაკს (Cal).
- დაელოდეთ ჩვენების დასტაბილურებას.
- ამოიღეთ ელექტროდი ბუფერის ხსნარიდან, გაავლეთ ის და ქაღალდის რბილი ხელსახოცით გაამშრალეთ.
- აიღეთ ბუფერის მეორე ხსნარი (pH 7.00), ნაზად მოურიეთ და ჩაუშვით მასში ელექტროდი.
- pH-ის მრიცხველზე დააჭირეთ კალიბრაციის ღილაკს (Cal).
- დაელოდეთ სენსორის და ეკრანზე ჩვენების დასტაბილურებას.
- ამოიღეთ ელექტროდი ბუფერის ხსნარიდან, გაავლეთ დისტილირებულ წყალში და გაამშრალეთ ქაღალდის რბილი ხელსახოცით.

xiii. ამოიღეთ ელექტროდი ბუფერის ხსნარიდან, გაავლეთ და შეინახეთ იგი მის სადგარში.

შენიშვნა:

1. ყოველთვის გაიმეორეთ კალიბრაცია ელექტროდის გაწმენდის, მისი ტექნიკური მომსახურების, რეგენერაციის ან მოკლე ვადით შენახვის შემდეგ, რადგან ამ ფაქტორებს ზეგავლენა აქვთ pH-ის პოტენციალზე.

(ბ) pH-ის გაზომვა

- ✓ ტესტირების დაწყებისთვის ყველა ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა უდრიდეს.
- ✓ ნიმუშის pH პირდაპირ კონტეინერიდან იზომება. ნიმუშის დონე ელექტროდის შეერთების ადგილის ზევით უნდა იყოს.
- ✓ ნახად აურიეთ ნიმუში რათა თავიდან ავიცილოთ ნახშირორჟანგის წატაცება და ჩაუშვით pH-ის ელექტროდი ხსნარში.
- ✓ pH-ის მრიცხველზე დააჭირეთ გაზომვის ღილაკს და დაელოდეთ ჩვენების დასტაბილურებას.
- ✓ ამოიღეთ ელექტროდი ხსნარიდან, გაავლეთ დისტილირებულ წყალში და გაამშრალეთ ქაღალდის რბილი ხელსახოცით.
- ✓ დამატებითი ნიმუშების გასაზომად გაიმეორეთ (i) – (v) ნაბიჯები მანამ, სანამ ყველა ნიმუშის გაზომვა არ დასრულდება.
- ✓ გაზომვის დასრულების შემდეგ, გაავლეთ ელექტროდი დისტილირებულ წყალში და შეინახეთ ეტალონურ ელექტროლიტში (3.0 მოლი/ლ KCl).

9.8 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

ნიმუშების შეგროვება პოლიეთილენის ან შუშის სუფთა ბოთლების გამოყენებით ხდება. ისეთი საცობი უნდა იქნას გამოყენებული, რომელიც ნიმუშის შემცველ ბოთლში ჰაერის მოხვედრას გამორიცხავს.

პირველ რიგში წყალში გაავლეთ ნიმუშის შესანახად გამოსაყენებელი კონტეინერები. შემდეგ ბოლომდე გავსეთ კონტეინერები (ისე რომ კონტეინერში ჰაერი არ დარჩეს) და

მაგრად მოუჭირეთ სახურავს. ბოთლის ავსებისას თავიდან უნდა იქნას აცილებული აირების ურთიერთგაცვლა (ანუ ნახშირორჟანგის ჰაერში მოხვედრა).

ნიმუშის ტრანსპორტირება ყინულებიან იზოთერმულ ყუთში (2°C -დან 8°C -მდე ტემპერატურაზე), სიბნელეში უნდა მოხდეს.

pH-ის ტესტი რაც შეიძლება სწრაფად უნდა ჩატარდეს. რეკომენდებულია, რომ ტესტირება ნიმუშების აღებიდან 6 საათში ჩატარდეს.

9.9 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.
3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული.
4. გამორიცხეთ შემდეგი სახის გარე ფაქტორების ზეგავლენა: ძლიერი ვიბრაცია, პირდაპირი მზის შუქი, 80% -ზე მეტი ატმოსფეროს ტენიანობა, კოროზიული აირები და 5°C -ზე ნაკლები ან 40°C -ზე მეტი ტემპერატურები.

9.10 ანალიზის ხარისხის კონტროლი (AQC)

სტანდარტული ხსნარების მაჩვენებლები (pH-ის ბუფერი 4.01 ± 0.02 25.0°C -ზე და pH-ის ბუფერი 7.00 ± 0.02 25.0°C -ზე) ყოველდღიურად უნდა დაფიქსირდეს, რათა ნიმუშების pH-ის მაჩვენებლების სწორად გაზომვა იყოს უზრუნველყოფილი. მიღებული სიდიდეები შემდეგ ხარისხის კონტროლის (QC) დიაგრამებზე აღირიცხება pH 4.01-ისთვის და pH 7.00-ისთვის.

შენიშვნა: სტანდარტული ხსნარები (pH-ის ბუფერი 4.01 ± 0.02 25.0°C -ზე და pH-ის ბუფერი 7.00 ± 0.02 25.0°C -ზე).

სამუშაოს უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული ზომები

- ინსტრუმენტის ტექნიკურ მომსახურებას მხოლოდ ავტორიზებული კომპანია უნდა ახორციელებდეს.
- გადმოშვებული სითხეები დაუყოვნებლივ უნდა გაიწმინდოს. ინსტრუმენტი არ არის წყალგამძლე.

9.11 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 10523 – მეორე გამოცემა, 2008 - წყლის ხარისხი —pH-ის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდები – 23-ე გამოცემა, 2017 წ.
- საერთაშორისო სტანდარტი – წყლის ხარისხი - ნიმუშების აღება - ნაწილი 3: სახელმძღვანელო წყლის ნიმუშების კონსერვაციისა და მანიპულაციის შესახებ – ISO 5667-3

10.0 თვალსაჩინო და ნამდვილი ფერის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

10.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 7887 – მესამე გამოცემა, 2011 - წყლის ხარისხი — ფერის შემოწმება და დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდები, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

10.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

გამოიყენება გაწმენდილი და ნედლი წყლისთვის.

წყლის თვალსაჩინო ფერი:

გახსნილი ნივთიერებების და გაუხსნელი შეტივტივებული მასალის შედეგად წარმოქმნილი ფერი, რომელიც წყლის თავდაპირველ, გაუფილტრავ ნიმუშში დგინდება (იმ ნიმუშში, რომელიც არ ყოფილა დაცენტრიფუგებული).

წყლის ნამდვილი ფერი:

ფერი, რომელიც მხოლოდ გახსნილ ნივთიერებებს ახასიათებთ და რომელიც წყლის ნიმუშის ფილტრაციის შემდეგ დგინდება (აღნიშნული ფილტრაციის დროს მემბრანის ფილტრი გამოიყენება, რომლის ნასვრეტები ზომა $0,45 \mu\text{m}$ -ს შეადგენს).

10.3 პლატინა-კობალტის მეთოდის პრინციპი

ფერი შეიძლება იყოს „თვალსაჩინო“ ან „ნამდვილი“. თვალსაჩინო ფერი მოიცავს როგორც გახსნილი ისე შეტივტივებული ნივთიერებების ფერს. შეტივტივებული ნივთიერებების გაფილტვრის ან დაცენტრიფუგების მეშვეობით ნიმუშის ნამდვილი ფერის დადგენა შეიძლება.

წყლის ნიმუშის ფერის ინტენსივობა მის მიერ ტალღის სიგრძეზე სინათლის შთანთქმის მაქსიმალური სიდიდით ხასიათდება, აღნიშნული სიდიდის განსაზღვრა ფილტრიანი ფოტომეტრის ან სპექტროფოტომეტრის მეშვეობით შთანთქმის კოეფიციენტის გაზომვითაა შესაძლებელი. ჩვეულებრივ, მოყვითალო-მოყავისფრო ბუნებრივი წყლების უმეტესობის და საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობებიდან გამოსული ფერადი წყლის ნიმუშების გაზომვა 436 ნანომეტრზეა შესაძლებელი. სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობებიდან გამოსული წყალი სინათლის შთანთქმის მკვეთრად გამოხატულ და მკაფიო მაქსიმალურ მაჩვენებლებს არ იძლევა ხოლმე.

წყლის ნიმუშის ფერის ინტენსივობის დახასიათება სინათლის შთანთქმის გაზომვის მეშვეობით ხორციელდება. სხვადასხვა ფერი შთანთქმის მაქსიმალურ მაჩვენებლებს ვარდნილი ტალღის სხვადასხვა სიგრძეზე იძლევა: წინამდებარე საერთაშორისო სტანდარტის „ბ“ მეთოდის მიხედვით, წყლის ფერი ფოტომეტრის ან სპექტრომეტრის

გამოყენებით ხილულ სპექტრზე განაწილებულ მინიმუმ სამ სხვადასხვა ტალღის სიგრძეზე იზომება:

ა) $\lambda(1) = 436$ ნანომეტრი;

ბ) $\lambda(2) = 525$ ნანომეტრი;

გ) $\lambda(3) = 620$ ნანომეტრი.

გამოიყენეთ მხოლოდ $\lambda = 436$ ნანომეტრი (Hg 436 ნანომეტრი) ტალღის სიგრძე;

$\lambda(2)$ და $\lambda(3)$ ტალღის სიგრძეები ზემოთხსენებული ტალღის სიგრძისგან ოდნავ განსხვავებული შეიძლება იყოს, რაც გამოყენებული ოპტიკური ფილტრის სახეობაზეა დამოკიდებული.

10.4 ზეგავლენის წყაროები

ამ მეთოდის ფარგლებში შეტივტივებული ნაწილაკების გარდა ზეგავლენის წყაროები არ არსებობს.

ნიმუშებში შეტივტივებული ნაწილაკების არსებობის შემთხვევაში საჭიროა ფილტრაცია.

10.5 აღჭურვილობა/შუშის ჭურჭელი

- i. სპექტროფოტომეტრი
- ii. მემბრანული ფილტრის ნაკრები, ფილტრების ნასვრეტების ზომა: $0,2 \mu\text{m}$ და $0,45 \mu\text{m}$.
- iii. pH-ის მრიცხველი.
- iv. ნიმუშების ჭურჭელი,

10.6 რეაქტივები

დისტილირებული წყალი

500 Pt-Co სტანდარტული ხსნარები

10.7 პროცედურა (ისეთი სპექტროფოტომეტრისთვის, რომელსაც კალიბრაციის პროგრამა მოჰყვება):

შენიშვნა: მიჰყევით ინსტრუმენტის ინსტრუქციებს

1) ჩართეთ სპექტროფოტომეტრი

2) დააყენეთ ტესტირების პროგრამა „ფერზე“ (Color) და შეარჩიეთ ტალღის სიგრძე (მაგალითად 436 ნანომეტრი).

- **ბლანკის მომზადება:** გაავსეთ ნიმუშის ჭურჭელი დისტილირებული წყლით.
- **ნიმუშის მომზადება:** გაავსეთ მეორე ნიმუშის ჭურჭელი ნიმუშით.
- გაწმინდეთ ბლანკი და მოათავსეთ ის ჭურჭლის სადგარში.

6. დააჭირეთ ZERO-ს. ეკრანზე გამოჩნდება: **0 Pt-Co**

7. გაწმინდეთ მომზადებული ნიმუშის ჭურჭელი და მოათავსეთ ჭურჭლის სადგარში.

8. შედეგები Pt-Co-ებში იქნება მოცემული.

შენიშვნა: თვალსაჩინო ფერი გახსნილი და შეტივტივებული ნივთიერებების ფერებს მოიცავს და მისი ტესტირება პირდაპირაც არის შესაძლებელი.

ნამდვილი ფერის დადგენა შეტივტივებული ნივთიერებების გაფილტვრისა და გაცენტრიფუგების შემდეგ ხდება.

10.8 ანალიზის ხარისხის კონტროლი

სტანდარტული ეტალონური ხსნარი (კომერციულად ხელმისაწვდომია)

შემდეგი მეთოდის მეშვეობით მოამზადეთ **50 პლატინა-კობალტის ერთეულის სტანდარტული ხსნარი**:

A კლასის შუშის ჭურჭლის გამოყენებით პიპეტის მეშვეობით ჩაასხით 10.00 მილიგრამი 500 პლატინა-კობალტის ერთეულის სტანდარტული ხსნარი 100 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში. 100 მილილიტრიანი A კლასის ვოლუმეტრული კოლბის გამოყენებით, დისტილირებული წყლის მეშვეობით გააზავეთ ხსნარი 100 მილილიტრის ნიშნულამდე.

10.9 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

ნიმუშების შეგროვება A კლასის სუფთა, მინის ქარვისფერი ბოთლების მეშვეობით უნდა მოხდეს. ყველაზე სანდო შედეგები ნიმუშების შეგროვებიდან რაც შეიძლება მოკლე დროში ჩატარებული კვლევების დროს მიიღება ხოლმე. თუ ანალიზის სწრაფად ჩატარება შეუძლებელია ბოთლები ბოლომდე უნდა გაივსოს და სახურავებიც მაგრად უნდა იყოს მოჭერილი. ნიმუშების ზედმეტად რყევა ან ჰაერთან დიდხანს კონტაქტი თავიდან უნდა იქნას აცილებული. ნიმუშების შენახვა 24 საათის მანძილზე 4°C ტემპერატურაზე არის შესაძლებელი. ტესტირებამდე ნიმუშების ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

10.10 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.

3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული

10.11 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 7887 – მესამე გამოცემა, 2011 - წყლის ხარისხი — ფერის შემოწმება და დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

11.0 ელექტრომეტრიის მეშვეობით გამტარობის, გახსნილი მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციისა და მარილიანობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

11.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 7888 – პირველი გამოცემა 1985 - წყლის ხარისხი — ელექტროგამტარობის შემოწმება და დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

11.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

გამტარობა (k) წყალნარევი ხსნარის მიერ დენის გატარების უნარის საზომი ერთეულია. აღნიშნული უნარი იონების არსებობაზე, მათ საერთო კონცენტრაციაზე, მობილობაზე, ვალენტობაზე და გაზომვის დროს არსებულ ტემპერატურაზეა დამოკიდებული. არაორგანული ნაერთების უმრავლესობისგან მიღებული ხსნარები შედარებით კარგი გამტარობით გამოირჩევა. ამის საპირისპიროდ, ორგანული ნაერთების მოლეკულები, რომლებიც წყალნარევ ხსნარში დისოცირებას (განცალკევებას) არ განიცდიან, დენს ძალიან ცუდად ან საერთოდ არ ატარებენ.

გამტარობა ბევრ სხვადასხვა სამრეწველო სფეროში იზომება. სამრეწველო ჩამდინარე წყლები და მათ მიერ დაბინძურებული წყლის ობიექტები ბევრ იონურ ნაირსახეობას შეიცავენ. გამტარობა საერთო იონური ძალის მაჩვენებლების მისაღებად გამოიყენება. იგი დამაბინძურებელი ნივთიერებების დაგროვების მონიტორინგის საშუალებას იძლევა.

ზოგადად, გამტარობის გაზომვა ხსნარის იონური ძალის დადგენის სწრაფ და იაფ საშუალებას წარმოადგენს.

ლაბორატორიაში ხსნარის გამტარობის გაზომვის მიზანია:

- მინერალიზაციის ხარისხის დადგენა რათა მოხდეს იონების საერთო კონცენტრაციის მიერ ქიმიურ წონასწორობაზე განხორციელებული ზეგავლენის, მცენარეებსა და ცხოველებზე განხორციელებული ფიზიოლოგიური ზეგავლენის შეფასება, კოროზიის მაჩვენებლების დადგენა და ა.შ.
- დისტილირებული წყლის მინერალიზაციის ხარისხის შეფასება.
- ნედლ და ჩამდინარე წყლებში გახსნილი მინერალური კონცენტრაციების მხრივ არსებული ვარიაციების შეფასება. წყალსაცავების წყლებში მსუბუქი სეზონური ვარიაციები მკვეთრ კონტრასტში მოდის დაბინძურებული მდინარის წყლებში ვარიაციების ყოველდღიურ ცვალებადობასთან. ამ მხრივ მნიშვნელოვანი ყოველდღიური ფლუქტუაცია დიდი ოდენობით სამრეწველო ნარჩენების შემცველ ჩამდინარე წყლებშიც შეიძლება ფიქსირდებოდეს.
- ნიმუშში არსებული გახსნილი მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის (მგ/ლ) შეფასება გამტარობის (მიკრომოები სანტიმეტრზე) ემპირიულ კოეფიციენტზე გამრავლების მეშვეობით. აღნიშნული კოეფიციენტი 0.55-დან 0.9-მდე შეიძლება მერყეობდეს, რაც წყლის ხსნად კომპონენტებზე და გაზომვის ტემპერატურაზეა ხოლმე დამოკიდებული.

11.3 გამტარობის მეთოდის პრინციპი

გამტარობა ხსნარის მიერ დენის გატარების უნარს ნიშნავს. გატარებული დენის რაოდენობა ხსნარში არსებული იონების რაოდენობის პროპორციულია. ამიტომ, გამტარობის გაზომვა ხსნარში იონების კონცენტრაციის პირდაპირ მაჩვენებელს იძლევა.

გამტარიანობა (G) წინაღობის (R) უკუსიდიდეს წარმოადგენს,

$$G = 1/R$$

სადაც R-ის ერთეულია ომი ხოლო G არის -1 ომი (რომელიც ხანდახან იწერება როგორც „მო“). ხსნარის გამტარიანობა ორი სივრცულად დამაგრებული და ქიმიურად ინერტული ელექტროდის შუაში იზომება. ელექტროდების ზედაპირებზე პოლარიზაციის თავიდან ასარიდებლად, გამტარიანობის გაზომვა ცვალებადი დენის სიგნალით ხორციელდება. ხსნარის გამტარიანობა (G) ელექტროდის ზედაპირის ფართობის (A) (სმ²) პირდაპირ პროპორციულია და ამავე დროს ელექტროდებს შორის მანძილის (L) უკუპროპორციულია (სმ). პროპორციულობის კონსტანტას (K), მაგალითად ისეთს როგორცაა:

$$G = K (A / L)$$

„გამტარობას“ უწოდებენ (ეს ტერმინი უფრო ხშირად გამოიყენება ვიდრე „სპეციფიური გამტარიანობა“). ეს ელექტროდებს შორის არსებული ხსნარის დამახასიათებელი თვისებაა. K-ს ერთეულებია 1/ომი-სმ ან მო/სანტიმეტრზე. ჩვეულებრივ, გამტარობას „მიკრომოები სანტიმეტრებში“ სახით გამოხატავენ ხოლმე (მიკრომო/სმ - $\mu\text{mho/cm}$).

ერთეულების საერთაშორისო სისტემაში (SI) ომის უკუსიდიდეა „სიმენსი“ (S) და გამტარობა გამოიხატება მილისიმენები/მეტრზე სახით (მს/მ - mS/m); 1 მს/მ = 10 მიკრომო/სმ-ს, ხოლო 1 მიკროსიმენსი/სმ-ზე = 1 მიკრომო/სმ-ზე.

შენიშვნა: ანგარიშებში მიღებული შედეგები მთელ რიცხვებად უნდა დამრგვალდეს.

11.4 ზეგავლენის წყაროები

- ტემპერატურის ცვალებადობა ხელს უწყობს კვლევის უზუსტობას. ხსნარის გამტარობა ტემპერატურასთან ერთად იზრდება. ეს ზეგავლენა ჩვეულებრივ ერთ გრადუს ცელსიუსზე გამტარობის პროცენტულ ცვლილებაში გამოიხატება ხოლმე.

ამას ხშირად ხსნარის „დახრას“ ან ტემპერატურის კოეფიციენტს უწოდებენ (....).

მაგალითად, ულტრა სუფთა წყალს 5% / °C დახრა გააჩნია, მაშინ როდესაც კონცენტრირებულ ნიმუშებში ეს მაჩვენებელი შესაძლოა 1% / °C-ის დონეზე იყოს.

- ნიმუშში ორგანული ალკოჰოლის და შაქრის არსებობა გამტარობის მხრივ გამოუსადეგარ შედეგებს იძლევა.
- სენსორის დაფარვის შედეგად ზოგიერთი მასალა ასევე ამცირებს ამ მეთოდის სიზუსტეს.

11.5 რეაქტივები

- 1) დისტილირებული წყალი (ორმაგად დისტილირებული წყალი, რომლის გამტარობა 0.1 მს/მ-ზე დაბალია)
- 2) კალიუმის ქლორიდის სტანდარტი A 0.1 მოლი/ლ (კალიუმის ქლორიდი 105 გრადუსზე 2 საათის მანძილზე უნდა გაშრეს). 7.456 გრამი 1000 მილილიტრ დისტილირებულ წყალში, რომლის გამტარობა 1290 მს/მ-ს შეადგენს.
- 3) კალიუმის ქლორიდის სტანდარტი B. გააზავეთ 100 მილილიტრი 1000 მილილიტრში, გამტარობა: 141 მს/მ
- 4) კალიუმის ქლორიდის სტანდარტი C. გააზავეთ 100 მილილიტრი B სტანდარტი 1000 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში. გამტარობა: 14.7 მს/მ

5) ეტალონური სტანდარტული მასალა ადვილად ხელმისაწვდომია 1413 uS/cm-იანი სტანდარტული ხსნარისთვის

6) 11.6 აღჭურვილობა:

- (ა) გამტარობის მრიცხველი
- (ბ) მენზურები

11.7 პროცედურა:

ზოგადი პროცედურა

(ა) ინსტრუმენტის კალიბრაცია

მიჰყევით ინსტრუმენტის მწარმოებლის ინსტრუქციებს.

(ბ) ნიმუშის გაზომვა

v. კარგად გარეცხეთ ზონდი დისტილირებული წყლით და შემდეგ გაამშრალეთ, რათა მისი მეშვეობით ნიმუშის ხსნარში უცხო ნაწილაკების მოხვედრა იქნას გამორიცხული.

vi. ნაზად აურიეთ ნიმუში რათა თავიდან ავიცილოთ ნახშირორჟანგის წატაცება და ჩაუშვით სენსორი ხსნარში.

vii. გაზომეთ ნიმუში და დაიწყეთ გამტარობის გაზომვის პროცესი.

სენსორის ჩვენების დასტაბილურების შემდეგ ჩაიწერეთ ნიმუშის გამტარობის მაჩვენებელი და მიღებული შედეგები მთელ რიცხვებად დაამრგვალეთ.

შენიშვნა: გამტარობის ჩვენების ჩაწერა 25° C-ზე უნდა მოხდეს. გამტარობის მრიცხველების უმრავლესობა ავტომატურად აკომპენსირებს ტემპერატურის

ვარიაციებს და მათ მიერ გამოსახული გამტარობის ჩვენება 25° C-ზეა ხოლმე გამოთვლილი.

11.8 გახსნილი მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაცია და მარილიანობა

ეს ნიმუშში იონური სახეობების კონცენტრაციის მაჩვენებელია. მისი სიდიდე მრიცხველის კალიბრაციისთვის გამოყენებულ სტანდარტულ ხსნარზეა დამოკიდებული. მაგალითად გახსნილი მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის მაღალი მაჩვენებელი გახსნილი მყარი ნაწილაკების მაღალ კონცენტრაციას ნიშნავს, რაც იონური სახეობებით დაბინძურების მანიშნებელი შეიძლება იყოს.

- ✓ დააჭირეთ ღილაკს „Mode“ და ჩაიწერეთ გახსნილი მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის (TDS) სიდიდე მგ/ლ-ებში, ამის შემდეგ კიდევ ერთხელ დააჭირეთ იმავე ღილაკს და ჩაიწერეთ მარილიანობის პროცენტული მაჩვენებელი.

შენიშვნა: გახსნილი მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის სიდიდე მთელ რიცხვებად უნდა დამრგვალდეს.

11.9 აღჭურვილობის საოპერაციო უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად გადასადგამი ნაბიჯები

- გადმოშვებული სითხეები დაუყოვნებლივ უნდა გაიწმინდოს. ინსტრუმენტი არ არის წყალგაუმტარი.
- გამორიცხეთ შემდეგი სახის გარე ფაქტორების ზეგავლენა:
 - მოერიდეთ გამტარობის მაღალ (5,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -ზე მაღალ) მაჩვენებლებს (განსაკუთრებით ზღვის წყალში)
 - ძლიერი ვიბრაცია
 - მზის პირდაპირი შუქი

- 80 %-ზე მეტი ატმოსფერული ტენიანობა
- კოროზიული აირები
- 5 °C-ზე ნაკლები ან 40 °C-ზე მეტი ტემპერატურები.
- **11.10 ანალიზის ხარისხის კონტროლი**

- გამოიყენეთ კომერციულად ხელმისაწვდომი სტანდარტული ხსნარები

- ან ნატრიუმის ქლორიდის სტანდარტული ხსნარი:

491 ± 2.5 მგ/ლ როგორც NaCl

1000 ± 10 μS/cm

500 ± 5 მგ/ლ გახსნილი მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაცია

11.11 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

ნიმუშების შეგროვება A კლასის სუფთა, ყავისფერი შუშის ბოთლების მეშვეობით ხდება. ადების ადგილიდან ნიმუშების ლაბორატორიამდე ტრანსპორტირებისას საკმარისია ნიმუშების იზოთერმულ ყუთში გაგრილება. თუ ანალიზის იმავე დღეს ჩატარება შეუძლებელია, ნიმუში მაცივარში 4°C-ზე უნდა შევინახოთ. რეკომენდებულია ნიმუშების ანალიზის ჩატარება მათი აღებიდან მაქსიმუმ 24 საათში.

შენიშვნა: ნიმუშების ტესტირება ოთახის ტემპერატურაზე უნდა მოხდეს.

11.12 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.

3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული.

11.13 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 7888 – პირველი გამოცემა 1985 - წყლის ხარისხი — ელექტროგამტარობის შემოწმება და დადგენა
- საერთაშორისო სტანდარტი – წყლის ხარისხი - ნიმუშების აღება - ნაწილი 3: სახელმძღვანელო წყლის ნიმუშების კონსერვაციისა და მანიპულაციის შესახებ – ISO 5667-3

12.0 სიმღვრივის და გამჭვირვალობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

12.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 7027 მესამე გამოცემა 1999 - წყლის ხარისხი — სიმღვრივის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

12.3 გამოყენების ფარგლები და სფერო

წყლის გამჭვირვალობა ადამიანის მოსახმარებლად განკუთვნილი საკვები პროდუქტების წარმოებაში და ასევე სხვადასხვა საწარმოო ოპერაციებში მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს. წყლის სიმღვრივეს შეტივტივებული და კოლოიდური მასალები იწვევენ (მაგალითად თიხა, შლამი, წვრილად დაყოფილი ორგანული და არაორგანული მასალა, ხსნადი ფერადი ორგანული ნაერთები, პლანქტონი და სხვა მიკროსკოპული ორგანიზმები). სიმღვრივე იმ ოპტიკური თვისების გამოხატულებაა, რომელიც ნიმუშში სინათლის სწორხაზოვნად გატარების მაგივრად მის (ანუ სინათლის) გაფანტვას და შთანთქმას იწვევს.

დიაპაზონი: 0 – 100 NTU (ნეფელომეტრული სიმღვრივის ერთეული)

12.4 ნეფელომეტრული მეთოდის პრინციპი

სიმღვრივის ლაბორატორიული მრიცხველი არის ნეფელომეტრი, რომელსაც ამ მაჩვენებლის როგორც ჩართული ისე გამორთული „კოეფიციენტით“ (Ratio) გაზომვა შეუძლია.

აღნიშნული ინსტრუმენტი ISO 7027-ს დიზაინის კრიტერიუმებს პასუხობს და მისგან მიღებული ანგარიში აღნიშნული სტანდარტის მოთხოვნებს აკმაყოფილებს. ოპტიკური სისტემა ვოლფრამის ვარვარის ნათურისგან, სინათლის ფოკუსირებისთვის საჭირო ლინზებისგან და აპერტურებისგან, 90 გრადუსიანი დეტექტორისგან, სინათლის პირდაპირი გაფანტვის დეტექტორისგან და გადაცემული სინათლის დეტექტორისგან შედგება.

ინსტრუმენტი გაზომვას 40-ზე ნაკლები NTU-ს (ნეფელომეტრული სიმღვრივის ერთეული) პირობებში ახორციელებს, ამ შემთხვევაში მხოლოდ 90 გრადუსიანი გაფანტული სინათლის დეტექტორი ან დეტექტორების მთლიანი კომპლექტი („კოეფიციენტი“) უნდა იქნას გამოყენებული. ჩართული „კოეფიციენტის“ პირობებში, ინსტრუმენტის მიკროპროცესორი მათემატიკური გამოთვლების საშუალებით თითოეული დეტექტორისგან მიღებული სიგნალების შეფარდების განსაზღვრას ახდენს. ჩართული „კოეფიციენტის“ გამოყენების უპირატესობებია შესანიშნავი წრფივობა, კალიბრაციის სტაბილურობა და სიმღვრივის გაზომვის უნარი ფერის არსებობის შემთხვევაშიც.

12.5 ზეგავლენის წყაროები

სიმღვრივის გამზომი ხელსაწყო სუფთა, მტვრისგან თავისუფალ გარემოში ისეთ სიბრტყეზე (მაგიდა, სკამი და ა.შ.) უნდა იქნას გამოყენებული, რომელიც ვიბრაციას არ განიცდის, ინსტრუმენტის გარშემო ჰაერის თავისუფალი ცირკულაცია უნდა იყოს გარანტირებული. ინსტრუმენტის უკან და მის ქვეშ არსებული სივრცეები ისეთი მასალებისგან უნდა იყოს თავისუფალი, რომლებსაც სავენტილაციო ღიობებში ჰაერის მოძრაობისთვის ხელის შეშლა შეუძლიათ. ნებისმიერი ისეთი ნიმუშის სიმღვრივის

გაზომვას შესაძლებელია, რომელიც უცხო ნივთიერებების ნარჩენებისგან და სწრაფად დალექვადი უხეში ნალექისგან არის თავისუფალი. ჭუჭყიანი შუშის ჭურჭელი და ჰაერის ბუშტუკების არსებობა ყალბ შედეგებს იძლევა. „ნამდვილი ფერი“ ანუ წყლის ფერი, რომელიც სინათლის შთანთქმელი გახსნილი ნივთიერებებითაა გამოწვეული, სიმღვრივის დაბალ მაჩვენებელს იწვევს. ჩვეულებრივ, ეს ზეგავლენა არ არის ხოლმე მნიშვნელოვანი გაწმენდილ წყალში.

გამოიყენეთ რეზინის ხრახნიანი სახურავების მქონე ბორისმჟავის შუშის ჭურჭელი. ჭურჭელი აბსოლუტურად სუფთა უნდა იყოს როგორც შინგით ისე გარეთ, თუ ჭურჭელზე ბზარი ან ნაფხაჩნია ის გადასაგდებაა. არ შეიძლება ჭურჭლის იმ ადგილას გამოყენება სადაც მათ ინსტრუმენტის სინათლის სხივი შეიძლება მოხვდეს. გამოიყენეთ საკმარისად გრძელი მილაკები ან დამცავი ფუტლარის მქონე მილაკები (მათი სწორად გამოყენების უზრუნველსაყოფად). გაავსეთ ჭურჭელი საკმარისად შენჯღრეული ნიმუშებით და სტანდარტული ხსნარებით და დაელოდეთ სანამ ნიმუშები ჰაერის ბუშტუკებისგან ბოლომდე დაიცლება.

საგულდაგულოდ გარეცხეთ ჭურჭელი ლაბორატორიული სარეცხი საშუალებებით (როგორც შიგნიდან ისე გარედან), რის შემდეგაც ჭურჭელი დისტილირებულ წყალში მრავალჯერ უნდა იქნას გავლებული. დატოვეთ ჭურჭელი ჰაერზე და დაელოდეთ სანამ გაშრება. ჭურჭლის ალება მხოლოდ ზედა ნაწილზე ხელის მოკიდებით უნდა მოხდეს, რათა ჭუჭყი და თითის ანაბეჭდები სინათლის ტრაექტორიაში არ მოხვდეს.

12.6 რეაქტივები

- ფორმაზინის პირველადი სიმღვრივის სტანდარტები: 10, 20, 100, 200, 1000 NTU

12.7 აღჭურვილობა:

- სიმღვრივის გამზომი ხელსაწყო
- შუშის ჭურჭელი
- A კლასის ვოლუმეტრული კოლბები (100 მლ)

12.8 პროცედურა

- ✓ მიჰყევით ინსტრუმენტის მწარმოებლის ინსტრუქციებს
- ✓ ინსტრუმენტის კალიბრაცია
- ✓ კარგად შეანჯღრიეთ ნიმუში. ჩაასხით ნიმუში ჭურჭელში. ეცადეთ, რომ ნიმუშში ჰაერის ბუბტუკები არ წარმოიქმნას.
- ✓ ჭურჭელი მხოლოდ მისი ზედა ნაწილით უნდა იქნას აღებული, გაწმინდეთ ჭურჭელი წყლის ნარჩენებისა და თითის ანაბეჭდებისგან.
- ✓ დარწმუნდით რომ ფილტრი ადგილზეა. მოათავსეთ ნიმუშიანი ჭურჭელი ინსტრუმენტის ჭურჭლის განყოფილებაში.
- ✓ RATIO-ს ღილაკზე დაჭერით შეარჩიეთ „კოეფიციენტის“ შესაბამისი პარამეტრი (ჩართული ან გამორთული მდგომარეობა). UNITS-ის ღილაკზე დაჭერით შეარჩიეთ NTU საზომი ერთეული.
- ✓ წაიკითხეთ და ჩაიწერეთ ჩვენებები.

12.9 ანალიზის ხარისხის კონტროლი

გამოიყენეთ კომერციულად ხელმისაწვდომი ფორმაზინის სტანდარტული ხსნარი. AQC-ს საჭირო სტანდარტის მისაღწევად მისი შესაბამისად გაზავება უნდა მოხდეს.

შენიშვნა: AQC-ს ხსნარი ბნელ ადგილზე უნდა იქნას შენახული.

12.10 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.
3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული.

12.11 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

1. შეაგროვეთ ნიმუშები ქარვისფერი შუშის ბოთლების გამოყენებით.
2. ნიმუშები მათი შეგროვების დღესვე უნდა იქნას გამოკვლეული ან მაქსიმუმ 24 საათის მანძილზე ბნელ ადგილას, 4°C-ზე უნდა იქნას შენახული.
3. ანალიზის ჩატარებამდე ნიმუშების ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

12.12 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 7027 მესამე გამოცემა 1999 - წყლის ხარისხი — სიმღვრივის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

13.0 ქლორიდის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

13.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 9297 – 1989 - წყლის ხარისხი — ქლორიდის მაჩვენებლის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

13.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

ამ მეთოდის გამოყენება შედარებით სუფთა წყლებშია შესაძლებელი, როდესაც ნიმუშის ტიტრირებულ ნაწილში (ნიმუშის გამოყენებული ოდენობა) 0.10-დან 10-მდე მილიგრამი ქლორიდის იონი (Cl^-) გვხვდება. ქლორიდის იონის სახით წარმოდგენილი ქლორიდი (Cl^-) წყალში და ჩამდინარე წყლებში არსებული ერთ-ერთი მთავარი არაორგანული ანიონია. ქლორიდის კონცენტრაციების შედეგად წარმოქმნილი მლაშე გემო ცვალებადია და წყლის ქიმიურ შემადგენლობაზეა დამოკიდებული, ზოგიერთ წყლებში, რომლებიც 250 მგ Cl^- /ლ-ს შეიცავენ, მლაშე გემო საგრძნობია თუ კატიონი ნატრიუმია. მეორეს მხრივ, მლაშე გემო შეიძლება არ არსებობდეს ისეთ წყლებში, რომლებშიც ქლორიდის იონების შემცველობა 1000 მგ/ლ-საც კი აღწევს იმ შემთხვევაში თუ კატიონები კალციუმი და მაგნიუმია.

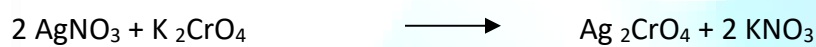
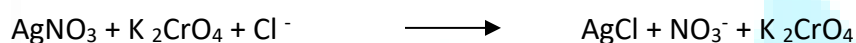
13.3 არგენტომეტრული მეთოდის პრინციპი

ნეიტრალურ, ოდნავ ტუტოვან ხსნარში არსებულ კალიუმის ქრომატს ვერცხლის ნიტრატის მიერ ქლორიდის ტიტრაციის საბოლოო წერტილის ჩვენება შეუძლია. ვერცხლის ქლორიდი რაოდენობითად ილექება, რის შემდეგაც წითელი ვერცხლის ქრომატი წარმოიქმნება.

ქლორიდის ტესტის დროს ვერცხლის ნიტრატი ტიტრირებული ხსნარის სახით, ხოლო კალიუმის ქრომატი ინდიკატორის სახით გამოიყენება, ვერცხლის ნიტრატი ჯერ სელექციურად, ნიმუშში არსებულ ქლორიდთან შედის რეაქციაში და წარმოქმნის უხსნად თეთრ ვერცხლის ქლორიდს. მას შემდეგ რაც ქლორიდი მთლიანად

დაილექება, ვერცხლის ნიტრატი რეაქციაში შედის კალიუმის ქრომატთან და მოვარდისფრო-მოყვითალო ვერცხლის ქრომატის ნალექს ქმნის, რაც ტიტრაციის პროცესის საბოლოო წერტილს წარმოადგენს.

რეაქციების გამომხატველი განტოლებები:



13.4 ზეგავლენის წყაროები

სასმელ და სუფთა წყლებში არსებული ნივთიერებები ზემოთხსენებულ ტესტზე გავლენას არ ახდენენ. ბრომიდი, იოდიდი და ციანიდი ქლორიდის კონცენტრაციების ეკვივალენტებად ფიქსირდებიან. 25 მგ/ლ-ზე მეტი ოდენობის ორთოფოსფატის არსებობის შემთხვევაში აღნიშნული ნივთიერება ზემოთხსენებულ ტესტზე ზეგავლენას ახდენს ვერცხლის ფოსფატის სახით დალექვის ფორმით. 10 მგ/ლ-ზე მეტი რკინა ტესტის მიმდინარეობაზე ზეგავლენას მისი (ანუ ტესტის) საბოლოო წერტილის შენიღბვის სახით ახდენს.

13.5 რეაქტივები

1) კალიუმის ქრომატის ინდიკატორის ხსნარი

მომზადების მეთოდი:

გახსენით 50 გრამი K_2CrO_4 ცოტაოდენ დისტილირებულ წყალში. დაამატეთ AgNO_3 -ს ხსნარი სანამ მკვეთრად გამოხატული წითელი ფერის ნალექი არ წარმოიქმნება. დატოვეთ ხსნარი ოთახში მთელი ღამე, გაფილტრეთ ნარჩენი და დისტილირებული წყლის გამოყენებით გააზავეთ 1 ლიტრამდე.

2) ვერცხლის ნიტრატის სტანდარტული ტიტრირებული ხსნარი, 0.0141 M (0.0141 N)

ვერცხლის ნიტრატის სტანდარტული ტიტრირებული ხსნარი 0.141 N კომერციულად ხელმისაწვდომია, გააზავეთ 0.0141N-მდე.

მომზადების მეთოდი:

პიპეტის მეშვეობით დაამატეთ 100 მილილიტრი 0.141N ვერცხლის ნიტრატი და დისტილირებული წყლის გამოყენებით გააზავეთ 1000 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში. შეინახეთ ყავისფერ ბოთლში.

კომერციულად ხელმისაწვდომი ვერცხლის ნიტრატის ტიტრირებული ხსნარის შემთხვევაში ვერცხლის ნიტრატის სტანდარტიზაცია არ არის საჭირო.

13.6 აღჭურვილობა:

- ✓ 250 მილილიტრიანი კონუსური კოლბა,
- ✓ A კლასის, 50 მილილიტრიანი ქარვისფერი (ან ყავისფერი) ბურეტი და ბურეტის სადგარი.
- ✓ A კლასის, 2, 5, 10, 20, 25 და 50 მილილიტრიანი ვოლუმეტრული პიპეტები

13.7 პროცედურა:

1) ნიმუშის მომზადება

გამოიყენეთ 50 მილილიტრიანი ნიმუში ან 50 მილილიტრამდე გაზავებული შესაბამისი ტიპის ნიმუში

2) საკონტროლო რეაქტივის შემოწმება

პიპეტის მეშვეობით ჩაასხით 50 მილილიტრი დისტილირებული წყალი კონუსურ კოლბაში. დაამატეთ 1.0 მილილიტრი ინდიკატორი (K_2CrO_4) და შეანჯღრიეთ კოლბა სანამ ერთგვაროვან ყვითელი ფერის ხსნარს არ მიიღებთ. გატიტრეთ $AgNO_3$ სტანდარტული ხსნარით 0.0141 N, სანამ მოვარდისფრო-მოყვითალო ფერი არ წარმოიქმნება, რაც ტიტრაციის პროცესის საბოლოო წერტის წარმოადგენს.

შენიშვნა

- ყველა დანარჩენი ნიმუშის ტიტრირებისთვის ტიტრირებული ხსნარის (ბლანკის) გარკვეული რაოდენობა იქნება საჭირო. ამოიღეთ ტიტრირებული ხსნარის (ბლანკის) ეს მოცულობა ნიმუშიდან მანამ, სანამ მას გარკვეული ოდენობის ქლორს დაუმატებთ. ამისთვის 0.2-დან 0.3-მდე მილილიტრამდე ტიტრირებული ხსნარი საკმარისია ხოლმე.
- კონუსურ კოლბაში ჩასხმული რეაქტივის ხელით მორევა დასაშვებია.

3) ნიმუშის ტიტრირება

ნიმუშის დუპლიკატმა ნიმუშის მომზადების და ანალიზის მთელი ციკლი უნდა გაიაროს. მაგრად შეანჯღრიეთ ნიმუშის შემცველი ბოთლი. პიპეტის გამოყენებით ამ ბოთლიდან 50 მილილიტრი ხსნარი 250 მილილიტრიან კონუსურ კოლბაში გადაიტანეთ და დაამატეთ 1.0 მილილიტრი კალიუმის ქრომატის ინდიკატორი. შეანჯღრიეთ კოლბა სანამ ერთგვაროვან ყვითელი ფერის ხსნარს არ მიიღებთ.

ხელით მოურიეთ კონუსურ კოლბაში არსებულ ხსნარს.

გატიტრეთ ეს ხსნარი სტანდარტული AgNO_3 ტიტრირებული ხსნარის გამოყენებით სანამ ყვითელ ფერს არ მიიღებთ. ყურადღებით იყავით რომ რეაქციის საბოლოო წერტილი არ გამოგეპაროთ (ყვითელი ფერი) და გამოიყენეთ საკონტროლო რეაქტივი მიღებული ხსნარის თანმიმდევრულობის დასადასტურებლად.

4) ქლორიდის კონცენტრაციის გამოთვლა

$$\frac{\text{ნიმუშის მოცულობა (მლ)}}{\text{ნიმუშის მოცულობა (მლ)}} \times \frac{\text{სტანდარტული ხსნარის მოცულობა (მლ)}}{\text{სტანდარტული ხსნარის მოცულობა (მლ)}} \times \text{OR}$$

$$\frac{\text{ნიმუშის მოცულობა (მლ)}}{\text{ნიმუშის მოცულობა (მლ)}} \times \frac{\text{სტანდარტული ხსნარის მოცულობა (მლ)}}{\text{სტანდარტული ხსნარის მოცულობა (მლ)}} \times \text{OR}$$

სადაც A = ნიმუშის ტიტრაციის მოცულობა (მილილიტრებში)

B = ბლანკის ტიტრაციის მოცულობა (მილილიტრებში)

N = ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის ნორმალური კონცენტრაცია = 0.0141

N

13.8 ანალიზის ხარისხის კონტროლი (AQC), 50 მგ/ლ

AQC-ს მომზადება

გამოიყენეთ კომერციულად ხელმისაწვდომი ქლორიდის სტანდარტული ნიმუშის ხსნარი და AQC-ს სასურველი სიდიდის მიხედვით შესაბამისად გააზავეთ ის.

პიპეტის გამოყენებით გადაიტანეთ ამ ხსნარის 50 მილიგრამი კონუსურ კოლბაში და დაამატეთ 1.0 მილილიტრი კალიუმის ქრომატის ინდიკატორი. შეანჯღრიეთ ნარევი სანამ ერთგვაროვან ყვითელ ფერს არ მიიღებთ. გატიტრეთ ვერცხლის ნიტრატის სტანდარტული ხსნარით (0.0141 N) სანამ არ მიიღებთ მოვარდისფრო-მოყვითალო ფერს, რაც ტიტრაციის პროცესის დასასრულს ნიშნავს.

13.9 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა

- აიღეთ ნიმუში პლასტმასის ბოთლის მეშვეობით (CHEM 4)
- ნიმუშის აღების ადგილიდან ლაბორატორიამდე ტრანსპორტირებისას ნიმუში გასაცივებელ კონტეინერში ინახება.
- ნიმუშების შენახვა 28 დღის მანძილზე ოთახის ტემპერატურაზე არის შესაძლებელი.

13.10 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული.

13.11 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 9297 – 1989 - წყლის ხარისხი — ქლორიდის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

14.0 EDTA გატიტვრით წყლის სიხისტის საერთო მაჩვენებლის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

14.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 6059 – 1984 - წყლის ხარისხი — წყლის სიხისტის საერთო მაჩვენებლის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

14.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

წყლის სიხისტეს გახსნილი მინერალები იწვევენ, ეს არის ძირითადად ორვალენტიანი კატიონები, მათ შორის კალციუმი (Ca^{2+}), რკინა (Fe^{2+}), სტრონციუმი (Sr^{2+}), თუთია (Zn^{2+}) და მანგანუმი (Mn^{2+}). ჩვეულებრივ, წყალში მნიშვნელოვანი კონცენტრაციებით მხოლოდ კალციუმის და მაგნიუმის იონები არის ხოლმე წარმოდგენილი; ამიტომ, ზოგადად წყლის სიხისტე წყალში კალციუმის და მაგნიუმის შემცველობასთან ასოცირდება.

14.3 EDTA-ს წყლის სიხისტის საერთო მაჩვენებლის გამოთვლის ტიტრიმეტრიული მეთოდის პრინციპი

როდესაც წყალს (რომელიც სხვა ნივთიერებებთან ერთად კალციუმის და მაგნიუმის იონებს შეიცავს) EDTA-ს (ეთილენდიამინტეტრააცეტატის მჟავა ან მისი მარილები) ამატებენ, შედეგად ქელატური ხსნადი კომპლექსი წარმოიქმნება. თუ მცირე ოდენობის საღებავ ნივთიერებას (მაგალითად ერიოქრომული შავი (Eriochrome Black T) (Solochrome Black T - სოლოქრომული შავი)) ამატებენ კალციუმის და მაგნიუმის შემცველ წყლის ხსნარში (იმ დროს როცა pH დაახლოებით 10-ს შეადგენს), ხსნარი წითელი ღვინის შეფერილობას იღებს. როდესაც ამ ხსნარს EDTA-ს უმატებენ, როგორც კალციუმი ისე მაგნიუმი ერთად ჯგუფდება; მას შემდეგ რაც მთელი მაგნიუმი და

კალციუმი გაერთიანდება, ხსნარი წითელი ღვინის ფერიდან ლურჯ ფერზე გადადის, რაც ტიტრაციის პროცესის დასასრულს წარმოადგენს. მაგნიუმის იონი აუცილებელია ტიტრაციის პროცესის სწორად დასასრულებლად. ამის უზრუნველსაყოფად, საჭიროა მცირე ოდენობის კომპლექსომეტრულად ნეიტრალური EDTA-ს მაგნიუმის მარილის ბუფერში დამატება. ეს საკმარისი რაოდენობის მაგნიუმს იძლევა და ბლანკის კორექტირების აუცილებლობას აბათილებს.

14.4 ზეგავლენის წყაროები

ამ ტესტის პირობებში საჭირო იქნება ინჰიბიტორის გამოყენება, რათა შემდეგი იონების პროცესში ჩართვა იქნას აღკვეთილი, რადგან მათ წყლის სიხისტის საერთო მაჩვენებლებზე და კონცენტრაციებზე ზეგავლენის მოხდენა შეუძლიათ: ალუმინი, 20 მგ/ლ; კადმიუმი, 20მგ/ლ; კობალტი, 0.3 მგ/ლ; სპილენძი, 20 მგ/ლ; რკინა, 5 მგ/ლ; ტყვია, 20 მგ/ლ; მანგანუმი, 1.0 მგ/ლ, ნიკელი, 0.3 მგ/ლ; თუთია, 200 მგ/ლ და 10 მგ/ლ პოლიფოსფატი. ამ პროცესში ჩარევა და შედეგებზე ზეგავლენის მოხდენა შეტივტივებულ და კოლოიდურ ორგანულ მასალებსაც შეუძლიათ.

14.5 რეაქტივები

1) ამიაკის სტანდარტული ბუფერის ხსნარი, pH 10.

ეს ხსნარი კომერციულად ხელმისაწვდომია.

2) EDTA-ს სტანდარტული ხსნარი, 0.01M

აღნიშნული ხსნარი კომერციალურად ხელმისაწვდომია და მისი ბრენდული დასახელებაა: Zero Standard Solution (Titration Hardness Titrant)

3) ერიოქრომული შავი Eriochrome Black T (Solochrome Black T - სოლოქრომული შავი) მყარი ინდიკატორი

მომზადების მეთოდი:

როდინის და ფილთაქვის გამოყენებით ერთმანეთში კარგად აურიეთ 1 გრამი ერიოქრომული შავი (Eriochrome Black T) (Solochrome Black T - სოლოქრომული შავი) და 100 გრამი მყარი NaCl (რომელიც მანამდე ღუმელში 100°C-ზე 2 საათის მანძილზე უნდა იყოს გამომშრალი) მანამ, სანამ წმინდად დაფქულ მასალას არ მიიღებთ. შეინახეთ ეს ნარევი კარგად დასაცობებულ ბოთლში. მასალაში ტენიანობის შეღწევის თავიდან ასაცილებლად ბოთლი და მისი შიგთავსი ექსიკატორში უნდა იქნას შენახული.

4) წყლის სიხისტის საერთო მაჩვენებლის ხსნარი, (1,000 მგ/ლ საერთო სიხისტე)

ეს ხსნარი კომერციულად ხელმისაწვდომია.

14.6 საჭირო აღჭურვილობა

- ✓ კონუსური კოლბა
- ✓ A კლასის 50 მილილიტრიანი ბურეტი
- ✓ A კლასის 1000 მილილიტრიანი ვოლუმეტრული კოლბა
- ✓ A კლასის 10, 25 და 50 მილილიტრიანი ვოლუმეტრული პიპეტები
- ✓ უჟანგავი ფოლადის ფითხი
- ✓ როდინი და ფილთაქვა
- ✓ სადგარი
- ✓ ბურეტის დამჭერი (ორმაგი)
- ✓ ექსიკატორი

14.7 პროცედურა

- (a) მიამაგრეთ A კლასის 50 მილილიტრიანი ბურეტი ლაბორატორიული მაგნიტური მოსარევის სადგარზე
- (b) აავსეთ ბურეტი 0.01M EDTA-ს სტანდარტული ხსნარით

- (c) 50 მილილიტრიანი კოლბის ან გრადუირებული პიპეტის გამოყენებით ჩაასხით 50 მილილიტრი ნიმუში კონუსურ კოლბაში. აღსანიშნავია, რომ ამ მანიპულაციამდე ნიმუში საგულდაგულოდ უნდა იქნას მორეული მის ბოთლში.
- (d) მოათავსეთ ნიმუში გამწოვ კარადაში და ჩართეთ ექსტრაქტორი. 10 ან 25 მილილიტრიანი გრადუირებული პიპეტის გამოყენებით ნიმუშიან კოლბაში ჩაასხით 2 მილილიტრი ამიაკის ბუფერის ხსნარი, რის შედეგადაც 10 ± 0.1 pH უნდა იქნას მიღებული.
- (e) ფითხის გამოყენებით ნიმუშში ჩაამატეთ ერთი მწიკვი ერიოქრომული შავი T ინდიკატორი (დაახლოებით 0.1 გრამიდან 0.2 გრამამდე). კოლბაში არსებულმა ხსნარმა წითელი ღვინის ფერი უნდა შეიძინოს.
- (f) გატიტრეთ ხსნარი სტანდარტული EDTA-ს გამოყენებით მანამ სანამ წითელი ღვინის ფერი ლურჯ ფერად არ გადაიქცევა. შესაძლებელია 1-2 წვეთი ტიტრირებული ხსნარის დამატებაც იმისთვის რომ ფერის ცვლილება აღარ მოხდეს.
- (g) ტიტრაცია ნიმუშში ინდიკატორის დამატებიდან 5 წუთის მანძილზე უნდა განხორციელდეს, რადგან ბუფერის ხსნარი არასტაბილურია.
- (h) გამოყენებული 0.01M EDTA-ს ოდენობა (მილილიტრებში) = საბოლოო ჩვენებას (მილილიტრებში) – თავდაპირველი ჩვენება (მილილიტრებში)
- (i) თითოეულ ნიმუშთან დაკავშირებით ტიტრირების პროცესი უნდა განხორციელდეს, რისთვისაც (b)-დან (i)-ს ჩათვლით პარაგრაფებში აღწერილი პროცედურა უნდა იქნას გამეორებული.

14.8 კალკულაციები

$$\text{Total Hardness mg / L} = \frac{\text{mL titrant for sample} \times 1000}{\text{mL sample}} \text{ as mg CaCO}_3 / \text{L}$$

სიხისტის საერთო მაჩვენებელი მგ/ლ = ტიტრირებული ხსნარი $\times 1000$ -ზე და გაყოფილი ნიმუშზე როგორც CaCO_3 /ლ

შენიშვნა:

შედეგები მთელ რიცხვებად უნდა დამრგვალდეს და ამ სახით წარმოდგენილი.

14.9 ანალიზის ხარისხის კონტროლი (AQC)

წყლის სიხისტის საერთო რაოდენობის დასადგენად საჭირო სტანდარტული ნიმუში კომერციულად ხელმისაწვდომია.

AQC-ს დამზადება:

პიპეტის გამოყენებით 1000 მგ/ლ საერთო სიხისტის კონცენტრაციის მქონე 100 მილიგრამი სიხისტის საერთო მაჩვენებლის საკონტროლო ხსნარი (ეს ხსნარი კომერციულად ხელმისაწვდომია) 1000 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში ჩაასხით და შესაბამის ნიშნულამდე გააზავეთ (დისტილირებული წყლის გამოყენებით). ამის შედეგად 100 მგ/ლ სიხისტის AQC ხსნარი იქნება მიღებული.

შენიშვნა: AQC სტაბილურობას ერთი თვის მანძილზე ინარჩუნებს.

პიპეტის მეშვეობით გადაიტანეთ ამ ხსნარის 50 მილილიტრი კონუსურ კოლბაში და დაამატეთ 2 მილილიტრი ამიაკის ბუფერის ხსნარი, რის შედეგადაც 10 ± 0.1 pH იქნება მიღებული. ამის შემდეგ დაამატეთ 0.1 გრამიდან 0.2 გრამამდე საერთო სიხისტის ინდიკატორი. ამ ნიმუშის ტიტრაცია დაახლოებით 5 მილილიტრ 0.010M (0.02N) EDTA-ს ხსნარს მოითხოვს.

14.10 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

- ლაბორატორიაში ტრანსპორტირებისას ნიმუში გადასატან მაცივარში (ყინულის კონტეინერში) უნდა იყოს მოთავსებული.
- ნიმუშების შეგროვება სუფთა პოლიეთილენის კონტეინერების გამოყენებით უნდა მოხდეს.
- ნიმუშების გამოკვლევა იმავე დღეს (ნიმუშების შეგროვების დღეს) უნდა მოხდეს.

14.11 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 6059 – 1984 - - წყლის ხარისხი — სიხისტის საერთო მაჩვენებლის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

15.0 EDTA გატიტვრით წყლის კალციური სიხისტის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

15.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 6058 – 1984 - - წყლის ხარისხი — საერთო სიხისტის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

15.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

წყლის სიხისტეს გახსნილი მინერალები იწვევენ, ეს არის ძირითადად ორვალენტიანი კატიონები, მათ შორის კალციუმი (Ca^{2+}), რკინა (Fe^{2+}), სტრონციუმი (Sr^{2+}), თუთია (Zn^{2+}) და მანგანუმი (Mn^{2+}). ჩვეულებრივ, წყალში მნიშვნელოვანი კონცენტრაციებით მხოლოდ კალციუმის და მაგნიუმის იონები არის ხოლმე წარმოდგენილი; სიხისტე კალციუმის და მაგნიუმის მარილების კონცენტრაციაზეა დამოკიდებული, ხშირად ეს მაჩვენებელი სასმელი წყლის ხარისხის საზომადაც გამოიყენება ხოლმე; კალციუმის კარბონატის ხსნადობას pH-ის და გახსნილი ნახშირორჟანგის მაჩვენებლები აკონტროლებენ. CO_2 -ის, HCO_3^- -ის და CO_3^{2-} -ის წონასწორობა მტკნარ წყლებში ბუფერიზაციის მთავარ მექანიზმს წარმოადგენს. კალციუმ კარბონატის მცირე კონცენტრაციას ლითონის მილების კოროზიის შეფერხება შეუძლია (ამ მილების გარშემო გარსის გაკეთების მეშვეობით). რადგან კალციტის დალექვის შედეგად მილები და თბოცვლითი აპარატები შეიძლება დაზიანდეს, საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო წყლებში კალციუმის რაოდენობას ხშირად წყლის დარბილების მეშვეობით აკონტროლებენ (მაგალითად იონური მიმოცვლა, უკუოსმოსი).

15.3 EDTA-ს ტიტრიმეტრიული მეთოდის პრინციპი

როდესაც წყალს (რომელიც სხვა ნივთიერებებთან ერთად კალციუმის და მაგნიუმის იონებს შეიცავს) EDTA-ს (ეთილენდიამინტეტრააცეტატის მჟავა ან მისი მარილები)

ამატებენ, იგი პირველ რიგში კალციუმს უერთდება. კალციუმის დადგენა პირდაპირ EDTA-ს მეშვეობით არის შესაძლებელი, როდესაც pH საკმარისად მაღალ ნიშნულზეა იმისთვის, რომ მაგნიუმი ძირითადად წყალჟანგის სახით დაილექოს; ამ დროს გამოყენებული ინდიკატორი მხოლოდ კალციუმს უერთდება. მურექსიდის ინდიკატორი ფერს იცვლის - იგი ვარდისფრის მაგივრად იისფერი ხდება მას შემდეგ რაც 12-დან 13-მდე pH-ს პირობებში კალციუმის ყველა ნაწილაკი შეჯგუფდება.

15.4 ზეგავლენის წყაროები

ამ ტესტის პირობებში იონების შემდეგი კონცენტრაციები კალციუმის სიხისტის დადგენაზე არავითარ ზეგავლენას არ ახდენენ: Cu^{2+} , 2 მგ/ლ; Fe^{2+} , 20 მგ/ლ; Fe^{3+} , 20 მგ/ლ; Mn^{2+} , 10 მგ/ლ; Zn^{2+} , 5 მგ/ლ; Pb^{2+} , 5 მგ/ლ; Al^{3+} , 5 მგ/ლ; and Sn^{4+} , 5 მგ/ლ. სტრონციუმი და ბარიუმი პოზიტიურ ინტერფერენციას იძლევიან, ხოლო 300 მგ/ლ-ზე მეტ ტუტთანობას ხისტ წყლებში ტესტის საბოლოო წერტილის გამოკვეთას შეიძლება შეუშალოს ხელი.

15.5 რეაქტივები

1) EDTA-ს სტანდარტული ხსნარი, 0.01M

აღნიშნული ხსნარი კომერციალურად ხელმისაწვდომია და მისი ბრენდული დასახელებაა: Zero Standard Solution (Titration Hardness Titrant)

2) მურექსიდის მყარი ფორმის ინდიკატორი

მომზადების მეთოდი:

როდინის და ფილთაქვის გამოყენებით ერთმანეთში კარგად აურიეთ 200 მილიგრამი მყარი მურექსიდი და 100 გრამი მყარი NaCl (რომელიც მანამდე ლუმელში 100°C-ზე 2 საათის მანძილზე უნდა იყოს გამომშრალი) მანამ, სანამ წმინდად დაფუჭულ მასალას არ მიიღებთ. შეინახეთ ეს ნარევი კარგად დასაცობებულ ბოთლში. მასალაში ტენიანობის

შეღწევის თავიდან ასაცილებლად ბოთლი და მისი შიგთავსი ექსიკატორში უნდა იქნას შენახული.

3) კალციუმის სიხისტის სტანდარტული ხსნარი, (500 მგ/ლ კალციუმის სიხისტე)

ეს ხსნარი კომერციულად ხელმისაწვდომია.

4. მყარი ფორმის ნატრიუმის ქლორიდი

კომერციულად ხელმისაწვდომია.

15.6 საჭირო აღჭურვილობა

- ✓ კონუსური კოლბა
- ✓ A კლასის 50 მილილიტრიანი ბურეტი
- ✓ A კლასის 1000 მილილიტრიანი ვოლუმეტრული კოლბა
- ✓ A ან AS კლასის 10, 25 და 50 მილილიტრიანი ვოლუმეტრული პიპეტები
- ✓ უქანგავი ფოლადის ფითხი
- ✓ როდინი და ფილთაქვა
- ✓ სადგარი
- ✓ ბურეტის დამჭერი (ორმაგი)
- ✓ ექსიკატორი
- ✓ პიპეტის შიგთავსი

15.7 პროცედურა

- 1) მიამაგრეთ A კლასის 50 მილილიტრიანი ბურეტი ლაბორატორიული მაგნიტური მოსარევის სადგარზე
- 2) აავსეთ ბურეტი 0.01M (0.02N) EDTA-ს სტანდარტული ხსნარით
- 3) მენისკის უკან ბნელი ფონის დაყენებით შეამოწმეთ და ჩაინიშნეთ ბურეტის თავდაპირველი ჩვენება

- 4) 50 მილილიტრიანი კოლბის ან გრადუირებული პიპეტის გამოყენებით ჩაასხით 50 მილილიტრი ნიმუში კონუსურ კოლბაში. აღსანიშნავია, რომ ამ მანიპულაციამდე ნიმუში საგულდაგულოდ უნდა იქნას მორეული მის ბოთლში.
- 5) 10 ან 25 მილილიტრიანი გრადუირებული პიპეტის გამოყენებით ნიმუშიან კოლბაში ჩაამატეთ 2 მილილიტრი 1N NaOH რის შედეგადაც მივიღებთ 12-დან 13-მდე pH-ს
- 6) ფითხის გამოყენებით ნიმუშში ჩაამატეთ ერთი მწიკვი მურექსიდის ინდიკატორი (დაახლოებით 0.1 გრამიდან 0.2 გრამამდე). კოლბაში არსებულმა ხსნარმა ვარდისფერი ფერი უნდა შეიძინოს.
- 7) გატიტრეთ ხსნარი სტანდარტული EDTA-ს გამოყენებით მანამ სანამ ვარდისფერი ფერი იისფრად არ გადაიქცევა. შესაძლებელია 1-2 წვეთი ტიტრირებული ხსნარის დამატებაც იმისთვის რომ ფერის ცვლილება აღარ მოხდეს.
- 8) ტიტრაცია ნიმუშში ინდიკატორის დამატებიდან 5 წუთის მანძილზე უნდა განხორციელდეს, რადგან ეს უკანასკნელი არასტაბილურია ტუტოვან პირობებში.
- 9) მენისკის უკან ბნელი ფონის დაყენებით შეამოწმეთ და ჩაინიშნეთ ბურეტის საბოლოო ჩვენება.
- 10) გამოყენებული 0.01M EDTA-ს ოდენობა (მილილიტრებში) = საბოლოო ჩვენებას (მილილიტრებში) – თავდაპირველი ჩვენება (მილილიტრებში)
- 11) თითოეულ ნიმუშთან დაკავშირებით ტიტრირების პროცესი უნდა განხორციელდეს, რისთვისაც (1)-დან (9)-ს ჩათვლით პარაგრაფებში აღწერილი პროცედურა უნდა იქნას გამეორებული.

15.8 გამოთვლები

$$Ca \text{ mg / L} = \frac{mL \text{ titrant for sample} \times 400.8}{mL \text{ sample}}$$

$$Ca \text{ Hardness mg / L} = \frac{mL \text{ titrant for sample} \times 1000}{mL \text{ sample}} \text{ as mg } CaCO_3 / L$$

კალციუმი (მგ/ლ) = ნიმუშის ტიტრირებული ხსნარი (მილილიტრებში) გამრავლებული 400.8-ზე და გაყოფილი ნიმუშის ოდენობაზე (მილილიტრებში)

კალციუმის სიხისტე (მგ/ლ) = ნიმუშის ტიტრირებული ხსნარი (მილილიტრებში) გამრავლებული 1000-ზე და გაყოფილი ნიმუშის ოდენობაზე (მილილიტრებში) როგორც $CaCO_3$ /ლ

შენიშვნა:

შედეგები მთელ რიცხვებად უნდა დამრგვალდეს და ამ სახით უნდა იყოს წარმოდგენილი.

15.9 ანალიზის ხარისხის კონტროლი (AQC)

კალციუმის სიხისტის დასადგენად საჭირო სტანდარტული ნიმუში კომერციულად ხელმისაწვდომია.

AQC-ს მომზადება:

პიპეტის გამოყენებით 1000 მგ/ლ კალციუმის სიხისტის კონცენტრაციის მქონე 500 მგ/ლ კალციუმის სიხისტის მაჩვენებლის საკონტროლო ხსნარი (ეს ხსნარი კომერციულად ხელმისაწვდომია და იგი ბოთლში წინასწარ უნდა იყოს შენჯღრეული) 1000 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში ჩაასხით და შესაბამის ნიშნულამდე გააზავეთ (დისტილირებული წყლის გამოყენებით). ამის შედეგად 50 მგ/ლ კალციუმის სიხისტის AQC ხსნარი იქნება მიღებული.

შენიშვნა: AQC სტაბილურობას ერთი თვის მანძილზე ინარჩუნებს.

პიპეტის მეშვეობით გადაიტანეთ ამ ხსნარის 50 მილილიტრი კონუსურ კოლბაში და დაამატეთ 2 მილილიტრი 1.0N ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი, რომელსაც კალციუმის სიხისტის ინდიკატორი უნდა მოჰყვეს. ამ ნიმუშის ტიტრაცია დაახლოებით 2.5 მილილიტრ 0.010M EDTA-ს ხსნარს მოითხოვს.

15.10 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

- ლაბორატორიაში ტრანსპორტირებისას ნიმუში გადასატან მაცივარში (ყინულის კონტეინერში) უნდა იყოს მოთავსებული.
- ნიმუშების შეგროვება სუფთა პოლიეთილენის კონტეინერების გამოყენებით უნდა მოხდეს.
- თუ ტესტი ნიმუშის აღებიდან 48 საათის განმავლობაში ჩატარდა მაშინ მჟავის გამოყენებით მისი კონსერვირება საჭირო არაა. ნიმუშები 4°C-ზე მაცივარში უნდა ინახებოდეს, ანალიზამდე მაცივრიდან გამოღებული ნიმუშების ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

15.11 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა

- ISO 6058 – 1984 - წყლის ხარისხი — კალციუმის სიხისტის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

16.0 გამოთვლის მეშვეობით წყლის მაგნიუმის სიხისტის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

16.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 6058 – 1984 -წყლის ხარისხი — მაგნიუმის სიხისტის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

16.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

მაგნიუმი (Mg) ქიმიურ ელემენტთა პერიოდული სისტემის IIA ჯგუფის მეორე ელემენტია. წყალშემცველ ხსნარებში მაგნიუმი ძირითადად Mg^{2+} (aq)-ის სახით არის ხოლმე წარმოდგენილი. მისი ატომური რიცხვია 12, ატომური წონა 24.30 ხოლო ვალენტობა კი 2. მაგნიუმის კარბონატული წონასწორობის რეაქციები უფრო რთულია ვიდრე კალციუმის და ბუნებრივ წყლებში დოლომიტის პირდაპირი დალექვის პირობები იშვიათად იქმნება. ქიმიური შერბილება, უკუოსმოსი ან იონური მიმოცვლა მაგნიუმს და მასთან დაკავშირებულ სიხისტეს დასაშვებ დონემდე ამცირებს.

16.3 გამოთვლის მეთოდის პრინციპი

მაგნიუმის სიხისტე სიხისტის საერთო მაჩვენებელსა და კალციუმის სიხისტის მაჩვენებელს შორის განსხვავების ტოლფასია.

16.4 ზეგავლენის წყაროები

ამ ტესტის პირობებში იონების შემდეგი კონცენტრაციები კალციუმის სიხისტის დადგენაზე არავითარ ზეგავლენას არ ახდენენ: Cu^{2+} , 2 მგ/ლ; Fe^{2+} , 20 მგ/ლ; Fe^{3+} , 20 მგ/ლ; Mn^{2+} , 10 მგ/ლ; Zn^{2+} , 5 მგ/ლ; Pb^{2+} , 5 მგ/ლ; Al^{3+} , 5 მგ/ლ; და Sn^{4+} , 5 მგ/ლ. სტრონციუმი და ბარიუმი პოზიტიურ ინტერფერენციას იძლევიან, ხოლო 300 მგ/ლ-ზე მეტ ტუტთანობას ხისტ წყლებში ტესტის საბოლოო წერტილის გამოკვეთას შეიძლება შეუშალოს ხელი.

16.5 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

- ლაბორატორიაში ტრანსპორტირებისას ნიმუში გადასატან მაცივარში (ყინულის კონტეინერში) უნდა იყოს მოთავსებული.
- ნიმუშების შეგროვება სუფთა პოლიეთილენის კონტეინერების გამოყენებით უნდა მოხდეს.

16.6 კალკულაცია:

მაგნიუმის სიხისტე როგორც CaCO_3 (მგ/ლ) = სიხისტის საერთო მაჩვენებელი როგორც CaCO_3 (მგ/ლ) – კალციუმის სიხისტე როგორც CaCO_3 (მგ/ლ)

16.7 ლიტერატურა

- <http://faculty.rmu.edu/~short/chem3550-references/vernier-labs/Test14.TotalHardness.pdf>
- ISO 6058 – 1984 -წყლის ხარისხი — წყლის მაგნიუმის სიხისტის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

17.0 გამოთვლის მეშვეობით კალციუმის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

17.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 6058 – 1984 -წყლის ხარისხი — მაგნიუმის სიხისტის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

17.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

კალციუმი (Ca) ქიმიურ ელემენტია პერიოდული სისტემის IIA ჯგუფის მესამე ელემენტია. მისი ატომური რიცხვია 20, ატომური წონა 40.08 ხოლო ვალენტობა კი 2. დედამიწის ქერქში კალციუმის საშუალო გავრცელებულობა 4.9%-ს შეადგენს; ნიადაგში კალციუმის გავრცელებულობა 0.07-1.7%-ს, მდინარეებში დაახლოებით 15 მგ/ლ-ს, ხოლო მიწისქვეშა წყლებში მისი გავრცელებულობა 1-დან >500 მგ/ლ-მდე მერყეობს. კალციუმის ყველაზე გავრცელებული ფორმებია კალციუმის კარბონატი (კალციტი) და კალციუმ-მაგნიუმის კარბონატი (დოლომიტი). კალციუმის ნაერთები ფართოდ გამოიყენება ფარმაცევტიკაში, ფოტოგრაფიაში, კირის წარმოებაში, ანტიშემომყინავ მარილებში, პიგმენტებში, სასუქებში და თაბაშირებში. კალციუმი მცენარეების და ცხოველების კვების აუცილებელ კომპონენტს წარმოადგენს; გარდა ამისა, ეს ელემენტი ძვლების, ნაჭუჭების/ნიჟარების და მცენარეების სტრუქტურების არსებითი კომპონენტიცაა. წყლებში კალციუმის არსებობა წყლის ნაკადების კირის, დოლომიტის, თაბაშირის საბადოების და თაბაშირშემცველი შელფების თავზე გავლით არის განპირობებული.

17.3 გამოთვლის მეთოდის პრინციპი

კალციუმის ოდენობის გამოთვლა შემდეგი განტოლების მეშვეობით არის შესაძლებელი: კალციუმის კარბონატი (CaCO_3) გამრავლებული 0.4-ზე. ეს მეთოდი წყლებთან და ჩამდინარე წყლებთან მიმართებით შეიძლება იქნას გამოყენებული.

17.4 ზეგავლენის წყაროები

ამ ტესტის პირობებში იონების შემდეგი კონცენტრაციები კალციუმის სიხისტის დადგენაზე არავითარ ზეგავლენას არ ახდენენ: Cu^{2+} , 2 მგ/ლ; Fe^{2+} , 20 მგ/ლ; Fe^{3+} , 20 მგ/ლ; Mn^{2+} , 10 მგ/ლ; Zn^{2+} , 5 მგ/ლ; Pb^{2+} , 5 მგ/ლ; Al^{3+} , 5 მგ/ლ; და Sn^{4+} , 5 მგ/ლ. სტრონციუმი და ბარიუმი პოზიტიურ ინტერფერენციას იძლევიან, ხოლო 300 მგ/ლ-ზე მეტ ტუტთანობას ხისტ წყლებში ტესტის საბოლოო წერტილის გამოკვეთას შეიძლება შეუშალოს ხელი.

17.5 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

- ლაბორატორიაში ტრანსპორტირებისას ნიმუში გადასატან მაცივარში (ყინულის კონტეინერში) უნდა იყოს მოთავსებული.
- ნიმუშების შეგროვება სუფთა პოლიეთილენის კონტეინერების გამოყენებით უნდა მოხდეს.
- თუ ტესტი ნიმუშის აღებიდან 48 საათის განმავლობაში ჩატარდა მაშინ მჟავის გამოყენებით მისი კონსერვირება საჭირო არაა. ნიმუშები 4°C -ზე მაცივარში უნდა ინახებოდეს, ანალიზამდე მაცივრიდან გამოღებული ნიმუშების ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

17.6 კალკულაცია

მაგნიუმი $\text{Ca/L} = \text{კალციუმის სიხისტი (როგორც მაგნიუმი } \text{CaCO}_3/\text{ლ}) \times 0.4$

17.7 ლიტერატურა

- <http://nitttrc.ac.in/Four%20quadrant/eel/Quadrant%20-%201/exp6>
- ISO 6058 – 1984 -წყლის ხარისხი — მაგნიუმის სიხისტის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

18.0 გამოთვლის მეშვეობით მაგნიუმის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

18.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 6058 – 1984 -წყლის ხარისხი — მაგნიუმის სიხისტის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

18.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

მაგნიუმი (Mg) ქიმიურ ელემენტთა პერიოდული სისტემის IIA ჯგუფის მესამე ელემენტია. დედამიწის ქერქში მაგნიუმის საშუალო გავრცელებულობა 2.1%-ს შეადგენს; ნიადაგში მაგნიუმის გავრცელებულობა 0.03-0.84%-ს, მდინარეებში დაახლოებით 4 მგ/ლ-ს, ხოლო მიწისქვეშა წყლებში მისი გავრცელებულობა >500 მგ/ლ-ს შეადგენს. მაგნიუმი ძირითადად მაგნეტიტის და დოლომიტის მინერალებში გვხვდება. მაგნიუმის ყველაზე გავრცელებული წყლოვანი ნაირსახეობაა Mg^{2+} . მაგნიუმის მარილები, რომლებსაც წყლის სიხისტეში მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვთ, გაცხელებისას იშლებიან და ბოილერებში ქერცლს წარმოქმნიან. ქიმიური შერბილება, უკუოსმოსი ან იონური მიმოცვლა მაგნიუმს და მასთან დაკავშირებულ სიხისტეს ამცირებს. მაგნიუმი ქლოროფილის და სისხლის წითელი უჯრედების მნიშვნელოვანი

ელემენტია. მაგნიუმის ზოგიერთი მარილი ტოქსიკურია და მათი ჭამა ან შესუნთქვა დაუშვებელია. მაგნიუმის 125 მგ/ლ-ზე მეტ კონცენტრაციას საფაღარათო და შარდმდენი ეფექტი გააჩნია.

18.3 გამოთვლის მეთოდის პრინციპი

მაგნიუმი უდრის წყლის სიხისტესა და კალციუმს (როგორც კალციუმის კარბონატს (CaCO_3)) შორის განსხვავებას თუ კალციუმის ტიტრაციის პროცესში ზეგავლენის მომხდენი ლითონები უმნიშვნელო კონცენტრაციებით არიან წარმოდგენილი და სიხისტის ტიტრაციაში შესაბამისი ინჰიბიტორები გამოიყენება. ეს მეთოდი წყლებთან და ჩამდინარე წყლებთან მიმართებით შეიძლება იქნას გამოყენებული.

18.4 ზეგავლენის წყაროები

ამ ტესტის პირობებში იონების შემდეგი კონცენტრაციები კალციუმის სიხისტის დადგენაზე არავითარ ზეგავლენას არ ახდენენ: Cu^{2+} , 2 მგ/ლ; Fe^{2+} , 20 მგ/ლ; Fe^{3+} , 20 მგ/ლ; Mn^{2+} , 10 მგ/ლ; Zn^{2+} , 5 მგ/ლ; Pb^{2+} , 5 მგ/ლ; Al^{3+} , 5 მგ/ლ; და Sn^{4+} , 5 მგ/ლ. სტრონციუმი და ბარიუმი პოზიტიურ ინტერფერენციას იძლევიან, ხოლო 300 მგ/ლ-ზე მეტ ტუტთანობას ხისტ წყლებში ტესტის საბოლოო წერტილის გამოკვეთას შეიძლება შეუშალოს ხელი.

18.5 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

- ლაბორატორიაში ტრანსპორტირებისას ნიმუში გადასატან მაცივარში (ყინულის კონტეინერში) უნდა იყოს მოთავსებული.
- ნიმუშების შეგროვება სუფთა პოლიეთილენის კონტეინერების გამოყენებით უნდა მოხდეს.
- თუ ტესტი ნიმუშის აღებიდან 48 საათის განმავლობაში ჩატარდა მაშინ მჟავის გამოყენებით მისი კონსერვირება საჭირო არაა. ნიმუშები 4°C -ზე მაცივარში

უნდა ინახებოდეს, ანალიზამდე მაცივრიდან გამოღებული ნიმუშების ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

18.6 CALCULATION:

მაგნიუმი (მგ/ლ) = [სიხისტის საერთო მაჩვენებელი (როგორც მაგნიუმი CaCO_3 /ლ) – კალციუმის სიხისტე (როგორც მაგნიუმი CaCO_3 /ლ)] x 0.243

18.7 ლიტერატურა

- <http://nitttrc.ac.in/Four%20quadrant/eel/Quadrant%20-%201/exp6>
- ISO 6058 – 1984 -წყლის ხარისხი — მაგნიუმის სიხისტის დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

19.0 მინაბოჭკოს ფილტრებში ფილტრაციის მეშვეობით წყალში შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

19.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 11923: 1997 - წყლის ხარისხი - მინაბოჭკოს ფილტრებში ფილტრაციის მეშვეობით წყალში შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

19.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

ეს მეთოდი ნედლ წყლებში და ჩამდინარე წყლებში მინაბოჭკოს ფილტრებში გაფილტვრის მეშვეობით შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის დადგენისთვის გამოიყენება.

ამ მეთოდით ზემოთხსენებული მაჩვენებლის დადგენის პროცესის ქვედა ზღვარი დაახლოებით 2 მგ/ლ-ს შეადგენს. ამ მეთოდის ფარგლებში ზედა ზღვარი განსაზღვრული არ არის.

19.3 პრინციპი

ვაკუუმური ან წნევის ფილტრაციის აპარატის გამოყენებით ნიმუში მინაბოჭკოს ფილტრში იფილტრება. ამის შემდეგ ფილტრი 105°C-ზე შრება და მასზე დარჩენილი ნივთიერების მასა იწონება.

19.4 ზეგავლენის წყაროები

მოტივტივე ზეთებს და შეურევად ორგანულ სითხეებს ზემოთხსენებული მაჩვენებლის დადგენის პროცესზე ზეგავლენის მოხდენა შეუძლიათ. ისეთი ნიმუშები, რომლებიც დაახლოებით 1000 მგ/ლ-ზე მეტ შეტივტივებულ მყარ ნაწილაკებს შეიცავენ, შესაძლოა სპეციალურ მოპყრობას საჭიროებდნენ.

19.5 რეაქტივები

1) მიკროკრისტალის ცელულოზას ეტალონური სუსპენზია, $\rho = 500$ მგ/ლ

- აწონეთ 0.500 გრამი (მანამდე ღუმელში გამშრალი) მიკროკრისტალის ცელულოზა ($C_6H_{10}O_5$) (ისეთი თანრიგის ცელულოზა, რომელიც თხელფენოვან ქრომატოგრაფიაში (TLC) გამოიყენება), გადაიტანეთ იგი 1000 მილილიტრიან ჭურჭელში და 1000 მილილიტრამდე გააზავეთ დისტილირებული წყლით
- აღნიშნული რეაქტივი 3 თვის მანძილზე ინარჩუნებს სტაბილურობას.
- გამოყენებამდე კარგად შეანჯღრიეთ სუსპენზია.

2) ცელულოზას სამუშაო სუსპენზია, $\rho = 50$ მგ/ლ

- შეანჯღრიეთ სუსპენზია მანამ, სანამ იგი სრულად ერთგვაროვანი არ გახდება.
- პიპეტის გამოყენებით დაუყოვნებლივ გადაიტანეთ 50 მილილიტრი 500 მილილიტრიან ვოლუმენტრულ კოლბაში და 500 მილილიტრამდე გააზავეთ დისტილირებული წყლით.
- ყოველდღიურად ახალი სუსპენზია უნდა მომზადდეს
- გამოყენებამდე კარგად შეანჯღრიეთ

19.6 საჭირო აპარატურა

- ✓ ვაკუუმური ან წნევის ფილტრაციის აღჭურვილობა, რომელსაც შესაბამისი ფილტრები უნდა მოჰყვებოდეს
- ✓ ბორისმჟავის მინაბოჭკოს ფილტრები, რომლებიც არ შეიცავენ შემკვრელ ნივთიერებებს. ფილტრები უნდა იყოს მრგვალი და მათი დიამეტრი გამფილტრავი მოწყობილობის შესაბამისი უნდა იყოს. აუცილებელია, რომ ფილტრების გამოყენების შედეგად მასალის დანაკარგი 0.3 მილიგრამზე ნაკლები იყოს (თითო ფილტრში)
- ✓ გასაშრობი ღუმელი, რომელსაც $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის შენარჩუნება შეუძლია
- ✓ ანალიზური სასწორი, რომელსაც მასალის მინიმუმ 0.1 მილიგრამის სიზუსტით აწონვა შეუძლია
- ✓ შესაბამისი ზედაპირის მქონე სადგარი, რომელზეც საშრობ ღუმელში მოთავსებული ფილტრები უნდა დამაგრდეს.
- ✓ ფილტრების დასაჭერად საჭირო ბრტყელ-ბოლოებიანი პინცეტი.

19.7 პროცედურა

- მოათავსეთ თითოეული ფურცელი შესაბამის ალუმინის სასწორის პინაზე 104°C -იან ღუმელში (1 საათის მანძილზე). გააგრძელეთ ფილტრი და პინა

ექსიკატორში და მიიღეთ მუდმივი წონა გაშრობის პროცესის გამეორებით, ამის შემდეგ დაელოდეთ სანამ ნიმუშების ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას გაუტოლდება.

- წყალში გახსნილი შემადგენელი ნაწილების მოსაშორებლად საჭიროა ფილტრების წინასწარ გარეცხვა. ცალ-ცალკე ან რამდენიმე ფილტრი (10-ზე ნაკლები) წინასწარ ირეცხება 150 მილილიტრი დისტილირებული წყლის ამ ფილტრებში გატარებით და შემდეგ 105°C -ზე 1 საათის მანძილზე გაშრობით.
- დაელოდეთ სანამ ფილტრი სასწორის გარშემო არსებულ ჰაერის ტემპერატურას გაუტოლდება და უახლოეს 0.1 მილიგრამამდე აწონეთ.
- მოათავსეთ ფილტრი გამფილტრავი მოწყობილობის ძაბრში ისე რომ მისი გლუვი მხარე ქვემოთ იყოს მოქცეული და მიაერთეთ მოწყობილობა ვაკუუმის ან წნევის ხაზთან.
- ენერგიულად შეანჯღრიეთ ნიმუშიანი ბოთლი და საზომი ცილინდრის მეშვეობით დაუყოვნებლივ გადაიტანეთ ამ ნიმუშის 100 მილილიტრი (ან სხვა შესაბამისი ოდენობა) საფილტრაციო მოწყობილობაში და მინაბოჭკოს ფილტრზე.
- გაავლეთ ცილინდრი დაახლოებით 20 მილილიტრ დისტილირებულ წყალში. გაავლეთ ძაბრის მხარე დისტილირებულ წყალში.
- თუ ნიმუშები 1000 -ზე მეტ გახსნილ მყარ ნაწილაკს შეიცავენ, გაიმეორეთ ფილტრის რეცხვის პროცედურა 50 მილილიტრი დისტილირებული წყლის 3 პორციის გამოყენებით.
- გამორთეთ ვაკუუმი (ან წნევა) როდესაც ფილტრი თითქმის მშრალი იქნება. ბრტყელ-ბოლოებიანი პინცეტის მეშვეობით ფრთხილად ამოიღეთ ფილტრი ძაბრიდან.
- მოათავსეთ ფილტრი ღუმელში არსებულ გასაშრობ სადგარზე და $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე $1-2$ საათის მანძილზე გააშრეთ.
- გამოიღეთ ფილტრი ღუმელიდან, დაელოდეთ სანამ მისი ტემპერატურა სასწორის გარშემო არსებული ჰაერის ტემპერატურას გაუტოლდება და აწონეთ როგორც ადრე.

19.8 ანალიზის ხარისხის კონტროლი (AQC)

გაიმეორეთ ზემოთხსენებული პროცედურა ნიმუშის მაგივრად 200 მილილიტრი სამუშაო ეტალონური სუსპენზიის გამოყენებით. აღდგენის მაჩვენებელი დაახლოებით 90%-დან 110%-მდე მერყეობს.

19.9 კალკულაცია:

შემდეგი განტოლების გამოყენებით გამოითვალეთ შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების შემადგენლობა (ρ) მილიგრამ/ლიტრებში:

შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაცია (მგ/ლ) = $1000 (B - A) / V$

სადაც:

B არის ფილტრის მასა ფილტრაციის შემდეგ (მილიგრამებში)

A არის ფილტრის მასა ფილტრაციამდე (მილიგრამებში)

V გამოყენებული ნიმუშის მოცულობა (მილიგრამებში)

2 მგ/ლ-ზე დაბალი შედეგები წარმოდგენილი უნდა იყოს როგორც “2 მგ/ლ-ზე დაბალი“, ხოლო სხვა შედეგები მილიგრამ/ლიტრებში ორ მნიშვნელოვან ციფრამდე (significant figure).

19.10 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა

- სასურველია რომ ნიმუშების შეგროვება არაგამჭვირვალე კონტეინერების გამოყენებით მოხდეს. მოერიდეთ ბოთლების ბოლომდე გავსებას, რათა შენჯღრევის მეშვეობით ნიმუშის კარგად შერევა იყოს შესაძლებელი.
- ლაბორატორიამდე ტრანსპორტირების დროს ნიმუშები ყინულის კონტეინერში (გადასატან მაცივარში) უნდა ინახებოდეს.
- ნიმუშის ანალიზი რაც შეიძლება სწრაფად ან მისი აღებიდან მაქსიმუმ 4 საათში უნდა მოხდეს.

- თუ ნიმუშის 4 საათში გამოკვლევა შეუძლებელია, იგი მაცივარში 8°C-ზე ნაკლებ ტემპერატურაზე, სიბნელეში უნდა შევინახოთ.
- თუ ანალიზი ნიმუშის აღებიდან 4 საათის შემდეგ ჩატარდა, ეს გარემოება და ასევე შენახვის პირობები მითითებული უნდა იქნას შესაბამის ანგარიშში.

19.11 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 11923 პირველი გამოცემა, 1997 - წყლის ხარისხი - მინაბოჭკოს ფილტრებში ფილტრაციის მეშვეობით წყალში შეტივტივებული მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

20.0 ალური (ემისიური) ფოტომეტრიის მეშვეობით ნატრიუმის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

20.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 9964- პირველი გამოცემა 1993 – წყლის ხარისხი - ნატრიუმის და კალიუმის მაჩვენებლების დადგენა - ნაწილი 3: ნატრიუმის და კალიუმის მაჩვენებლების დადგენა ალის ემისიის ფოტომეტრიის მეშვეობით
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

20.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

ბუნებრივ წყლებში კალიუმი მინერალების დაშლის, ხრწნადი მცენარეული მასალებისა და სოფლის მეურნეობის ჩამონადენისგან წარმოიქმნება. წინამდებარე სტანდარტული მეთოდი ნედლი და სასმელი წყლის ანალიზისთვის გამოიყენება.

აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება წყლის ნიმუშებისთვის, რომელშიც ნატრიუმის მასის კონცენტრაცია 5-დან 50-მდე მგ/ლ-ს შეადგენს. გაზავების კოეფიციენტების შერჩევის შემთხვევაში ეს დიაპაზონი შეიძლება გაიზარდოს ან შემცირდეს.

20.3 ალური ფოტომეტრიის მეთოდის პრინციპი

ნატრიუმის მიკროსკოპიულად მცირე ნარჩენების ოდენობის დადგენა ალური ფოტომეტრიის მეთოდით 766.5 ნანომეტრის სიგრძის ტალღაზე შესაძლებელია. ნატრიუმი წყალში ნატრიუმის იონების სახით არსებობს. როდესაც ნიმუში ალად იქცევა, იგი ორთქლდება და რჩება მყარი ნარჩენი, რომელიც შემდეგ ატომურ სახეობებად იყოფა. ალის ენერგიას ატომების აღზნება და მათი ელექტრონების ენერგიის უფრო მაღალ დონეზე აყვანა შეუძლია.

როდესაც აღნიშნული ელექტრონები თავიანთ ძირითად მდგომარეობას უბრუნდებიან, ისინი ამ აღზნების ენერგიას კარგავენ და სინათლეს გამოსცემენ. ოპტიკური ფილტრის მეშვეობით სხვა ტალღის სიგრძეებიდან საჭირო ტალღის სიგრძის (რომელიც ნატრიუმის აღზნებული ატომების მიერ გამოცემულ სინათლეს შეესაბამებია (როდესაც ეს ატომები საკუთარ ძირითად მდგომარეობას უბრუნდებიან)) იზოლირება არის შესაძლებელი, ხოლო გამოცემული შუქის რაოდენობის აღმოჩენა შესაბამისი ფოტო-დეტექტორის გამოყენებითაა შესაძლებელი. გამოცემული სინათლის ინტენსივობა ალში არსებული ნატრიუმის ატომების რაოდენობის და შესაბამისად ნიმუშის ხსნარში ლითონების იონების კონცენტრაციის პროპორციულია, ანუ რაც უფრო ძლიერია სინათლის ინტენსივობა, მითო უფრო მაღალია ნატრიუმის იონების კონცენტრაცია.

ფოტო-დეტექტორის ელექტრო სიგნალი ძლიერდება და ეკრანზე ციფრების სახით გამოისახება.

20.4 ზეგავლენის წყაროები

ტესტირების პროცესზე ზეგავლენას ადგილი იმ შემთხვევაში შეიძლება ჰქონდეს თუ ნიმუშში კალიუმის და ნატრიუმის თანაფარდობა 5:1-ზე ან უფრო მეტია.

კალციუმს ტესტირების პროცესზე ზეგავლენის მოხდენა იმ შემთხვევაში შეუძლია თუ კალციუმის და ნატრიუმის თანაფარდობა 10:1-ზე ან მეტია.

მაგნიუმი ტესტირების პროცესზე ზეგავლენას მაშინ ახდენს თუ მაგნიუმის და ნატრიუმის თანაფარდობა 100:1-ს სცილდება.

თუ არსებობს იმის ეჭვი, რომ ნიმუშში კალციუმის ან მაგნიუმის მაღალი კონცენტრაციებია, ნატრიუმის ტესტის ჩატარებამდე, კალციუმის ან მაგნიუმის მაჩვენებლების დასადგენად კალციუმის და/ან საერთო სიხისტის ტესტის ჩატარება შეიძლება. თუმცა, სასმელ წყალში მაგნიუმის ასეთი მაღალი მაჩვენებლები ჯერ არასდროს არ დაფიქსირებულა.

ზეგავლენის ფაქტორების მინიმიზაცია შემდეგი ნაბიჯების გადადგმითაა შესაძლებელი:

- ყველაზე დაბალი შესაძლო კონცენტრაციებით ოპერირება.
- განახორციელოთ სტანდარტების და ნიმუშების მატრიცაზე მისადაგება (matrix-matching), რისთვისაც ნიმუშში არსებული ტესტირებაში ჩამრევი ნივთიერებების იდენტური ოდენობების კალიბრაციის სტანდარტში ჩამატება უნდა მოხდეს.
- ნიმუშიდან ისეთი ნაწილაკებიანი მასალა უნდა იქნას მოშორებული, რომელიც სანთურას ჭედავს, ეს პროცესი ფილტრაციის მეშვეობით ხორციელდება (საშუალო შეკავების უნარის მქონე ქაღალდის ფილტრის გამოყენებით).

20.5 რეაქტივები

- ✓ მარილმჟავა, $c(\text{HCl}) = 11$ მოლი/ლ
- ✓ აზოტის მჟავა, $c(\text{HNO}_3) = 16$ მოლი/ლ
- ✓ ცეზიუმის ქლორიდის, (CsCl) ხსნარი

გახსენით 25 გრამი ცეზიუმის ქლორიდი 50 მილილიტრ მარილმჟავას ხსნარში და 450 მილილიტრ წყალში და გააზავეთ 1000 მილილიტრამდე ვოლუმეტრულ კოლბაში.

1 ლიტრი = 20 გრამ ცეზიუმს.

✓ ნატრიუმის ძირითადი ხსნარი

გახსენით 2.542+ 0.005 გრამი სოდიუმის ქლორიდი (რომელიც მანამდე 1 საათის განმავლობაში 140+10°C-ზე შრებოდა) დისტილირებულ წყალში 1000 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში და მიიყვანეთ შესაბამის ნიშნულამდე.

პოლიეთილენის ბოთლებში ეს ხსნარი 6 თვის მანძილზე ინარჩუნებს სტაბილურობას.

1 ლიტრი = 1000 მილიგრამ ნატრიუმს

შესაძლებელია კომერციულად ხელმისაწვდომი ხსნარის შეძენა.

✓ ნატრიუმი, სტანდარტული ხსნარი

პიპეტის მეშვეობით სტანდარტული ხსნარის 10 მილიგრამი 1000 მილიგრამიან ვოლუმეტრულ კოლბაში გადაიტანეთ და მიიყვანეთ შესაბამის ნიშნულამდე.

ხსნარი საჭიროებისამებრ უნდა დამზადდეს (ანუ ის მუდმივად ახალდამზადებული უნდა იყოს).

ამ ხსნარის 1 მილილიტრი = ნატრიუმის 10 μg -ს

შენიშვნა:

- ხარისხის კონტროლისთვის (მზა ან ლაბორატორიაში მომზადებული) AQC-ის სტანდარტული ხსნარები შეიძლება იქნას გამოყენებული. გამოყენებული სტანდარტული კონცენტრაციები ინსტრუმენტის დაკალიბრებულ დიაპაზონს არ უნდა სცილდებოდეს. საკალიბრაციო და AQC-ს სტანდარტული ხსნარები თავდაპირველი სტანდარტული ხსნარისგან მზადდება. საკალიბრაციო და AQC-ს სტანდარტული ხსნარები მაქსიმუმ 2 თვემდე ინარჩუნებენ სტაბილურობას.

შენიშვნა:

- ხსნარები პირდაპირი მზის შუქისგან მოშორებით, გრილ ადგილას (25°C-ზე ნაკლებ ტემპერატურაზე) და აორთქლების და ფერის დაკარგვის თავიდან ასაცილებლად ჰაერგაუმტარ პლასტმასის კონტეინერებში უნდა ინახებოდეს. ნიმუშის შემცველი ყველა კონტეინერი შესაბამისი წესით უნდა იყოს მარკირებული:

პარტიის ნომერი:

კონცენტრაცია:

დამზადების თარიღი:

დამზადებულია:

ვადა:

20.6 აღჭურვილობა

- ✓ ალური ფოტომეტრი

20.7 აღჭურვილობის გამოყენება

მიჰყევით ინსტრუმენტის მწარმოებლის ინსტრუქციებს

20.8 პროცედურა:

ზოგადი პროცედურა

ქვემოთ მოცემული ეტაპები უნდა იქნას გავლილი:-

1. ალური ფოტომეტრის კალიბრაცია მწარმოებლის ინსტრუქციების მიხედვით
2. გაზომვის განხორციელება მწარმოებლის ინსტრუქციების მიხედვით

შენიშვნა: ნიმუშების თითოეულ პარტიასთან ორი AQC ნიმუში შეიძლება იქნას შედარებული (ერთი როგორც პირველი ნიმუში, ხოლო მეორე როგორც ბოლო ნიმუში). თუ შედეგი მოსალოდნელ სიდიდეს შეესაბამება მაშინ ეს პარტია მიღებული იქნება;

სხვა შემთხვევაში, მთელი პროცესი თავიდან უნდა გამეორდეს. იმ შემთხვევაში თუ შედეგები კვლავ არასწორი იქნება, ახალი სტანდარტული ხსნარების და AQC-ების მომზადება გახდება საჭირო.

3. ყველა მიღებული შედეგის აღრიცხვა

20.9 AQC-ს და საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარების მომზადებისას მისაღები უსაფრთხოების ზომები

- გარეცხეთ ყველა მინის და პლასტმასის ჭურჭელი მჟავის გამოყენებით.
- გაავლეთ დეიონიზირებულ/ორმაგად დისტილირებულ წყალში.
- დაელოდეთ ჭურჭლის გაშრობას. სასურველია რომ გაშრობის პროცესი ღუმელში ტარდებოდეს (პლასტმასის ჭურჭლის გარდა).
- მოამზადეთ ლითიუმის და სტანდარტული ხსნარები შუშის ვოლუმეტრულ კოლბებში.
- ენერგიულად შეანჯღრიეთ ყველა ხსნარი იონების თანაბრად განაწილების უზრუნველსაყოფად.
- გადაიტანეთ ყველა ხსნარი შესაბამისად მარკირებულ და ჰაერგაუმტარ პლასტმასის კონტეინერებში.
- ხსნარები გრილ ადგილზე (25°C-ზე ნაკლებ ტემპერატურაზე), მზის სხივებისგან მოშორებით შეინახეთ.

20.10 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

ნიმუშების შესაგროვებლად გამოყენებული კონტეინერები პლასტმასის უნდა იყოს. ნიმუშები სუფთა კონტეინერების გამოყენებით ხელით, პირდაპირ ონკანიდან ან წყლის ობიექტებიდან უნდა იქნას შეგროვებული (სუფთა პლასტმასის ბოთლების გამოყენებით).

ნიმუშების შეგროვების შესახებ დეტალური ინფორმაციისთვის იხილეთ „ნიმუშების შეგროვების პროცედურის შესახებ სახელმძღვანელოს“ 5.6 – 5.7 განყოფილებები და „ნიმუშების შეგროვების პროცედურის შესახებ ინსტრუქციების კრებულის“ 5.4.18-ე განყოფილება.

არ შეიძლება ნიმუშების ე.წ. რბილი შუშის ბოთლებში შეგროვება, რადგან შუშის გამოტუტვის შედეგად შესაძლებელია ნიმუშის დაბინძურება (კონტამინაცია) მოხდეს. გამოიყენეთ მჟავით გაწმენდილი პოლიეთილენის ბოთლები. დაარეგულირეთ ნიმუშის pH და მისი მაჩვენებელი 2-ზე ნაკლებ ნიშნულამდე დაიყვანეთ (აზოტის მჟავის გამოყენებით). ეს გახსნის კალიუმის მარილებს და შეამცირებს ჭურჭლის კედლებზე მათ შეწოვას.

ნიმუშის კონტეინერის pH-ის დონის გასაზომად არ გამოიყენოთ pH-ის ელექტროდი, რადგან ამის შედეგად ნიმუშში ელექტროდის შიგთავსში არსებული ხსნარიდან კალიუმი მოხვდება. pH-ის გასაზომად გამოიყენეთ pH-ის ფურცელი ან გადაასხით ნიმუში სხვა ლაბორატორიულ ჭიქაში და pH-ის ტესტი ცალკე ჩაატარეთ.

ნიმუშების შენახვა ოთახის ტემპერატურაზე ერთ თვემდე შეიძლება.

დიდი რაოდენობით კონსერვანტების გამოყენებისას საჭიროა მოცულობის კორექტირება.

20.11 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.

3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული; გარდა ამისა, ლაბორატორია გამწოვი ვენტილაციით უნდა იყოს აღჭურვილი რათა ოთახიდან წვის გვერდითი პროდუქტების გატანა მოხდეს.

20.12 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 9964- პირველი გამოცემა 1993 – წყლის ხარისხი - ნატრიუმის და კალიუმის მაჩვენებლების დადგენა - ნაწილი 3: ნატრიუმის და კალიუმის მაჩვენებლების დადგენა ალის ემისიის ფოტომეტრიის მეშვეობით
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

21.0 ალური (ემისიური) ფოტომეტრიის მეშვეობით კალიუმის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

21.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 9964- პირველი გამოცემა 1993 – წყალის ხარისხი - ნატრიუმის და კალიუმის მაჩვენებლების დადგენა - ნაწილი 3: ნატრიუმის და კალიუმის მაჩვენებლების დადგენა ალის ემისიის ფოტომეტრიის მეშვეობით
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

21.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

ბუნებრივ წყლებში კალიუმი მინერალების დაშლის, ხრწნადი მცენარეული მასალებისა და სოფლის მეურნეობის ჩამონადენისგან წარმოიქმნება.

21.3 ალური ფოტომეტრიის მეთოდის პრინციპი

კალიუმის მიკროსკოპიულად მცირე ნარჩენების ოდენობის დადგენა ალური ფოტომეტრიის მეთოდით 766.5 ნანომეტრის სიგრძის ტალღაზეა შესაძლებელი. კალიუმი წყალში კალიუმის იონების სახით არსებობს. როდესაც ნიმუში ალად იქცევა, იგი ორთქლდება და რჩება მყარი ნარჩენი, რომელიც შემდეგ ატომურ სახეობებად იყოფა. ალის ენერგიას ატომების აღზნება და მათი ელექტრონების ენერგიის უფრო მაღალ დონეზე აყვანა შეუძლია.

როდესაც აღნიშნული ელექტრონები თავიანთ ძირითად მდგომარეობას უბრუნდებიან, ისინი ამ აღზნების ენერგიას კარგავენ და სინათლეს გამოსცემენ. ოპტიკური ფილტრის მეშვეობით სხვა ტალღის სიგრძეებიდან საჭირო ტალღის სიგრძის (რომელიც კალიუმის აღზნებული ატომების მიერ გამოცემულ სინათლეს შეესაბამებია) (როდესაც ეს ატომები საკუთარ ძირითად მდგომარეობას

უბრუნდებიან)) იზოლირება არის შესაძლებელი, ხოლო გამოცემული შუქის რაოდენობის აღმოჩენა შესაბამისი ფოტო-დეტექტორის გამოყენებითაა შესაძლებელი. გამოცემული სინათლის ინტენსივობა ალში არსებული კალიუმის ატომების რაოდენობის და შესაბამისად ნიმუშის ხსნარში ლითონების იონების კონცენტრაციის პროპორციულია, ანუ რაც უფრო ძლიერია სინათლის ინტენსივობა, მით უფრო მაღალია კალიუმის იონების კონცენტრაცია.

ფოტო-დეტექტორის ელექტრო სიგნალი ძლიერდება და ეკრანზე ციფრების სახით გამოისახება.

21.4 ზეგავლენის წყაროები

ტესტირების პროცესზე ზეგავლენას ადგილი იმ შემთხვევაში შეიძლება ჰქონდეს თუ ნიმუშში ნატრიუმის და კალიუმის თანაფარდობა 5:1-ზე ან უფრო მეტია.

კალციუმს ტესტირების პროცესზე ზეგავლენის მოხდენა იმ შემთხვევაში შეუძლია თუ კალციუმის და ნატრიუმის თანაფარდობა 10:1-ზე ან მეტია.

მაგნიუმი ტესტირების პროცესზე ზეგავლენას მაშინ ახდენს თუ მაგნიუმის და ნატრიუმის თანაფარდობა 100:1-ს სცილდება.

თუ არსებობს იმის ეჭვი, რომ ნიმუშში კალციუმის ან მაგნიუმის მაღალი კონცენტრაციებია, ნატრიუმის ტესტის ჩატარებამდე, კალციუმის ან მაგნიუმის მაჩვენებლების დასადგენად კალციუმის და/ან საერთო სიხისტის ტესტის ჩატარება შეიძლება. თუმცა, სასმელ წყალში მაგნიუმის ასეთი მაღალი მაჩვენებლები ჯერ არასდროს არ დაფიქსირებულა.

ზეგავლენის ფაქტორების მინიმიზაცია შემდეგი ნაბიჯების გადადგმითაა შესაძლებელი:

- ყველაზე დაბალი შესაძლო კონცენტრაციებით ოპერირება.

- განახორციელოთ სტანდარტების და ნიმუშების მატრიცაზე მისადაგება (matrix-matching), რისთვისაც ნიმუშში არსებული ტესტირებაში ჩამრევი ნივთიერებების იდენტური ოდენობების კალიბრაციის სტანდარტში ჩამატება უნდა მოხდეს.
- ნიმუშიდან ისეთი ნაწილაკებიანი მასალა უნდა იქნას მოშორებული, რომელიც სასაფრსო ჰქონდა, ეს პროცესი ფილტრაციის მეშვეობით ხორციელდება (საშუალო შეკავების უნარის მქონე ქაღალდის ფილტრის გამოყენებით)

21.5 რეაქტივები

✓ მაზავებელი ხსნარის მომზადება

პიპეტის მეშვეობით ჩაასხით 1.0 მილილიტრი მაზავებელი კონცენტრატი 1000 მილილიტრიან ვოლუმენტრულ კოლბაში და შესაბამის ნიშნულამდე გააზავეთ დეიონიზირებული/ორმაგად დისტილირებული წყლით.

შენიშვნა:

- დაამატეთ წყალი და შემდეგ გამაზავებლები (იმ დროს როდესაც ეს გამაზავებლები ქაფს წარმოქმნის).
- ყველა სტანდარტული ხსნარების მომზადებისას გამაზავებლების ერთი და იმავე პარტია უნდა იქნას გამოყენებული. ეს წყლის სისუფთავის მაჩვენებლის ცვალებადობის მიერ ტესტირების პროცესზე ზეგავლენის მოხდენას შეუშლის ხელს.

✓ ლითიუმის საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარი (100 ნაწილი მილიონზე ppm)

პიპეტის მეშვეობით ჩაასხით 50.0 მილილიტრი ლითიუმის სტანდარტული ხსნარი 1000 მილილიტრიან ვოლუმენტრულ კოლბაში და შესაბამის ნიშნულამდე გააზავეთ მაზავებელი ხსნარით.

- ✓ კალიუმის საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარი (10 ნაწილი მილიონზე ppm).

პიპეტის მეშვეობით ჩაასხით 2 მილილიტრი კალიუმის სტანდარტული ხსნარი (1000 ნაწილი მილიონზე) 200 მილილიტრიან ვოლუმენტრულ კოლბაში და შესაბამის ნიშნულამდე გააზავეთ ლითიუმის სტანდარტული ხსნარით (100 ppm).

- ✓ კალიუმის სტანდარტული ხსნარი 5 ppm (AQC-ის სტანდარტული ხსნარი)

პიპეტის მეშვეობით ჩაასხით 1 მილილიტრი კალიუმის სტანდარტული ხსნარი (1000 ნაწილი მილიონზე) 200 მილილიტრიან ვოლუმენტრულ კოლბაში და შესაბამის ნიშნულამდე გააზავეთ ლითიუმის სტანდარტული ხსნარით (100 ppm).

შენიშვნა:

- ხარისხის კონტროლისთვის (მზა ან ლაბორატორიაში მომზადებული) AQC-ის სტანდარტული ხსნარები შეიძლება იქნას გამოყენებული. გამოყენებული სტანდარტული კონცენტრაციები ინსტრუმენტის დაკალიბრებულ დიაპაზონს არ უნდა სცილდებოდეს. საკალიბრაციო და AQC-ს სტანდარტული ხსნარები თავდაპირველი სტანდარტული ხსნარისგან მზადდება. საკალიბრაციო და AQC-ს სტანდარტული ხსნარები მაქსიმუმ 2 თვემდე ინარჩუნებენ სტაბილურობას.

შენიშვნა:

- ხსნარები პირდაპირი მზის შუქისგან მოშორებით, გრილ ადგილას (25°C-ზე ნაკლებ ტემპერატურაზე) და აორთქლების და ფერის დაკარგვის თავიდან ასაცილებლად ჰაერგაუმტარ პლასტმასის კონტეინერებში უნდა ინახებოდეს. ნიმუშის შემცველი ყველა კონტეინერი შესაბამისი წესით უნდა იყოს მარკირებული:

პარტიის ნომერი:

კონცენტრაცია:

დამზადების თარიღი:

დამზადებულია:

ვადა:

21.6 აპარატურა

ალური ფოტომეტრი

შენიშვნა: მიჰყევით მწარმოებლის ინსტრუქციებს

21.7 აღჭურვილობის უსაფრთხოდ მოხმარება

მიჰყევით აპარატის მწარმოებლის ინსტრუქციებს

21.8 პროცედურა

ზოგადი პროცედურა

საჭიროა ქვემოთჩამოთვლილი ეტაპების გავლა:-

- ✓ ალური ფოტომეტრის კალიბრაცია
- ✓ გაზომვა

შენიშვნა: ნიმუშების თითოეულ პარტიასთან ორი AQC ნიმუში შეიძლება იქნას შედარებული (ერთი როგორც პირველი ნიმუში, ხოლო მეორე როგორც ბოლო ნიმუში). თუ შედეგი მოსალოდნელ სიდიდეს დაემთხვევა მაშინ ეს პარტია მიღებული იქნება; სხვა შემთხვევაში, მთელი პროცესი თავიდან უნდა გამეორდეს. იმ შემთხვევაში თუ შედეგები კვლავ არასწორი იქნება, ახალი სტანდარტული ხსნარების და AQC-ების მომზადება გახდება საჭირო.

3. ყველა მიღებული შედეგის აღრიცხვა

21.9 AQC-ს და საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარების მომზადებისას მისაღები უსაფრთხოების ზომები

- გარეცხეთ ყველა მინის და პლასტმასის ჭურჭელი მჟავის გამოყენებით.
- გაავლეთ დეიონიზირებულ/ორმაგად დისტილირებულ წყალში.
- დაელოდეთ ჭურჭლის გაშრობას. სასურველია რომ გაშრობის პროცესი ღუმელში ტარდებოდეს (პლასტმასის ჭურჭლის გარდა).
- მოამზადეთ ლითიუმის და სტანდარტული ხსნარები შუშის ვოლუმეტრულ კოლბებში.
- ენერგიულად შეაჩქარიეთ ყველა ხსნარი იონების თანაბრად განაწილების უზრუნველსაყოფად.
- გადაიტანეთ ყველა ხსნარი შესაბამისად მარკირებულ და ჰაერგაუმტარ პლასტმასის კონტეინერებში.
- ხსნარები გრილ ადგილზე (25°C -ზე ნაკლებ ტემპერატურაზე), მზის სხივებისგან მოშორებით შეინახეთ.

21.10 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

ნიმუშების შესაგროვებლად გამოყენებული კონტეინერები პლასტმასის უნდა იყოს. ნიმუშები სუფთა კონტეინერების გამოყენებით ხელით, პირდაპირ ონკანიდან ან წყლის ობიექტებიდან უნდა იქნას შეგროვებული (სუფთა პლასტმასის ბოთლების გამოყენებით).

ნიმუშების შეგროვების შესახებ დეტალური ინფორმაციისთვის იხილეთ „ნიმუშების შეგროვების პროცედურის შესახებ სახელმძღვანელოს“ 5.6 – 5.7 განყოფილებები და „ნიმუშების შეგროვების პროცედურის შესახებ ინსტრუქციების კრებულის“ 5.4.18-ე განყოფილება.

არ შეიძლება ნიმუშების ე.წ. რბილი შუშის ბოთლებში შეგროვება, რადგან შუშის გამოტუტვის შედეგად შესაძლებელია ნიმუშის დაბინძურება (კონტამინაცია) მოხდეს. გამოიყენეთ მჟავით გაწმენდილი პოლიეთილენის ბოთლები. დაარეგულირეთ ნიმუშის pH და მისი მაჩვენებელი 2-ზე ნაკლებ ნიშნულამდე დაიყვანეთ (აზოტის მჟავის გამოყენებით). ეს გახსნის კალიუმის მარილებს და შეამცირებს ჭურჭლის კედლებზე მათ შეწოვას.

ნიმუშის კონტეინერის pH-ის დონის გასაზომად არ გამოიყენოთ pH-ის ელექტროდი, რადგან ამის შედეგად ნიმუშში ელექტროდის შიგთავსში არსებული ხსნარიდან კალიუმი მოხვდება. pH-ის გასაზომად გამოიყენეთ pH-ის ფურცელი ან გადაასხით ნიმუში სხვა ლაბორატორიულ ჭიქაში და pH-ის ტესტი ცალკე ჩაატარეთ.

ნიმუშების შენახვა ოთახის ტემპერატურაზე ერთ თვემდე შეიძლება.

დიდი რაოდენობით კონსერვანტების გამოყენებისას საჭიროა მოცულობის კორექტირება (იხილეთ „ნიმუშების აღებასთან და მიღებასთან დაკავშირებული ინსტრუქციები“-ს 5.6-ე განყოფილება).

21.11 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.
3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული; გარდა ამისა, ლაბორატორია გამწოვი ვენტილაციით უნდა იყოს აღჭურვილი რათა ოთახიდან წვის გვერდითი პროდუქტების გატანა მოხდეს.

21.12 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- ISO 9964- პირველი გამოცემა 1993 – წყლის ხარისხი - ნატრიუმის და კალიუმის მაჩვენებლების დადგენა - ნაწილი 3: ნატრიუმის და კალიუმის მაჩვენებლების დადგენა ალის ემისიის ფოტომეტრიის მეშვეობით
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

22.0 ფენოლის ინდექსის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები (ამინოანტიპირინის სპექტრომეტრული მეთოდები)

22.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- EPA-ს მეთოდი 420.1: ფენოლები (სპექტროფოტომეტრული, სახელმძღვანელო 4 AAP დისტილირებით)
- ISO 9964- პირველი გამოცემა 1993 – წყლის ხარისხი - ფენოლის ინდექსის დადგენა - 4-ამინოანტიპირინის სპექტრომეტრული მეთოდები დისტილაციის შემდეგ
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

22.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

- ეს მეთოდი სასმელი, ზედაპირული და მლაშე წყლების და ასევე საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ჩამდინარე წყლების ანალიზისთვის გამოიყენება.

- ამ მეთოდის მეშვეობით შესაძლებელია ფენოლის მასალების 5 $\mu\text{g}/\text{ლ}$ -ს დონეზე გაზომვა როდესაც ფერადი საბოლოო პროდუქტი მიიღება და ხსნარის ფაზაში კონცენტრირდება (სტანდარტული ხსნარის სახით ფენოლის გამოყენებით).
- ამ მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია ისეთი ფენოლური მასალების გაზომვა, რომლებიც 50 $\mu\text{g}/\text{ლ}$ -ზე მეტს შეიცავენ წყლოვან ფაზაში (გამხსნელით ამოღების გარეშე) (სტანდარტული ხსნარის სახით ფენოლის გამოყენებით).
- ამ მეთოდის მეშვეობით ფენოლების სხვადასხვა სახეობის ერთმანეთისგან განსხვავება შეუძლებელია.

22.2 მეთოდის მოკლე აღწერილობა

ფენოლური მასალები რეაქციაში შედიან 4-ამინოანტიპირინთან როდესაც ხსნარში კალიუმის ფერიციანიდი 10 pH-ზეა წარმოდგენილი, რის შედეგადაც იქმნება სტაბილური მოწითალო-მოყავისფრო ანტიპირინის საღებავი. მიღებული ფერის ინტენსივობა ფენოლური მასალების კონცენტრაციის კოეფიციენტს წარმოადგენს.

შენიშვნა: ნიმუშების უმრავლესობიდან ზეგავლენის მომხდენი მასალების ამოსაღებად აუცილებელია მათი წინასწარი დისტილაცია. ფენოლური მასალების ფერადი რეაქცია 4-ამინოანტიპირინთან ყველა ნაერთში ერთნაირი არ გახლავთ. რადგან ფენოლური ტიპის ნარჩენები ჩვეულებრივ სხვადასხვა სახის ფენოლს შეიცავს, შეუძლებელია ფენოლების ისეთი ნარევის დუბლირება, რომელიც სტანდარტული ხსნარის სახით იქნება გამოყენებული. ამიტომ, ფენოლი შერჩეულია სტანდარტად და სხვა ფენოლური ნაერთების რეაქციების შედეგად წარმოქმნილი ნებისმიერი ფერი ფენოლად ითვლება. ეს სიდიდე კონკრეტულ ნიმუშში ფენოლური ნაერთების მინიმალურ კონცენტრაციას წარმოადგენს.

22.3 ზეგავლენის წყაროები

- გოგირდოვანი ნაერთების ზეგავლენა H_3PO_4 -ის მეშვეობით ნიმუშის 4-ზე ნაკლებ pH-მდე დაჟანგვით და მცირე ხნით აერაციისა და $CuSO_4$ -ის დამატებით ბათილდება.
- ჟანგვის ისეთი ნივთიერებების მოშორება როგორებიცაა ქლორი (რომლის აღმოჩენა კალიუმის იოდიდის არსებობისას დაჟანგვის შედეგად იოდის გამონთავისუფლების მეშვეობით ხდება) ნიმუშის ალებისთანავე დიდი ოდენობით ორგალენტისანი რკინის შემცველი ამონიუმის სულფატის დამატების მეშვეობით ხდება. თუ ქლორის მოშორება არ მოხდა, შესაძლოა ფენოლური ნაერთების ნაწილობრივი დაჟანგვა მოხდეს და მიღებული შედეგები რეალურზე ნაკლები იყოს.

22.4 აღჭურვილობა

- ✓ დისტილირების აპარატი, შუშის 1 ლიტრიანი Pyrex-ის დისტილირების აპარატი Graham-ის კონდენსატორით.
- ✓ pH-ის მრიცხველი.
- ✓ სპექტროფოტომეტრი (რომელიც 460 ან 510 ნანომეტრზე უნდა იქნას გამოყენებული)
- ✓ ძაბრები
- ✓ ფილტრის ქაღალდები
- ✓ მემბრანული ფილტრები
- ✓ სახარისხებელი ძაბრები (500 ან 1,000 მილილიტრიანი)
- ✓ ნესლერის ცილინდრები (მოკლე ან გრძელი ფორმის)

22.5 რეაქტივები

- ✓ ფოსფორული მჟავის ხსნარი, 1 + 9:
3 4 დისტილირებული წყლის გამოყენებით გააზავეთ 10 მილილიტრი 85%-იანი H_3PO_4 100 მილილიტრამდე

✓ სპილენძის სულფატის ხსნარი:

გახსენით 100 გრამი $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ დისტილირებულ წყალში და გააზავეთ 1 ლიტრამდე

✓ ბუფერის ხსნარი:

გახსენით 16.9 გრამი NH_4Cl 143 მილილიტრ კონცენტრირებულ NH_4OH -ში და დისტილირებული წყლის გამოყენებით გააზავეთ 250 მილილიტრამდე. ორი მილილიტრის მეშვეობით 100 მილილიტრის დისტილატის 10 pH-მდე დარეგულირება უნდა მოხდეს.

✓ ამინოანტიპირინის ხსნარი:

გახსენით 2 გრამი 4AAP დისტილირებულ წყალში და გააზავეთ 100 მილილიტრამდე

✓ კალიუმის ფერიციანიდის ხსნარი:

Dissolve 8 g of $\text{K Fe}(\text{CN})$ in distilled water 3 6 and dilute to 100 ml

✓ ფენოლის ძირითადი ხსნარი:

გახსენით 1.0 გრამი ფენოლი ახლად ადუღებულ და გაგრილებულ დისტილირებულ წყალში და გააზავეთ 1 ლიტრამდე.

1 მილილიტრი = 1 მილიგრამ ფენოლს.

✓ სამუშაო ხსნარი A:

გააზავეთ 10 მილილიტრი ფენოლის ძირითადი ხსნარი 1 ლიტრამდე (დისტილირებული წყლის გამოყენებით). მილილიტრი = 10 μg ფენოლს.

✓ სამუშაო ხსნარი B:

გააზავეთ 100 მილილიტრი სამუშაო ხსნარი A 1000 მილილიტრამდე (დისტილირებული წყლის გამოყენებით).

1 მილილიტრი = 1 μg ფენოლი.

✓ ქლოროფორმი

✓ ორვალენტური რკინის შემცველი ამონიუმის სულფატი:

გახსენით 1.1 გრამი ორვალენტური რკინის შემცველი ამონიუმის სულფატი 500 მილილიტრ დისტილირებულ წყალში, რომელიც 1 მილილიტრ კონცენტრირებულ H_2SO_4 -ს შეიცავს და გააზავეთ 1 ლიტრამდე 2-4 ახლად ადუღებული და გაგრილებული დისტილირებული წყლის გამოყენებით.

22.6 პროცედურა

ა. დისტილაცია

1) ჩაასხით 500 მილილიტრი ნიმუში მენზურაში. დასწიეთ pH-ის მაჩვენებელი დაახლოებით 4-მდე ($1 + 9 \text{ H}_3\text{PO}_4$), დაამატეთ 5 მილილიტრი CuSO_4 ხსნარი დაგადაიტანეთ დისტილაციის აპარატში. იმ შემთხვევაში თუ ნიმუში ქვემოთ აღწერილი წესის მიხედვით იქნა შენახული მაშინ H_3PO_4 -ის და CuSO_4 -ს დამატება არ არის საჭირო.

2) გამოხადეთ 450 მილილიტრი ნიმუში, შეაჩერეთ დისტილაცია და როდესაც ადუღების პროცესი დასრულდება, დაამატეთ 50 მილილიტრი თბილი დისტილირებული წყალი კოლბაში და გააგრძელეთ დისტილაცია სანამ 500 მილილიტრამდე სითხე არ იქნება მიღებული.

3) თუ დისტილატი ამღვრეულია, გაფილტრეთ წინასწარ გარეცხილი მემბრანული ფილტრის გამოყენებით.

ბ. პირდაპირი სპექტროფოტომეტრული მეთოდი

1) სამუშაო ხსნარი A-ს გამოყენებით მოამზადეთ შემდეგი სტანდარტული ხსნარები 100 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბებში

mL of working solution A	Conc. $\mu\text{g/L}$
0	0.0
0.5	50.0
1.0	100.0
2.0	200.0
5.0	500.0
8.0	800.0
10.0	1000.0

- 2) დაამატეთ 2 მილილიტრი ბუფერის ხსნარი 100 მილილიტრ დისტილატს ან 100 მილილიტრამდე გაზავებულ ალიკვოტურ სინჯს და მოურიეთ. ნიმუშის და სტანდარტული ხსნარების pH 10 ± 0.2 -ს უნდა შეადგენდეს.
- 3) დაამატეთ 2 მილილიტრი ამინოანტიპირინის ხსნარი და მოურიეთ.
- 4) დაამატეთ 2 მილილიტრი კალიუმის ფერიციანიდის ხსნარი და მოურიეთ.
- 5) 15 წუთის შემდეგ აიღეთ სპექტრული შთანთქმადობის ჩვენება 510 ნანომეტრზე.

გ. ქლოროფორმის ამოღების მეთდი

- 1) სამუშაო ხსნარი B-ს გამოყენებით მოამზადეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი სტანდარტული ხსნარები. აღნიშნული სტანდარტების დამზადება პიპეტების გამოყენებით საჭირო მოცულობების სახარისხებელ ძაბრებში გადატანით და დისტილირებული წყლის მეშვეობით 500 მილილიტრამდე გაზავებით არის შესაძლებელი.

mL of working solution B	Conc. $\mu\text{g/L}$
0.0	0.0
3.0	6.0
5.0	10.0
10.0	20.0
20.0	40.0
25.0	50.0

- 2) ჩაასხით 500 მილილიტრი დისტილატი ან 500 მილილიტრამდე გაზავებული ალიკვოტური ხსნარი სახარისხებელ ძაბრში. ნიმუში არ უნდა შეიცავდეს 25 μg -ზე მეტ ფენოლს.
- 3) ნიმუშს და სტანდარტულ ხსნარს დაამატეთ 10 მილილიტრი ბუფერის ხსნარი და მოურიეთ. $\text{pH } 10 \pm 0.2$ -ს უნდა შეადგენდეს.
- 4) დაამატეთ 2 მილილიტრი ამინოანტიპირინის ხსნარი და მოურიეთ.
- 5) დაამატეთ 2 მილილიტრი კალიუმის ფერიციანიდის ხსნარი და მოურიეთ.
- 6) სამი წუთის შემდეგ მოახდინეთ 25 მილილიტრი ქლოროფორმის ექსტრაქცია. შეანჯღრიეთ სახარისხებელი ძაბრი მინიმუმ 10-ჯერ, დაელოდეთ სანამ CHCl_3 დაილექება, კიდევ შეანჯღრიეთ 10-ჯერ და დაელოდეთ სანამ ქლოროფორმი კვლავ დაილექება. გაუშვით ქლოროფორმის ორთქლი გამწოვ კარადაში.
- 7) გაფილტრეთ ქლოროფორმის ექსტრაქტები ქაღალდის ფილტრის მეშვეობით. ადარ დაამატოთ მეტი ქლოროფორმი. ფილტრაცია გამწოვ კარადაში განახორციელეთ. ქლოროფორმი ეკოლოგიურად მისაღები მეთოდით უნდა იქნას გატანილი.
- 8) აიღეთ ნიმუშების და სტანდარტული ხსნარების სპექტრული შთანთქმადობის ჩვენებები ბლანკთან მიმართებით 460 ნანომეტრზე.

22.7 კალკულაცია

- 1) მოამზადეთ სტანდარტის მრუდი სტანდარტული ხსნარების სპექტრული შთანთქმადობის სიდიდეების ტრაექტორიის ფენოლის შესაბამისი კონცენტრაციების ტრაექტორიასთან შედარების მეშვეობით
- 2) მიიღეთ ნიმუშის კონცენტრაციის მაჩვენებელი პირდაპირ სტანდარტული მრუდის საფუძველზე.

22.8 ანალიზის ხარისხის კონტროლი (AQC)

სიზუსტის შესამოწმებლად გამოიყენეთ AQC-ს შესაბამისი ეტალონური სტანდარტი

22.9 ნიმუშების გამოყენება და კონსერვაცია

ბიოლოგიური დეგრადაციის შენელება ნიმუშში 1 გ/ლ სპილენძის სულფატის დამატებით და ფოსფორის მჟავით დაჟანგვის შედეგად 4-ზე ნაკლებ pH-ზე დაყვანით არის შესაძლებელი. ნიმუში 4°C-ზე ნაკლებ ტემპერატურაზე ნიმუშის აღებიდან 24 საათის განმავლობაში უნდა იქნას შენახული.

22.10 ამ მეთოდის აღმწერი ლიტერატურა:

- EPA-ს მეთოდი 420.1: ფენოლები (სპექტროფოტომეტრული, სახელმძღვანელო 4 AAP დისტილირებით)
- ISO 9964- პირველი გამოცემა 1993 – წყლის ხარისხი - ფენოლის ინდექსის დადგენა - 4-ამინოანტიპირინის სპექტრომეტრული მეთოდები დისტილაციის შემდეგ
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

23.0 ნიტრატის (NO₃⁻) ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები ულტრაიისფერი სპექტროფოტომეტრული სკრინინგის მეთოდის გამოყენებით

23.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

23.3 გამოყენების ფარგლები და სფერო

დიაპაზონი: 0 – 10 მგ/ლ NO₃⁻ - N (დაბალი დიაპაზონი)

ეს მეთოდი ისეთი ნიმუშების შესამოწმებლად გამოიყენება, რომლებშიც ორგანული მასალების დაბალი კონცენტრაციები შეინიშნება (მაგალითად არადაბინძურებული ბუნებრივი წყლები და სასმელი წყლის მარაგები). NO₃⁻ კალიბრაციის მრუდი ბერის კანონს 11 მგ/ლ N/L-მდე მიჰყვება.

23.3 მეთოდის პრინციპი

ულტრაიისფერი გამოსხივებით ნიტრატის პირდაპირი შემოწმების მეთოდი ნიტრატის ოდენობის სწრაფად დადგენის შესაძლებლობას იძლევა. როგორც ნიტრატი ისე ორგანული შემადგენელი კომპონენტები სინათლეს 220 ნანომეტრზე შთანთქავენ, ხოლო ნიტრატი სინათლეს არ შთანთქავს 275 ნანომეტრზე. 275 ნანომეტრზე აღებული მეორე ჩვენება სპექტრული შთანთქმადობის იმ მაჩვენებლების კორექტირებისთვის გამოიყენება, რომლებიც ორგანულ ნივთიერებებს მიეწერება. მართალია ეს მეთოდი ნიტრატის მონიტორინგისთვის სასარგებლოა, თუმცა იგი არ არის რეკომენდებული ისეთი ნიმუშებისთვის, რომლებიც ორგანული მასალის მაღალ კონცენტრაციებს შეიცავს. მარილმჟავას დამატება ჰიდროქსიდის ან კარბონატის კონცენტრაციების ზეგავლენას ანიტრალებს (1000 მგ/ლ-მდე CaCO₃)

23.4 ზეგავლენის წყაროები

- Cr^{6+} , გახსნილი ორგანული მასალა, NO_2^- & ზედაპირულ-აქტიური ნივთიერებები
- შეტივტივებული ნაწილაკებისგან შემდგარი მასალა (რომლის ფილტრაციის მეშვეობით ამოღებაა შესაძლებელი)

23.5 რეაქტივები

- ✓ მარილმჟავას სტანდარტული ხსნარი, 1.0 M
- ✓ დისტილირებული წყალი
- ✓ ნიტრიტის აზოტის სტანდარტული ხსნარი, 10 მგ/ლ

23.6 აღჭურვილობა

- ✓ ულტრაიისფერი/ხილული სპექტროფოტომეტრი
- ✓ კიუვეტები ნიმუშებისთვის, 1 სმ, კვარცის
- ✓ 25 მილილიტრიანი პიპეტი

23.7 პროცედურა

შენიშვნა: მიჰყევით ინსტრუმენტის მწარმოებლის ინსტრუქციებს

- პიპეტის გამოყენებით გადაიტანეთ 25 მილილიტრი სუფთა წყალი 50 მილილიტრიან კონუსურ კოლბაში.

შენიშვნა: ანალიზამდე მღვრიე ნიმუშების გაფილტვრა უნდა მოხდეს.

- დაამატეთ 0.5 მილილიტრი 1.0 N მარილმჟავას სტანდარტული ხსნარი კონუსურ კოლბაში და ხელის მეშვეობით წრიული მოძრაობები გააკეთეთ იმისთვის რომ ხსნარის კომპონენტების შერევა მოხდეს.
- განახორციელეთ ნიტრატის ოდენობის გაზომვა სპექტროფოტომეტრის მეშვეობით (ამ ინსტრუმენტის ინსტრუქციების მიხედვით). აღნიშნულ ინსტრუმენტს ნიტრატისთვის ცალკე პროგრამული უზრუნველყოფა გააჩნია.

ინსტრუმენტი ნიმუშის წაკითხვას 220 და 275 ნანომეტრზე განახორციელებს.

როდესაც წაკითხვის პროცესი დასრულდება, ეკრანზე ნიმუშში ნიტრატის აზოტის კონცენტრაცია გამოჩნდება.

შენიშვნა: შედეგები შეიძლება გამოსახული იქნას როგორც ნიტრატი ($\text{NO}_3 - \text{N}$)

23.8 მაღალი კონცენტრაციის მქონე ნიმუშები (10 მგ/ლ-ზე მაღალი კონცენტრაციები)

A კლასის მინის ჭურჭლის გამოყენებით 10 მგ/ლ-ზე მაღალი კონცენტრაციების მქონე ნიმუშების შესაბამისად გაზავება უნდა მოხდეს (დისტილირებული წყლის მეშვეობით).

შენიშვნა: საჭიროა გაზავების კოეფიციენტის მეშვეობით მიღებული შედეგის გავრცობა და ჩანაწერების ჟურნალში გაზავების კოეფიციენტის აღრიცხვა.

23.9 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.
3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული.

23.10 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

- შეაგროვეთ ნიმუშები სუფთა, პლასტმასის ბოთლებში (CHEM 2).
- თუ ნიმუშის იმავე დღეს გამოკვლევა არ ხდება მაშინ იგი 4 °C ან ნაკლებ ტემპერატურაზე უნდა იქნას შენახული. რეკომენდებულია ნიმუშის მაქსიმუმ 24 საათის მანძილზე შენახვა. ტესტის ჩატარებამდე ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

23.11 ანალიზის ხარისხის კონტროლი

სტანდარტული ხსნარის მეთოდი 5.0 მგ/ლ

AQC-ს სტანდარტული ხსნარისთვის გამოიყენეთ 5.0 მგ/ლ ნიტრატის აზოტის სტანდარტული ხსნარი.

ან

10 მგ/ლ ნიტრატის სტანდარტული ხსნარის დისტილირებული წყლის ორმაგი გაზავება განახორციელეთ

ტესტირებისთვის ზემოთაღწერილი ნიმუშთან დაკავშირებული პროცედურა გაიმეორეთ.

23.12 ლიტერატურა

- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ

24.0 სპექტროფოტომეტრული მეთოდის გამოყენებით ფოსფორის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

24.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 6878 მეორე გამოცემა 2004 – წყლის ხარისხი — ფოსფორის ოდენობის დადგენა — ამონიუმის მოლიბდატის სპექტრომეტრული მეთოდი
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

24.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

ეს მეთოდები ნებისმიერი სახეობის წყლებისთვის გამოდგება (მათ შორის ზღვის და ჩამდინარე წყლებისთვის). იმ ნიმუშებში სადაც ფოსფორის კონცენტრაციები 0,005 მგ/ლ-დან 0,8 მგ/ლ-მდე მერყეობს ამ კონცენტრაციების დადგენა გაზავენის გარეშე შესაძლებელი. ხსნარის ექსტრაქციის პროცედურა ფოსფორის უფრო მცირე კონცენტრაციების დადგენის საშუალებასაც იძლევა (გამოვლენის ზღვარი დაახლოებით 0,000 5 მგ/ლ-ს შეადგენს).

24.3 პრინციპი

- ორთოფოსფატის იონების მოლიბდატის და სტიბიუმის იონების შემცველ მჟავის ხსნართან რეაქციაში შესვლა სტიბიუმის ფოსფომოლიბდატის კომპლექსს ქმნის.
- ასკორბინის მჟავით კომპლექსის გარდაქმნა, რის შედეგადაც მკვეთრად გამოხატული ფერის მქონე მოლიბდენის ლურჯი კომპლექსი იქმნება.
- ამ კომპლექსის სპექტრული შთანთქმადობის გაზომვა არსებული ორთოფოსფატის რაოდენობის დასადგენად.
- პოლიფოსფატის და სხვადასხვა ფოსფორორგანული ნაერთების დადგენა შესაძლებელია თუ მათი გოგირდმჟავას ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნილი მოლიბდატის რეაქტიულ ორთოფოსფატად გარდაქმნა მოხდება.

- პეროქსოდისულფატთან მინერალიზაციის შედეგად ბევრი ფოსფოროორგანული ნაერთი ორთოფოსფატად გარდაიქმნება.
- აზოტის მჟავის-გოგირდმჟავის მინერალიზაცია იმ შემთხვევაში გამოიყენება თუ უფრო აქტიური დამუშავებაა საჭირო.

24.4 რეაქტივები

ანალიზის დროს მხოლოდ დადგენილი უმაღლესი სისუფთავის რეაქტივები და მხოლოდ ისეთი წყალი უნდა იქნას გამოყენებული, რომლის ფოსფატის შემცველობა ნიმუშებში დასადგენ ყველაზე დაბალ კონცენტრაციებთან შედარებით უმნიშვნელოა. ფოსფატის დაბალი შემცველობის წყლის მისაღებად რეკომენდებულია მთლიანად მინის აპარატურაში მისი ორმაგი დისტილაცია.

1) გოგირდმჟავის ხსნარი, $c(H_2SO_4) \approx 9$ მოლი/ლ.

ჩაასხით 500 ± 5 მილილიტრი წყალი 2 ლიტრიან მენზურაში. ფრთხილად ჩაამატეთ (და თან მუდმივად მოურიეთ და გააგრძელეთ) 500 ± 5 მილილიტრი გოგირდმჟავა, $\rho = 1,84$ გ/მლ. კარგად მოურიეთ და დაელოდეთ სანამ ხსნარის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას გაუტოლდება.

2) გოგირდმჟავის ხსნარი, $c(H_2SO_4) \approx 4,5$ მოლი/ლ.

ჩაასხით 500 ± 5 მილილიტრი წყალი 2 ლიტრიან მენზურაში. ფრთხილად ჩაამატეთ (და თან მუდმივად მოურიეთ და გააგრძელეთ) 500 ± 5 მილილიტრი გოგირდმჟავა. კარგად მოურიეთ და დაელოდეთ სანამ ხსნარის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას გაუტოლდება.

3) გოგირდმჟავის ხსნარი, $c(H_2SO_4) \approx 2$ მოლი/ლ.

ჩაასხით 300 ± 3 მილილიტრი წყალი 1 ლიტრიან მენზურაში. ფრთხილად ჩაამატეთ (და თან მუდმივად მოურიეთ და გააგრძელეთ) 500 ± 5 მილილიტრი

გოგირდმჟავის ხსნარი. საზომ კოლბაში წყლის მეშვეობით გააზავეთ 500 ± 2 მილილიტრამდე და კარგად მოურიეთ.

4) ნატრიუმის წყალჟანგის ხსნარი, $c(\text{NaOH}) = 2$ მოლი/ლ.

გახსენით 80 ± 1 გრამი ნატრიუმის წყალჟანგის ბურთულები წყალში, გააგრილეთ და წყლის გამოყენებით გააზავეთ 1 ლიტრამდე.

5) ასკორბინის მჟავის ხსნარი, $\rho = 100$ გ/ლ.

გახსენით $10 \pm 0,5$ გრამი ასკორბინის მჟავა ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) 100 ± 5 მილილიტრ წყალში.

შენიშვნა: აღნიშნული ხსნარი სტაბილურობას 2 კვირის მანძილზე შეინარჩუნებს თუ მისი მაცივარში შენახვა ქარვისფერ შუშის ბოთლში მოხდება, მისი გამოყენება იმდენი ხნის მანძილზეა შესაძლებელი რამდენი ხნის განმავლობაშიც იგი უფერული დარჩება.

6) მჟავა-მოლიბდატის ხსნარი I.

გახსენით $13 \pm 0,5$ გრამი ამონიუმის ჰეპტამოლიბდატ ტეტრაჰიდრატი 100 ± 5 მილილიტრ წყალში. გახსენით $0,35 \pm 0,05$ გრამი სტიბიუმის კალიუმის ტარტრატის ნახევარჰიდრატი 100 ± 5 მილილიტრ წყალში. დაამატეთ მოლიბდატის ხსნარი 300 ± 5 მილილიტრ გოგირდმჟავას და თან მუდმივად ურიეთ ხსნარს. დაამატეთ ტარტრატის ხსნარი და კარგად მოურიეთ.

შენიშვნა: აღნიშნული რეაქტივი სტაბილურობას მინიმუმ 2 თვის მანძილზე შეინარჩუნებს თუ მისი შენახვა ქარვისფერ შუშის ბოთლში მოხდება.

7) მჟავა-მოლიბდატის ხსნარი II.

ფრთხილად ჩაასხით $230 \pm 0,5$ მილილიტრი გოგირდმჟავა (4.1.1) 70 ± 5 მილილიტრ წყალში, გააგრილეთ ხსნარი. გახსენით $13 \pm 0,5$ გრამი ამონიუმის ჰეპტამოლიბდატის ტეტრაჰიდრატი 100 ± 5 მილილიტრ წყალში. დაამატეთ მჟავის ხსნარს და კარგად მოურიეთ. გახსენით $0,35 \pm 0,05$ გრამი სტიბიუმის კალიუმის ტარტრატის ნახევარჰიდრატი 100 ± 5 მილილიტრ წყალში. დაამატეთ მჟავა-

მოლიბდატის ხსნარს და კარგად მოურიეთ. ეს ხსნარი გამოიყენება მაშინ როდესაც ნიმუში გოგირდმჟავის გამოყენებით იჟანგება.

შენიშვნა: აღნიშნული რეაქტივი სტაბილურობას მინიმუმ 2 თვის მანძილზე შეინარჩუნებს თუ მისი შენახვა ქარვისფერ შუშის ბოთლში მოხდება.

8) სიმღვრივის-ფერის კომენსირების ხსნარი.

აურიეთ გოგირდმჟავას ორი ნაწილი ასკორბინის მჟავის ერთ ნაწილთან
შენიშვნა: აღნიშნული რეაქტივი სტაბილურობას რამდენიმე თვის მანძილზე შეინარჩუნებს თუ მისი მაცივარში შენახვა ქარვისფერ შუშის ბოთლში მოხდება.

9) ნატრიუმის თიოსულფატის პენტაჰიდრატის ხსნარი, $\rho = 12,0$ გ/ლ.

გახსნით $1,20 \pm 0,05$ გრამი ნატრიუმის თიოსულფატის პენტაჰიდრატი ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 100 ± 5 მილილიტრ წყალში. კონსერვანტის სახით დაამატეთ $0,05 \pm 0,005$ გრამი უწყლო ნატრიუმის კარბონატი (Na_2CO_3). შენიშვნა: აღნიშნული რეაქტივი სტაბილურობას მინიმუმ 4 კვირის მანძილზე შეინარჩუნებს თუ მისი შენახვა ქარვისფერ შუშის ბოთლში მოხდება.

10) ორთოფოსფატის ძირითადი სტანდარტული ხსნარი, $\rho\text{P} = 50$ მგ/ლ

გააშრეთ რამდენიმე გრამი კალიუმის დიჰიდროგენის ფოსფატი 105°C ტემპერატურაზე სანამ მუდმივი მასა არ იქნება მიღებული. გახსენით $0,2197 \pm 0,0002$ გრამი KH_2PO_4 დაახლოებით 800 ± 10 მილილიტრ წყალში 1 000 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში. დაამატეთ $10 \pm 0,5$ მილილიტრი გოგირდმჟავა და წყლის გამოყენებით შესაბამის ნიშნულზე აიყვანეთ. ეს ხსნარი სტაბილურობას მინიმუმ 3 თვის მანძილზე შეინარჩუნებს თუ იგი კარგად დასაცობებულ შუშის ბოთლში იქნება შენახული. რეკომენდებულია ხსნარის მაცივარში 4°C -მდე ტემპერატურაზე შენახვა.

11) ორთოფოსფატის სტანდარტული ხსნარი, $\rho P = 2$ მგ/ლ.

პიპეტის მეშვეობით ჩაასხით $20 \pm 0,01$ მილილიტრი ორთოფოსფატის ძირითადი სტანდარტული ხსნარი 500 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში. წყლის გამოყენებით მიიყვანეთ შესაბამის ნიშნულამდე და კარგად მოურიეთ. მოამზადეთ და გამოიყენეთ ეს ხსნარი ყოველ დღე საჭიროებისამებრ.

შენიშვნა: ამ სტანდარტული ხსნარის 1 მილილიტრი $2 \mu\text{g P}$ -ს შეიცავს.

12) მარილმჟავა, $\rho(\text{HCl}) = 1,19$ გ/მლ.

13) მარილმჟავა, $c(\text{HCl}) = 2,5$ მოლი/ლ.

ფრთხილად ჩაასხით 200 ± 10 მილილიტრი მარილმჟავა (4.1.12) 500 ± 10 მილილიტრ წყალში. მოურიეთ და გააგრძელეთ ოთახის ტემპერატურამდე. წყლის გამოყენებით ხსნარი 1000 მილილიტრის ნიშნულამდე აიყვანეთ.

24.5 აღჭურვილობა

✓ სპექტრომეტრი

შერჩეულ სპექტრომეტრს სპექტრის ხილულ და ახლომდებარე ინფრაწითელ რეგიონებში სპექტრული შთანთქმადობის გაზომვის უნარი უნდა გააჩნდეს. ყველაზე მგრძნობიარე ტალღის სიგრძე 880 ნანომეტრია, თუმცა თუ მგრძნობიარობის დაკარგვა მისაღებია, სპექტრული შთანთქმადობის გაზომვა 700 ნანომეტრზე შესაძლებელია.

შენიშვნა: ამ მეთოდის გამოვლენის ზღვარი უფრო დაბალი იქნება თუ სპექტრომეტრს 100 მილიმეტრის ზომის ოპტიკური კიუვეტების მიღება შეუძლია.

✓ გაფილტრეთ აპარატი, რომელსაც $0,45 \mu\text{m}$ ნომინალური ზომის ფორების მქონე მემბრანული ფილტრის გამოყენება შეუძლია.

✓ მინის ჭურჭელი

გამოყენებამდე მინის ჭურჭელი (მაგალითად) მარილმჟავით დაახლოებით 40 °C to 50 °C ტემპერატურაზე გარეცხეთ და შემდეგ კარგად გაავლეთ წყალში. არ შეიძლება ფოსფატის შემცველი სარეცხი საშუალებების გამოყენება. სასურველია რომ შუშის ჭურჭელი მხოლოდ ფოსფორის მაჩვენებლების დასადგენად გამოიყენებოდეს. დროდადრო ნატრიუმის წყალჟანგის ხსნარში გაავლეთ ის მინის ჭურჭელი, რომელიც ფერის დადგენის ეტაპზე იქნა გამოყენებული, რის შემდეგაც ეს ჭურჭელი წყალში კარგად უნდა იქნას გავლებული ფერადი კომპლექსის მოსაშორებლად, რომელსაც მინის ჭურჭლის კედლებზე თხელი გარსის სახით მიწებება ახასიათებს.

24.6 ნიმუშის მომზადება

- ლაბორატორიული ნიმუშები შუშის ბოთლებში უნდა იქნას შეგროვებული. არ გამოიყენოთ ხრახნიანი ხუფების მქონე ბოთლები, რადგან ამ ხუფებში შესაძლოა ფოსფორი იყოს ჩარჩენილი.
- სატესტო ნიმუშის მომზადება

ლაბორატორიული ნიმუშის გაფილტვრა

თუ ნიმუში მანამდე გაცივებულ მდგომარეობაში ინახებოდა, ფილტრაციამდე მისი ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს. გარეცხეთ მემბრანული ფილტრი (რომლის ფორების ნომინალური ზომა 0,45 μm -ს უნდა შეადგენდეს) 200 მილილიტრ წყალში იმისთვის, რომ გამოვრიცხოთ მასში ფოსფატის არსებობა (აღნიშნული წყალი მანამდე 30 °C - 40 °C-მდე უნდა იყოს გამთბარი). გაფილტრეთ ნიმუში და გადაასხით ნიმუშის ფილტრატის პირველი 10 მილილიტრი. დანარჩენი ხსნარი სუფთა, მშრალ მინის ბოთლში ჩაასხით, რათა ორთოფოსფატის დაუყოვნებლივ დადგენა მოხდეს. თუ ფილტრატის pH 3-დან 10-მდე დიაპაზონშია, დაარეგულირეთ იგი ნატრიუმის წყალჟანგის ან გოგირდმჟავას ხსნარის გამოყენებით. ფილტრაციის დრო 10 წუთზე მეტს არ

უნდა შეადგენდეს. საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია უფრო ფართო დიამეტრის ფილტრების გამოყენება. მემბრანული ფილტრი უნდა შემოწმდეს მასში ფოსფორის არსებობის გამოსახიერებად ან გაირეცხოს ზემოთ მოცემული პროცედურის მიხედვით. კომერციულად ხელმისაწვდომი ფოსფორისგან თავისუფალი მემბრანული ფილტრები ზემოთხსენებული პროცედურის მიხედვით უნდა იქნას გარეცხილი.

24.7 პროცედურა

ტესტისთვის საჭირო ოდენობა

აიღეთ ხსნარის ტესტისთვის საჭირო ოდენობა (მაქსიმუმ 40 მილილიტრი). ეს რაოდენობა $\rho\rho = 0,8$ მგ/ლ-მდე ორთოფოსფატის კონცენტრაციების დასადგენად გამოდგება (როდესაც 10 მილიმეტრის სისქის ოპტიკური კიუვეტა გამოიყენება). უფრო მცირე სატესტო მოცულობები ფოსფატის უფრო მაღალი კონცენტრაციების დასადგენად შეიძლება იქნას გამოყენებული (იხილეთ ცხრილი). იმავე პრინციპით, ფოსფატის უფრო დაბალი კონცენტრაციების დადგენა სპექტრული შთანთქმადობის გაზომვით არის შესაძლებელი (40-დან 50-მდე მილიმეტრის სისქის ოპტიკური კიუვეტის გამოყენების პირობებში).

Orthophosphate concentration mg/l	Volume of test portion ml	Thickness of optical cell mm
0,0 to 0,8	40,0	10
0,0 to 1,6	20,0	10
0,0 to 3,2	10,0	10
0,0 to 6,4	5,0	10
0,0 to 0,2	40,0	40 or 50

ორთოფოსფატის კონცენტრაცია (მგ/ლ)

ტესტირებისთვის განკუთვნილი ოდენობა (მილილიტრებში)

ოპტიკური კიუვეტის სისქე (მილიმეტრებში)

საკონტროლო ანალიზი

საკონტროლო ანალიზი, ფოსფატის კონცენტრაციების დადგენის პარალელურად, იმავე პროცედურის მიხედვით და იმავე რაოდენობის რეაქტივების გამოყენებით უნდა განხორციელდეს. თუმცა, ამ შემთხვევაში, ტესტისთვის საჭირო ოდენობის მაგივრად, შესაბამისი ოდენობის წყალი უნდა იქნას გამოყენებული.

კალიბრაცია

თუ სპექტრომეტრს კალიბრაციის პროგრამული უზრუნველყოფა გააჩნია, მაშინ კალიბრაციის მრუდის ეტაპის გამოტოვება შესაძლებელია.

საკალიბრაციო ხსნარების მომზადება

ვოლუმეტრული პიპეტის გამოყენებით გადაიტანეთ შესაბამისი რაოდენობის (მაგალითად 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0, 9,0 და 10,0 მილილიტრი) ორთოფოსფატის სტანდარტული ხსნარი 50 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბებში. გააზავეთ წყალში დაახლოებით 40 მილილიტრამდე. ეს ხსნარები ორთოფოსფატის $pH = 0,04$ მგ/ლ-დან 0,4 მგ/ლ-მდე კონცენტრაციებს წარმოადგენენ. გაიმეორეთ იგივე პროცედურა ფოსფატის კონცენტრაციების იმ დიაპაზონებისთვის, რომლებიც ზემოთ მოცემულ ცხრილშია ჩამოთვლილი.

ფერის ფორმირება

თითოეულ კოლბაში 1 მილილიტრი ასკორბინის მჟავა დაამატეთ, რის შემდეგაც ხსნარში 2 მილილიტრი მჟავა-მოლიბდატის ხსნარი I უნდა ჩაამატოთ (პარალელურად

კოლბის შიგთავსის ხელის წრიული მოძრაობის მეშვეობით შერევა უნდა ხდებოდეს). წყლის გამოყენებით მიიყვანეთ სითხე შესაბამის ნიშნულამდე და კარგად მოურიეთ.

შენიშვნა: სპექტრული შთანთქმადობის 700 ნანომეტრზე გაზომვა 880 ნანომეტრზე მგრძნობიარობის დაახლოებით 30%-ის დაკარგვას იწვევს.

გაზომვა სპექტრომეტრის გამოყენებით

სპექტრომეტრის გამოყენებით 10-დან 30 წუთამდე პერიოდის შემდეგ გაზომეთ თითოეული ხსნარის სპექტრული შთანთქმადობა 880 ნანომეტრზე, ან თუ მგრძნობიარობის დაკარგვა მისაღებია, 700 ნანომეტრზე.

გამოიყენეთ წყალი ეტალონურ კიუვეტაში

კალიბრაციის დიაგრამის (მრუდის) შედგენა

შეადგინეთ სპექტრული შთანთქმადობის დიაგრამის ნახაზი/მრუდი (y-ღერძის სახით) ფოსფორის შემადგენლობასთან მიმართებით (x-ღერძის სახით) მილიგრამი ფოსფორი/კალიბრაციის ხსნარების ლიტრზე სახით. სპექტრულ შთანთქმადობასა და კონცენტრაციას შორის ურთიერთმიმართება წრფივია.

დაადგინეთ მრუდის დახრა. დრო და დრო მრუდის წრფივობის გადამოწმება უნდა ხდებოდეს, განსაკუთრებით მაშინ როდესაც ქიმიური ნივთიერებების ახალი პარტიების გამოყენება ხდება.

დადგენის პროცესი

ფერის ფორმირება

სტანდარტული პროცედურა

პიპეტის გამოყენებით გადაიტანეთ ტესტისთვის განკუთვნილი ხსნარის კონკრეტული რაოდენობა (VS) 50 მილილიტრიან ერთნიშნულიან ვოლუმეტრულ კოლბაში და საჭიროების შემთხვევაში დაახლოებით 40 ± 2 მილილიტრამდე გააზავეთ

წყლით. მიჰყევით ზემოთ აღწერილ ინსტრუქციებს. თუ ტესტირებისთვის შერჩეულ ნიმუშში არსენატი აღმოჩნდა, მისი თიოსულფატის გამოყენებით არსენიტად გარდაქმნა უნდა მოხდეს (მჟავურ გარემოში). არსენიტად გარდაქმნა რაოდენობრივად დათვლადია არსენატის მინიმუმ 2 მგ/ლ As-მდე კონცენტრაციებისთვის, ისე როგორც ეს ქვემოთ არის აღწერილი.

ვოლუმეტრული პიპეტის გამოყენებით მაქსიმუმ 40 მილილიტრამდე ტესტირებისთვის განკუთვნილი ნიმუში 50 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში უნდა იქნას გადატანილი. დაამატეთ 0,4 მილილიტრი გოგირდმჟავა, 1 მილილიტრი ასკორბინის მჟავის ხსნარი და 1 მილილიტრი თიოსულფატის ხსნარი. მოურიეთ და დაელოდეთ გარდაქმნის პროცესს 10 ± 1 წუთის მანძილზე. დაამატეთ 2 მილილიტრი მჟავა-მოლიბდატის ხსნარი II. წყლის გამოყენებით აიყვანეთ შესაბამის ნიშნულამდე. კარგად მოურიეთ. მიჰყევით ზემოთაღწერილ ინსტრუქციებს.

24.8 ანალიზის ხარისხის კონტროლი

სტანდარტული ხსნარის მეთოდი

შესაძლებელია კომერციულად ხელმისაწვდომი სტანდარტული ხსნარის შესყიდვა (2 მგ/ლ ფოსფატი)

1. მოამზადეთ 2.00 მგ/ლ ფოსფატის სტანდარტული ხსნარი პიპეტის მეშვეობით 50 მგ/ლ ფოსფატის სტანდარტული ხსნარის 4.00 მილილიტრის 100 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში მოთავსებით. დისტილირებული წყლის მეშვეობით გააზავეთ შესაბამის დონემდე და კარგად შეანჯღრიეთ. გამოიყენეთ ეს ხსნარი ნიმუშის მაგივრად და ჩაატარეთ ზემოთაღწერილი ტესტი.

სტანდარტული ხსნარი: 2.00 მგ/ლ PO_4^{3-} 0.65 მგ/ P-ის ეკვივალენტურია.

ეს სტანდარტული ხსნარი სტაბილურობას ერთი კვირის მანძილზე ინარჩუნებს.

24.9 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა

ნიმუშის შეგროვება ფოსფატისგან თავისუფალი სარეცხი საშუალებებით გარეცხილი და 1:1 მარილმჟავას ხსნარში გავლებული მინის ბოთლების გამოყენებით უნდა მოხდეს. მაქსიმალურად სანდო შედეგების მისაღებად ნიმუშების ტესტირება დაუყოვნებლივ უნდა ხდებოდეს. თუ ანალიზის იმავე დღეს ჩატარება შეუძლებელია, ნიმუშები 4 °C ტემპერატურაზე მაქსიმუმ 48 საათის მანძილზე ინახება. ანალიზის ჩატარებამდე ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას უნდა გაუტოლდეს.

24.10 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.
3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული.

24.11 ლიტერატურა

- ISO 9964- პირველი გამოცემა 1993 – წყლის ხარისხი - ნატრიუმის და კალიუმის მაჩვენებლების დადგენა
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

25.0 ბრომიდის, ქლორიდის, ფთორიდის, ნიტრატის, ნიტრიტის, ფოსფატისა და სულფატის ოდენობების დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

25.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 10304 - მეორე გამოცემა, 2007 – წყლის ხარისხი — გახსნილი ანიონების ოდენობის დადგენა იონების თხევადი ქრომატოგრაფიის მეშვეობით - ბრომიდი, ქლორიდი, ფთორიდი, ნიტრატი, ნიტრიტი, ფოსფატი და სულფატი
- EPA-ს მეთოდი 300.0, არაორგანული იონების ოდენობის დადგენა იონური ქრომატოგრაფიის მეშვეობით. შესწორება 2.1, აგვისტო 1993
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტული მეთოდი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

25.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

წინამდებარე სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები შემდეგი არაორგანული ანიონების ოდენობების დადგენას ეხება: ბრომიდი, ქლორიდი, ფთორიდი, ნიტრატი, ნიტრიტი, ფოსფატი და სულფატი. წინამდებარე მეთოდი შეიძლება იქნას გამოყენებული სასმელი, ზედაპირული და მლაშე წყლების, საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენების, მყარი ნივთიერებების (ექსტრაქციის შემდეგ) და გამოტუტვის პროდუქტების (როდესაც ძმარმჟავის გამოყენება არ ხდება) გასაანალიზებლად.

25.3 მეთოდის მოკლე აღწერილობა

წყლის ნიმუშს უშვებენ კარბონატის-ორნახშირმჟავის ელუენტში, რის შემდეგაც ეს ნაკადი სხვადასხვა იონური მიმოცვლის მოწყობილობაში გაივლის (დამცავი სვეტი და მახარისხებელი სვეტი). ტესტირებისთვის საინტერესო ანიონების გამოცალკევება მათი დაბალი სიმძლავრის, გამოკვეთილად საბაზისო ანიონური მიმომცვლელისკენ (მახარისხებელი სვეტის) შედარებითი სწრაფვის საფუძველზე ხდება.

გამოცალკევებული ანიონები მიემართებიან მიკრო-მემბრანულ სუპრესორისკენ. სუპრესორში განცალკევებული ანიონები უაღრესად გამტარუნარიან მჟავურ ფორმას იღებენ და კარბონატის-ორნახშირმჟავის ელუენტი ნაკლებად გამტარ ნახშირის მჟავად გადაიქცევა. განცალკევებული ანიონები (მათ მჟავურ ფორმაში) გამტარობის მიხედვით იზომება. მათი იდენტიფიცირება შეკავების დროის მიხედვით (სტანდარტებთან შედარების შედეგად) ხდება. გამოთვლა (კვანტიფიკაცია) პიკური არეალის გაზომვით ხდება.

25.4 ზეგავლენის წყაროები

ნებისმიერ ნივთიერებას, რომლის შეკავების დრო განსასაზღვრი ანიონის შეკავების დროს ემთხვევა და რომელიც ჩვენებას იძლევა, გაზომვის პროცესში ჩარევა და მის შედეგებზე ზეგავლენის მოხდენა შეუძლია. მაგალითად, დაბალი მოლეკულური წონის ორგანული მჟავების შედარებით მაღალი კონცენტრაციები იზოკრატული ანალიზის დროს ქლორიდის და ფთორიდის მაჩვენებლების განსაზღვრაზე ზეგავლენას ახდენენ. ნებისმიერი კონკრეტული იონის მაღალი კონცენტრაცია ზეგავლენას ახდენს სხვა იონების დადგენაზე და ხანდახან შეკავებაზეც. ნიმუშების გაზავება ზეგავლენის ამ წყაროების უმრავლესობას ანეიტრალებს. იდენტიფიცირებასთან ან რაოდენობრივ ანალიზთან დაკავშირებული გაურკვევლობების გადასაჭრელად საჭიროა ნაცნობი მინარევების მეთოდის გამოყენება. რეაქტივის წყალში, მინის ჭურჭელში ან ნიმუშების გადამამუშავებელ აპარატურაში დამაბინძურებელი ნივთიერებების არსებობას ყალბი პიკური მაჩვენებლების მოცემა შეუძლია. რადგან ნიმუშები მცირე ოდენობით გამოიყენება, აუცილებელია დაბინძურების მაქსიმალურად თავიდან არიდება. ისეთ მოდიფიკაციებს როგორებიცაა ნიმუშების წინასწარი კონცენტრაციებით მომზადება, გრადიენტული ელუცია ან ელუიდირებული ნიმუშის ნაწილების თავიდან შეყვანა გარკვეული ინტერფერენციების შემსუბუქება შეუძლიათ, თუმცა ამ დროს სიზუსტის უზრუნველსაყოფად და ტენდენციურობის გამოსარიცხად საჭიროა ინდივიდუალური გადაწყვეტილებების ვალიდაცია.

25.5 აპარატურა და აღჭურვილობა

Dionex, ICS-2000

- ✓ RFIC, სერიული ნომერი #09020397
- ✓ ავტომატური მოწყობილობა სინჯებისთვის, AS40
- ✓ Dionex AS40 და ASM 5 მილილიტრიანი შუშები და ფილტრის ხუფები

Dionex, DX-500

- ✓ LC20, სერიული ნომერი #99010084
- ✓ ავტომატური მოწყობილობა სინჯებისთვის, AS40
- ✓ გამტარუნარიანობის დეტექტორი, CD20
- ✓ იზოკრატიული ტუმბო, IP25
- ✓ Dionex AS40 და ASM მილილიტრიანი შუშები და ფილტრის ხუფები
- ✓ Chromeleon-ის პროგრამული უზრუნველყოფა ელექტრონული გასაღებით, ვერსია 6.80 კომპლექცია 2212, სერიული ნომერი #57777

25.4 რეაქტივები და სტანდარტები

1) ელუენტის ხსნარი:

25.4.1 ICS-2000

- ✓ იყიდეთ EluGen კარტრიჯი, $\text{EGCIIIK}_2\text{CO}_3$

25.4.2 DX-500

- ✓ **0.5M ნატრიუმის ორნახშირმჟავა:**

გახსენით 41.7 გრამი (ანალიტიკური რეაქტივის დონის ან უკეთესი) ნატრიუმის ორნახშირმჟავა დეიონიზირებულ წყალში და გააზავეთ კონკრეტულ ნიშნულამდე ერთ ლიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში.

✓ **0.5M ნატრიუმის კარბონატი:**

გახსენით 52.8 გრამი (ანალიტიკური რეაქტივის დონის ან უკეთესი) ნატრიუმის კარბონატი დეიონიზირებულ წყალში და გააზავეთ კონკრეტულ ნიშნულამდე ერთ ლიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში.

✓ **0.5M ნატრიუმის ორნახშირმჟავის-ნატრიუმის კარბონატის ელუენტი:**

მოამზადეთ ელუენტი პიპეტის მეშვეობით 7 მილილიტრი 0.5M ნატრიუმის კარბონატის და 2 მილილიტრი 0.5M ნატრიუმის ორნახშირმჟავის ძირითადი ხსნარების 1 ლიტრიან კოლბაში მოთავსებით; დეიონიზირებული წყლის გამოყენებით გააზავეთ შესაბამის დონემდე ერთლიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში.

2) ანიონების ძირითადი სტანდარტული ხსნარები, 1000 მგ/ლ:

ძირითადი სტანდარტული ხსნარების შეძენა უმეტესწილად სერტიფიცირებული ხსნარების სახით ხდება. თუმცა, შესაძლებელია ძირითადი სტანდარტული ხსნარების ქვემოთ აღწერილი მეთოდით მომზადებაც.

მოამზადეთ სხვადასხვა ძირითადი ხსნარი შესაბამისი რაოდენობის მშრალი, რეაქტივის დონის (99%-იანი ან მეტი სისუფთავის) მარილის აწონვით და 1 ლიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში კონკრეტულ ნიშნულამდე დეიონიზირებულ წყალში გახსნით. მშრალი მარილის მომზადება რეაქტივის დონის მასალის 105°C ტემპერატურაზე ერთი საათის მანძილზე გაცხელებით და შემდეგ ექსიკატორში გაგრილებით უნდა მოხდეს (მანამ სანამ, მარილი მუდმივ წონას არ მიაღწევს). შენიშვნა: ნატრიუმის ნიტრატის ღუმელში გაშრობა დაუშვებელია; ეს ნივთიერება უბრალოდ ექსიკატორში უნდა შევინახოთ გამოყენებამდე.

ანიონი	მარილი	ოდენობა (გრამებში)
ქლორიდი	NaCl	1.6484
ბრომიდი	NaBr	1.2876
ფთორიდი	NaF	2.2100
ნიტრატი	NaNO ₃	6.0679
ნიტრიტი	NaNO ₂	4.9257
ფოსფატი	KH ₂ PO ₄	4.3937
სულფატი	K ₂ SO ₄	1.8141

ლაბორატორიულ პირობებში მომზადებული ძირითადი ხსნარები პლასტმასის ბოთლებში უნდა ინახებოდეს, მზის სხივებისგან უნდა იყოს დაცული და მაცივარში 4°C-ზე უნდა ინახებოდეს. აღნიშნული ხსნარები სტაბილურობას ერთი თვის მანძილზე ინარჩუნებენ.

3) ანიონის სამუშაო ხსნარები

i. მოსამზადებელი/კალიბრაციის სტანდარტი

პიპეტის გამოყენებით 1000 მგ/ლ ძირითადი ხსნარის შესაბამისი რაოდენობა 500 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში უნდა იქნას გადატანილი სადაც ანიონების 100%-იანი მოსამზადებელი/საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარი უნდა მომზადდეს. შემდეგი კონცენტრაციების მისაღებად გააზავეთ შესაბამის ნიშნულამდე დეიონიზირებული წყლის გამოყენებით:

ანიონი	ძირითადი ხსნარი (მლ)	[მგ/ლ]
ქლორიდი	40.0	80.0
ბრომიდი	5.00	10.0
ფთორიდი	3.00	6.00
ნიტრატი	3.00	6.00

ნიტრიტი	3.00	6.00
ფოსფატი	4.00	8.00
სულფატი	50.0	100.0

ii. QC/ICAL-ის სტანდარტული ხსნარები

პიპეტის გამოყენებით ანიონების 100%-იანი მოსამზადებელი საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარიდან ალიკვოტური სინჯი უნდა იქნას ამოღებული, რომლის მეშვეობით ქვემოთ ჩამოთვლილი ხარისხის კონტროლის სტანდარტული და საკალიბრაციო (ICAL) სტანდარტული ხსნარები უნდა დამზადდეს. თითოეული ხსნარი შესაბამის მოცულობამდე დეიონიზირებული წყლის გამოყენებით 100 მილილიტრიან კოლბებში უნდა გაზავდეს.

- 10 მილილიტრი 10%-იანი ანიონებისთვის ICAL1
- 25 მილილიტრი 25%-იანი ანიონებისთვის ICAL2
- 25 მილილიტრი 25%-იანი ანიონებისთვის LCS და LCSD
- 50 მილილიტრი 50%-იანი ანიონებისთვის ICAL3/CCVS

iii. ICVS ხსნარი

პიპეტის მეშვეობით ამოიღეთ მეორე წყაროდან (ანუ კალიბრაციისთვის გამოყენებული ძირითადი სტანდარტული ხსნარების წყაროსგან დამოუკიდებელი წყაროდან) მიღებული შესაბამისი ოდენობის ძირითადი სტანდარტული ხსნარები, რომელთა მეშვეობით 50%-იანი ანიონების ICVS ხსნარი უნდა მომზადდეს 1 ლიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში. გახსენით შესაბამის ნიშნულამდე დეიონიზირებულ წყალში, რის შედეგადაც შემდეგი კონცენტრაციები უნდა იქნას მიღებული:

ანიონი	ძირითადი ხსნარი (მლ)	[მგ/ლ]
ქლორიდი	40.0	40.0

ბრომიდი	5.00	5.00
ფთორიდი	3.00	3.00
ნიტრატი	3.00	3.00
ნიტრიტი	3.00	3.00
ფოსფატი	4.00	4.00
სულფატი	50.0	50.0

iv. მატრიცული სპაიკი (Matrix spike)

გამოიყენეთ ძირითადი სტანდარტული ხსნარები, რომლებიც ანიონების 100%-იანი მოსამზადებელი/საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარების დასამზადებლად იქნა გამოყენებული. მოამზადეთ მატრიცული სპაიკი პიპეტის მეშვეობით თითოეული გასაანალიზებელი კომპონენტის ძირითადი სტანდარტული ხსნარის კონკრეტული რაოდენობის 100 მილიმეტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში გადატანით და შესაბამის ნიშნულამდე გაზავებით, რომლის შედეგად შემდეგი კონცენტრაციები უნდა იქნას მიღებული:

ანიონი	ძირითადი ხსნარი (მლ)	[მგ/ლ]
ქლორიდი	0.50	5.0
ბრომიდი	0.50	5.0
ფთორიდი	0.50	5.0
ნიტრატი	0.50	5.0
ნიტრიტი	0.50	5.0
ფოსფატი	0.50	5.0
სულფატი	0.50	5.0

გაიმეორეთ იგივე პროცესი მატრიცული სპაიკის დუბლიკატი ნიმუშის მისაღებად.

შენიშვნა: ანიონების სამუშაო ხსნარების მომზადება მითითებულზე ნაკლები ანიონების გამოყენებით არის შესაძლებელი, თუმცა ანიონთა რაოდენობა კლიენტისთვის საინტერესო ანალიტიკური მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად უნდა იყოს საკმარისი. როდესაც მოსამზადებელი, ICVS და CCVS ხსნარები პლასტმასის ბოთლებში, მზის სინათლისგან შორს, მაცივარში 4°C-ზე ინახება, ისინი სტაბილურობას ერთი კვირის მანძილზე ინარჩუნებენ. ICAL-ები, LCS/LCSD-ები და მატრიცული სპაიკის სინჯები ყოველდღე თავიდან უნდა მომზადდეს.

25.8 ხარისხის კონტროლი

ლაბორატორიული რეაგენტის ბლანკი (LRB) – ნიმუშების თითოეული პარტიიდან მინიმუმ ერთი ლაბორატორიული რეაგენტის ბლანკი უნდა გაანალიზდეს. ლაბორატორიული რეაგენტის ბლანკის შედეგები, რომლებიც მეთოდის მგრძნობიარობის ზღვარს (MDL) აჭარბებენ ლაბორატორიის ან რეაგენტის დაბინძურებაზე მიუთითებს; ასეთ შემთხვევაში ანალიზების გაგრძელებამდე შესაბამისი მაკორექტირებელი ნაბიჯები უნდა იქნას გადადგმული.

25.8.1 ლაბორატორიული საკონტროლო ნიმუში (LCS) – ნიმუშების თითოეული პარტიიდან მინიმუმ ერთი ლაბორატორიული საკონტროლო ნიმუში უნდა გაანალიზდეს. თუ უახლესი LCS 90-110%-იან მაჩვენებელს სცილდება, ეს გასაანალიზებელი ნიმუში კონტროლს მიღმა ჩაითვლება, შედეგების ოფიციალურად წარმოდგენამდე საჭიროა ამ პრობლემის წყაროს დადგენა და გადაწყვეტა (ანუ ახლახანს მიღებული LCS დადგენილ ზღვრებში უნდა იყოს).

25.8.2 ლაბორატორიული საკონტროლო ნიმუშის დუპლიკატი (LCSD) – ნიმუშების თითოეული პარტიიდან მინიმუმ ერთი LCSD უნდა გაანალიზდეს. თუ LCSD-ის RPD 10%-ს აღემატება, გასაანალიზებელი ნიმუშის სიზუსტე კონტროლს მიღმა იქნება მიჩნეული. შედეგების ოფიციალურად წარმოდგენამდე საჭიროა ამ პრობლემის წყაროს დადგენა და გადაწყვეტა (ანუ LCSD 10%-ს ან უფრო ნაკლებს უნდა უდრიდეს).

25.8.3 *საკალიბრაციო ბლანკი (CB)* – საკალიბრაციო ბლანკი ყოველდღიური კალიბრაციის დასრულებისთანავე, ყოველი მეათე ნიმუშის ტესტირების შემდეგ და ნიმუშების პარტიის ამოწურვისას უნდა გაანალიზდეს. საკალიბრაციო ბლანკის შედეგები, რომლებიც მეთოდის მგრძნობიარობის ზღვარს აჭარბებს კალიბრაციის პრობლემაზე ან კალიბრაციის გადახრაზე მიუთითებს; ანალიზს დაქვემდებარებული პარტიის ტესტირება უნდა შეწყდეს და ინსტრუმენტის თავიდან კალიბრირება უნდა მოხდეს. ყველა ის ნიმუში, რომლებიც ბოლო მისაღები საკალიბრაციო ბლანკის შემდეგ გაანალიზდა, თავიდან უნდა იქნას გაანალიზებული.

25.8.4 *განგრძობითი კალიბრაციის ვერიფიკაციის ხსნარი (CCVS)* – CCVS ყოველდღიური კალიბრაციის დასრულებისთანავე, ყოველი მეათე ნიმუშის ტესტირების შემდეგ და ნიმუშების პარტიის ამოწურვისას უნდა გაანალიზდეს. CCVS-ს შედეგები თავდაპირველი კალიბრაციის მაჩვენებლის 90-110%-ს უნდა შეესაბამებოდეს. თუ ანალიზს დაქვემდებარებული ნიმუში ამ დიაპაზონს სცილდება, აღნიშნული მეთოდი კონტროლს მიღმა იქნება ჩათვლილი და შესაბამისი პარტიის ანალიზი უნდა შეწყდეს, ხოლო ინსტრუმენტის კალიბრაცია თავიდან უნდა ჩატარდეს. ყველა ის ნიმუში, რომლებიც ბოლო მისაღები CCVS-ის შემდეგ გაანალიზდა, თავიდან უნდა იქნას გაანალიზებული.

25.8.5 *მატრიცული სპაიკი (MS)* – თითოეული ანალიზს დაქვემდებარებული ნიმუშის ცნობილი ოდენობა ნიმუშების პარტიაში არსებული უცნობი ნიმუშების მინიმუმ 10%-ის ცნობილ ოდენობას უნდა დაემატოს. მატრიცულ სპაიკში დამატებული ანალიზს დაქვემდებარებული ნიმუშების კონცენტრაცია იმდენივე უნდა იყოს რამდენიც ლაბორატორიულ საკონტროლო ნიმუშში იქნა გამოყენებული. თუ მატრიცულ სპაიკში დამატებული ნიმუშის კონცენტრაცია ამ ნიმუშში თავიდან არსებული ბუნებრივი კონცენტრაციის 25%-ზე ნაკლებია, მატრიციდან მიღებული შედეგების გამოთვლა ან ოფიციალურად წარმოდგენა არ უნდა მოხდეს. თუ მატრიცული სპაიკის შედეგები 80-120%-იანი დიაპაზონის

გარეთაა, პარტიაში მატრიცული სპაიკის ანალიზის შედეგები უნდა მოინიშნოს როგორც პოტენციური მატრიცის ეფექტის მქონე შედეგები.

25.8.6 ხელით ინტეგრირება – ხელით ინტეგრირება და საბაზისო ხაზის კორექტირება მკაცრად იკრძალება. როდესაც საბაზისო ხაზის ხმაური გარჩევადობაზე ან რაოდენობრივ ანალიზზე ახდენს ზეგავლენას, შესაბამისი ნიმუშების თავიდან გაანალიზება უნდა მოხდეს.

25.9 პროცედურა

ნიმუშებთან დაკავშირებული მანიპულაციები

25.9.1 ნიმუშების შეგროვება – ნიმუშების შეგროვება პლასტმასის ან მინის ბოთლების გამოყენებით უნდა მოხდეს. ყველა ბოთლი საგულდაგულოდ უნდა იყოს გასუფთავებული და ლაბორატორიულ წყალში გავლებული. შეგროვებული ნიმუშის ოდენობა რეპრეზენტატიული სინჯის მიღებისთვის და პარალელური ანალიზების ჩასატარებლად საკმარისი უნდა.

25.9.2 ნიმუშების ფილტრაცია - ზოგიერთი ნიმუშის იონური ქრომატოგრაფული მეთოდის გამოყენებით გასაანალიზებლად მათი ფილტრაცია შეიძლება გახდეს საჭირო. ასეთ შემთხვევებში ნიმუშის გაფილტვრა ლიუერის ნაცმიანი შპრიცით (შპრიცის სიდიდე გასაფილტრი ნიმუშის ოდენობის შესაბამისი უნდა იყოს) და 25 მილიმეტრიანი $0.45\mu\text{m}$ სიდიდის ფორების მქონე შპრიცის ფილტრის მეშვეობით უნდა მოხდეს. ნიმუშები იმდენჯერ უნდა გაიფილტროს რამდენიც საჭირო იქნება გამჭვირვალე, ხსნადი ნივთიერებებისგან თავისუფალი ნიმუშის მისაღებად.

25.9.3 ნიმუშის მომზადება

დაელოდეთ სანამ ნიმუშების ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას გაუტოლდება. საჭიროების შემთხვევაში ანალიზის ჩატარებამდე გაფილტრეთ ნიმუშები.

25.9.4 ნიმუშების შენახვის დრო

ნიმუშების და ანიონების შენახვის პერიოდებია:

გასაანალიზებელი ნივთიერება	კონსერვაცია	შენახვის დრო
ბრომიდი	არ არის საჭირო	28 დღე
ქლორიდი	არ არის საჭირო	28 დღე
ფთორიდი	არ არის საჭირო	28 დღე
ნიტრატი	$4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	48 საათი
ნიტრიტი	$4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	48 საათი
ფოსფატი	$4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	48 საათი
სულფატი	$4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	28 დღე

25.9.5 ნიმუშების შენახვა – კონკრეტულ კონტეინერში ის ანიონი, რომელიც ყველაზე მკაცრ საკონსერვაციო ზომებს და ყველაზე მოკლე შენახვის დროს ითხოვს, კონკრეტული სინჯის მიმართ მოპყრობის წესებს განსაზღვრავს. ზოგადად, ყველა წყალშემცველი ნიმუში $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე უნდა იქნას შენახული და 48 საათში გაანალიზებული თუ გამოსაკვლევეია ნიტრატი, ნიტრიტი ან ფოსფატები.

25.10 ინსტრუმენტის კალიბრაცია

- 1) ICS-2000-ს შემთხვევაში ინსტრუმენტის კალიბრაცია მინიმუმ კვირაში ერთხელ, DX-500-ისთვის ელუენტის მომზადებისას ან კალიბრაციის დადასტურების (ვერიფიკაციის) ჩავარდნის შემთხვევაში მოქმედი სტანდარტების შესაბამისად უნდა ტარდებოდეს.

- 2) კალიბრაციის მრუდი სამი ან მეტი ICAL-ის ხსნარის გამოყენებით უნდა მომზადდეს. მიღებულ კალიბრაციის მრუდთან მიმართებით თითოეულ გასაანალიზებელ ნიმუშთან დაკავშირებით რეგრესიული ანალიზი უნდა ჩატარდეს. კალიბრაციის ბლანკი კალიბრაციის მრუდში ან როგორც ICAL-ი არ გამოიყენება.
- 3) თითოეული გასაანალიზებელი ნიმუშისთვის რეგრესიული ანალიზის შედეგად მიღებული კორელაციის კოეფიციენტი უნდა იყოს ≥ 0.995 .
- 4) კალიბრაციის მრუდის ვალიდაციისთვის საშუალო დონის ICVS-ს ანალიზია საჭირო. ICVS-ს შედეგი მისი მომზადების სიდიდის 10%-ის ფარგლებში უნდა იყოს.
- 5) თუ კორელაციის კოეფიციენტის ან ICVS-ს მისაღები ზღვრები არ იქნება დაკმაყოფილებული, საჭიროა კალიბრაციის ახალი მრუდის გენერირება, რომელიც მისაღებ კრიტერიუმებს დააკმაყოფილებს.
- 6) გასაანალიზებელი ნიმუშის დიაპაზონი – თუ ნიმუშის გასაანალიზებელი კომპონენტის კონცენტრაცია გასაანალიზებელი კომპონენტის კალიბრაციის რეალურ დიაპაზონს აჭარბებს (ეს დიაპაზონები ქვემოთ არის ჩამოთვლილი), ნიმუში შეიძლება გაზავდეს იმისთვის, რომ იგი ამ დიაპაზონში ჩაჯდეს, რის შემდეგაც მისი თავიდან გაანალიზება უნდა მოხდეს. ნიმუშთან დაკავშირებული პირდაპირი შედეგები ოფიციალურად არ უნდა იქნას წარმოდგენილი თუ ისინი შესაბამისი კალიბრაციის დიაპაზონებში არ ჯდებიან.

ბრომიდი 0.50 – 10.0 მგ/ლ

ქლორიდი 4.00 – 80.0 მგ/ლ

ფთორიდი 0.05 – 6.00 მგ/ლ

ნიტრატი 0.05 – 6.00 მგ/ლ

ნიტრიტი 0.05 – 6.00 მგ/ლ

ფოსფატი 0.40 – 8.00 მგ/ლ

სულფატი 5.00 – 100.0 მგ/ლ

25.11 ნიმუშის ანალიზი (იხილეთ WI-205.1)

- 25.11.1 დაადგინეთ ინსტრუმენტის კალიბრაციის (IC) საოპერაციო პარამეტრები, რომლებიც კალიბრაციისთვის გამოყენებული პარამეტრების ეკვივალენტური უნდა იყოს, და დაადგინეთ სტაბილური საბაზისო ხაზი.
- 25.11.2 *ICS-2000-ის შემთხვევაში*, სანამ ნიმუშების პარტიის ანალიზს დაიწყებთ, განახორციელეთ ინსტრუმენტის შემოწმების პროცედურა და დარწმუნდით, რომ პარტიის გასაანალიზებლად საკმარისი რაოდენობის დეიონიზირებული წყლის ელუენტი არსებობს.
- 25.11.3 *DX-500-ის შემთხვევაში*, ცისტერნიდან გამოსული აზოტის psi-ის მაჩვენებელი (ფუნტი კვადრატულ დიუიმზე) 80-100psi-ს უნდა შეადგენდეს, ელუენტის psi 40-60 psi-ს (ან 6-9) უნდა უდრიდეს, ერთი პარტიის გასაანალიზებლად 1000 მილილიტრი ელუენტი საკმარისი უნდა იყოს.
- 25.11.4 დაადგინეთ თავდაპირველი დასაბუთებული კალიბრაციის მაჩვენებელი ან 7.2.2.2.-ე პუნქტში აღწერილი კალიბრაციის სამუშაო მრუდი დაადასტურეთ.
- 25.11.5 ჩატვირთეთ და შეიყვანეთ ნიმუშის ფიქსირებული ოდენობა ან ხარისხის კონტროლის ნიმუში (ეს ოდენობა კალიბრაციისთვის გამოყენებული ოდენობის შესაბამისი უნდა იყოს) .
- 25.11.6 შეკავეთ დროის ფანჯრის სიგანე, რომელიც პიკური მაჩვენებლების იდენტიფიცირებისთვის გამოიყენება, სტანდარტული ხსნარების გაზომვის რეალურ შედეგებს უნდა ეყრდნობოდეს.
- 25.11.7 თუ ქრომატოგრამში საკმარისი გარჩევადობა ვერ იქნება მიღწეული ან კონკრეტული გასაანალიზებელი კომპონენტის იდენტიფიცირება საეჭვოა, შესაძლებელია სტანდარტული ხსნარის დამატების მეთოდი იქნას

გამოყენებული კონკრეტული გასაანალიზებელი კომპონენტის არსებობის ან არ არსებობის დასადასტურებლად.

25.12 მონაცემების წარმოდგენა

- 1) Chromeleon-ის პროგრამა ავტომატურად ახორციელებს კალკულაციებს.
- 2) შედეგების მოწოდება მგ/ლ-ებში ხდება.
- 3) როდესაც რამდენიმე გასაანალიზებელი კომპონენტი ერთ ნიმუშში ერთიანდება, მატრიცული სპაიკის ამოღების პროცენტული მაჩვენებლის კორექტირება გამოყენებული სტანდარტული ხსნარის მიხედვით უნდა მოხდეს. მატრიცულ სპაიკში გამოყენებული სტანდარტული ხსნარის მომატებული ოდენობის გამო, ქვემოთ მოცემული კალკულაცია გამოყენებული სტანდარტული ხსნარის ოდენობის მიხედვით კორექტირების განსახორციელებლად გამოიყენება (თუ სპაიკი მთლიანი ოდენობის 5%-ს აჭარბებს).

კორელაციის კოეფიციენტი = $\frac{\text{მთლიანი ოდენობა (მლ)} - \text{სტანდარტული ხსნარის ოდენობა (მლ)}}{\text{მთლიანი ოდენობა (მლ)}}$

მთლიანი ოდენობა (მლ)

ამოღების % = $\frac{MS - (M \times \text{კორექტირების კოეფიციენტი})}{\text{სპაიკის კონცენტრაცია}} \times 100\%$

სპაიკის კონცენტრაცია

25.13 თითოეული ანალიზის მონაცემების ელექტრონულად ჩაწერა და მონაცემების ფაილიდან ამობეჭდვა ხდება. მონაცემების შენახვა Sharepoint-ის ქსელში დასახელების მინიჭების “YYYYMMDD”-ის სისტემის გამოყენებით ხდება (სადაც Y არის წელი, M არის თვე, ხოლო D კი დღე) ამის შემდეგ ეს მონაცემები შესაბამისი კომპიუტერის სპეციალისტის მიერ ყოველ ღამე ინახება ხოლმე.

25.14 ტექნიკური მომსახურება

აპარატურის ნებისმიერი ტექნიკური მომსახურება (იქნება ეს რეგულარული თუ სპეციალური მომსახურება) ტექნიკური მომსახურების ჟურნალში მისი განხორციელების დროს უნდა იქნას აღრიცხული.

აპარატურის ყოველდღიური მოხმარების წინ მისი რეგულარული ტექნიკური მომსახურება უნდა ხორციელდებოდეს.

25.14.1 ICS-2000-ის შემთხვევაში: შეამოწმეთ ინსტრუმენტის მთლიანი ჩარჩო რათა დარწმუნდეთ, რომ გამორეცხვისთვის გამოყენებული შესასვლელებიდან, ელუენტის შემკრები მილსადენების შეერთების ადგილებიდან, სარქველებიდან და ელუენტის რეზერვუარებიდან სითხის გამოჟონვა არ ხდება. კარგად მოუჭირეთ ან გამოცვალეთ ყველა ის ნაწილი საიდანაც სითხე ჟონავს. შეამოწმეთ სითხეების გამტარი მილები და დარწმუნდით რომ იქიდან სითხის გამოჟონვა არ ხდება. ყოველ 4-6 კვირაში ერთხელ (ან საჭიროებისამებრ) შეამოწმეთ და გამოცვალეთ სვეტის საყრდენი. დააკვირდით არის თუ არა ამ საყრდენზე თეთრი ან ყავისფერი ნალექი. საყრდენების გამოცვლა მხოლოდ სვეტის შენაკადის მხარეს უნდა მოხდეს.

25.14.2 DX-500-ის შემთხვევაში: გაავლეთ ფისტონი წყალში, რათა მას ის კრისტალები მოვაცილოთ, რომლებსაც მისი გაცვეთა და მთავარი პლომბიდან სითხის გამოჟონვის გამოწვევა შეუძლიათ. გააღეთ ტუმბოს კარი და მოძებნეთ გამორეცხვისთვის გამოყენებული ორი შესასვლელი, რომლებიც ტუმბოს თითოეული გამოსასვლელის წინა ნაწილზე მდებარეობს. დააყენეთ ნარჩენების მილაკი ტუმბოს გამოსასვლეზე და და მოათავსეთ ის ნარჩენების მენზურაში. მიამაგრეთ პატარა შპრიცი ტუმბოს გამოსასვლელს და 3-4-ჯერ ჩარეცხეთ 5-10 მილილიტრი დეიონიზირებული წყლით. ეს პროცესი ტუმბოს ორივე გამოსასვლელზე უნდა ჩატარდეს. შეამოწმეთ CD20-დან ელექტროგამტარობის კიუვეტისკენ მიმავალი სითხის გადამტანი მილი და დარწმუნდით რომ გაჟონვას არ აქვს ადგილი, თუ ადგილზე რაიმე სითხეა გადმოღვრილი ის უნდა

გაიწმინდოს. ყოველ 4-6 კვირაში ერთხელ შეამოწმეთ და გამოცვალეთ სვეტის საყრდენი. დამცავი სვეტი ასეთ შემოწმებას უფრო ხშირად საჭიროებს ხოლმე. დააკვირდით არის თუ არა ამ საყრდენზე თეთრი ან ყავისფერი ნალექი. საყრდენების გამოცვლა მხოლოდ სვეტის შენაკადის მხარეს უნდა მოხდეს. თუ ელუენტის ფილტრი ფერს შეიცვლის (წესით ის თეთრი უნდა იყოს), გამოცვალეთ ფილტრი.

- ✓ შეამოწმეთ DX-500-ში შემავალი აზოტის წნევა (შემავალი წნევის მაჩვენებელი 80-100psi-ს უნდა შეადგენდეს), ასევე შეამოწმეთ ცისტერნის დონე.
- ✓ შეამოწმეთ ინსტრუმენტის მთლიანი ჩარჩო რათა დარწმუნდეთ, რომ გამორეცხვისთვის გამოყენებული შესასვლელებიდან, ელუენტის შემკრები მილსადენების შეერთების ადგილებიდან, სარქველებიდან და ელუენტის რეზერვუარებიდან სითხის გამოჟონვა არ ხდება. კარგად მოუჭირეთ ან გამოცვალეთ ყველა ის ნაწილი საიდანაც სითხე ჟონავს.
- ✓ გადაწმინდეთ გადმოღვრილი სითხე და გამოიყენეთ დეიონიზირებული წყალი ტუმბოს კომპონენტებიდან გამხმარი რეაქტივების მოსაცილებლად.
- ✓ პერიოდული ტექნიკური მომსახურება საჭიროებისამებრ უნდა ხორციელდებოდეს და აღირიცხებოდეს (ტექნიკური მომსახურების დოკუმენტირება).

შეამოწმეთ ყველა საჰაერო და სითხის გამტარი მილაკი და დარწმუნდით რომ მათ შევიწროვებას და დაბრკოლებას არ აქვს ადგილი. შევიწროვებული მილაკები სხვა ადგილზე გადაიტანეთ ან შეუცვალეთ მიმართულება, ხოლო დაზიანებული მილაკები უნდა გამოიცვალოს.

25.15 ტექნიკური პრობლემების აღმოფხვრა

24.15.1 პიკური მაჩვენებლების იდენტიფიცირება

25.15.1 Integration screen-ზე გამოჩენისას თუ კონკრეტული პიკური მაჩვენებლის იდენტიფიცირება მოხდა, მაგრამ მისი დასახელების დაფიქსირება ვერ მოხერხდა (რაც პიკური მაჩვენებლის შეკავების დროის ფანჯრის გარეთ მოქცევითაა გამოწვეული), დააჭირეთ QNT-Editor-ს და შედით პიკის მოძებნის კატეგორიაში (peak tracking tab). დაარეგულირეთ ფანჯრის ნომერი 0.1-ით (კონკრეტული პიკისთვის) მანამ, სანამ მისი დასახელება არ დაფიქსირდება, და ეკრანის დახურვისას შეინახეთ ცვლილებები method file anions-ში.

25.15.2 არაიდენტიფიცირებული პიკების ან არასწორად იდენტიფიცირებული პიკების სწორად იდენტიფიცირება integration screen-ზე გადასვლით, insert peak tool-ის შერჩევით (შავი ისარი გამრუდებული კუდით), შესაბამის პიკზე ორჯერ დაკლიკებით, კომპონენტების სიიდან შესაბამისი ანიონის შერჩევით, შემდეგ force peak assignment ღილაკზე ან მის ქვემოთ მდებარე ნებისმიერ სხვა assignment ღილაკზე დაჭერით არის შესაძლებელი.

25.15.3 ICS-2000

ქრომატოგრაფულ სისტემასთან დაკავშირებული პრობლემების შემთხვევაში, იხილეთ ICS-2000-ის მწარმოებლის ინსტრუქციების მე-4 თავი „ტექნიკური პრობლემების აღმოფხვრა“ (“Troubleshooting”), ასევე შეგიძლიათ Dionex-ის Reference Library Disk-ის ნახვა.

25.15.4 DX-500

წნევის ქვედა ზღვრის დარღვევა

- ✓ დარწმუნდით, რომ ელუენტი შერჩეულ არხში ასხია. თუ ელუენტის რეზერვუარი ცარიელია, შეავსეთ იგი. მუშაობის განახლებამდე შეავსეთ ტუმბო.
- ✓ დარწმუნდით, რომ გადამწოდის (ტრანსდუსერის) ნარჩენების სარქველი დაკეტილია, რისთვისაც ტრანსდუსერის კორპუსზე არსებული თავაკი საათის ისრის მიმართულებით უნდა გადაწიოთ.

- ✓ დარწმუნდით, რომ დინების მარეგულირებელ სისტემაში გაჟონვებს არ აქვს ადგილი.
- ✓ დააყენეთ ტუმბო LOCAL DIRECT CONTROL-ის რეჟიმში. დააჭირეთ off/on ღილაკს ტუმბოს ჩასართველად და დარწმუნდით რომ ფისტონები მოძრაობენ და რომ ტუმბოს ხმა გესმით. თუ ტუმბოდან არავითარი ხმა არ გამოდის, შეამოწმეთ ელექტრონული აპარატურის კორპუსის კარების შიგნით არსებულ CPU-ს ბარათზე განლაგებული LED-ის სინათლე. წითელი LED-ი დენის მიწოდებასთან დაკავშირებულ პრობლემაზე მეტყველებს. გამოცვალეთ დენის მიწოდების წყარო და დაუკავშირდით Dionex-ის ტექნიკურ სამსახურს.
- ✓ ჩართული ტუმბოს პირობებში კალმის მეშვეობით დააჭირეთ ეკრანზე DSP STATUS-ს და დააკვირდით მარცხენა-მარჯვენა წნევის ინდიკატორის მოძრაობისას წნევის ცვლილება 3%-ს ხომ არ სცილდება. თუ ეს ასეა, მაშინ იხილეთ სტანდარტული მეთოდები 4110B-ს „ტუმბოს“ განყოფილება. თუ ეს ასე არაა, გაზარდეთ დინების სიჩქარე ან შეამცირეთ ქვედა წნევის ზღვრის პარამეტრები და გააგრძელეთ ოპერაცია.

25.15.5 სითხის გაჟონვა/გაჟონვის შესახებ განგაში

- ✓ *ტუმბოს გამოსასვლელი* – ტუმბოს გამოსასვლელის წინა ნაწილში მდებარე გამოსარეცხი პორტებიდან ან ტუმბოს გამოსასვლის უკანა ნაწილიდან სითხის გამოჟონვა შესაძლოა ფისტონის დეფექტური პლომბის მანიშნებელი იყოს. გამოცვალეთ ფისტონის პლომბი და გაავლეთ იგი. შეამოწმეთ ელუენტის ყველა დამაკავშირებელი ნაწილი.
- ✓ *წნევის ტრანსდუსერი* – შეამოწმეთ წნევის ტრანსდუსერი. თუ გაჟონვის წყარო ნარჩენების სარქველია, გამოცვალეთ მისი მამჭიდროებელი რგოლი (იხილეთ DX-500-ის მწარმოებლის ინსტრუქციების „ტუმბოს“ განყოფილების 5.4-ე ქვეთავი). თუ გაჟონვას ტრანსდუსერის უკანა ნაწილში აქვს ადგილი, დაუკავშირდით Dionex-ის ტექნიკურ სამსახურს.

- ✓ ტუმბოს ჩამსხმელი სარქველი – მოუჭირეთ ყველა მჟონავ ნაწილს სანამ ჟონვა არ გაჩერდება. თუ ეს არ შეაჩერებს ჟონვას, გამოცვალეთ ეს ნაწილები და/ან მილები. თუ ესეც არ შეაჩერებს გაჟონვას, გამოცვალეთ ჩამსხმელი ბლოკი.
- ✓ შიდა მექანიკური კორპუსიდან მომდინარე გაჟონვა – შეამოწმეთ კორპუსი და დარწმუნდით რომ გაჟონვას არ აქვს ადგილი. მოუჭირეთ მჟონავ ნაწილებს. გამოცვალეთ ყველა დაზიანებული ნაწილი.

25.16 ლიტერატურა

- სტანდარტული მეთოდები, 19-ე გამოცემა, მეთოდი 4110B.
- EPA-ს მეთოდი 300.0, არაორგანული იონების ოდენობის დადგენა იონური ქრომატოგრაფიის მეშვეობით. შესწორება 2.1, აგვისტო 1993
- ICS-2000-ის მწარმოებლის ინსტრუქციები, Dionex Reference Disk
- DX-500-ის ქრომატოგრაფული სისტემის მწარმოებლის ინსტრუქციები

26.0 ICP-MS და AAS-ის მეშვეობით მძიმე ლითონების ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

26.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- ISO 11885 მეორე გამოცემა, 2007 – წყლის ხარისხი — კონკრეტული ელემენტების ოდენობის დადგენა ინდუქციურად მიბმული პლაზმის მქონე ოპტიკურ-ემისიური სპექტრომეტრით (ICP-OES)
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

26.2 გამოყენების ფარგლები

წინამდებარე საერთაშორისო სტანდარტი ადგენს სხვადასხვა ტიპის წყლებში (მაგალითად მიწისქვეშა, ზედაპირული, ნედლი, სასმელი და ჩამდინარე წყლები) გახსნილი ელემენტების, ნაწილაკებთან მიერთებული ელემენტების (ე.წ. “მაკრონაწილაკების”) და ელემენტების ზოგად ოდენობას; საუბარია შემდეგი სახის ელემენტებზე: ალუმინი, სტიბიუმი, დარიშხანი, ბარიუმი, ბერილი, ვისმუტი, ბორი, კადმიუმი, კალციუმი, ქრომი, კობალტი, სპილენძი, გალიუმი, ინდიუმი, რკინა, ტყვია, ლითიუმი, მაგნიუმი, მარგანეცი, მოლიბდენი, ნიკელი, ფოსფორი, კალიუმი, სელენი, სილიკონი, ვერცხლი, ნატრიუმი, სტრონციუმი, გოგირდი, თუნუქი, ტიტანიუმი, ვოლფრამი, ვანადიუმი, თუთია და ცირკონიუმი.

26.3 პრინციპი

მეთოდის საფუძველს ოპტიკური სპექტროსკოპიის მეთოდის მეშვეობით გამოშვებული სინათლის გაზომვა წარმოადგენს. ნიმუშების გაფრქვევის შედეგად მიღებული აეროზოლი პლაზმურ სანთურაზე გადააქვთ სადაც დამაგნიტების პროცესი ხორციელდება.

ინდუქციურად მიბმული პლაზმა:

სინათლის ემისიის ტიპური სპექტრი რადიო სიხშირის ინდუქციურად მიმაგრებული პლაზმის (ICP) მიერ წარმოიქმნება. სინათლის სპექტრი გისოსებიანი სპექტრომეტრის მიერ მიმოიფანტება, ხოლო ხაზების ინტენსივობის მონიტორინგს დეტექტორი ახორციელებს. დეტექტორისგან გამოსულ სიგნალებს კომპიუტერული სისტემა ამუშავებს და აკონტროლებს. შესაბამისი ფონური კორექციის მეთოდის გამოყენებით სხვადასხვა გარე ფაქტორების მიერ მიკროელემენტების დადგენაზე განხორციელებული ზეგავლენის კომპენსირება ხდება.

ატომურ-ადსორბციული სპექტრომეტრია

ამ მეთოდის ფარგლებში ადსორბციული სპექტრომეტრიის გამოყენებით კონკრეტულ ნიმუშში გასაანალიზებელი კომპონენტის კონცენტრაციის შეფასება ხდება. ეს მეთოდი ისეთ სტანდარტულ ხსნარებს ითხოვს, რომელთა გასაანალიზებელი კომპონენტების შემადგენლობა ცნობილია, რადგან ამ შემთხვევაში გაზომილ შთანთქმასა და გასაანალიზებელი კომპონენტების კონცენტრაციას შორის თანაფარდობა დგინდება; შესაბამისად ეს მეთოდი ბერ-ლამბერტის კანონს ეყრდნობა.

ატომურ-ადსორბციული სპექტრომეტრია გასაანალიზებელი ლითონისთვის დამახასიათებელ ტალღის სიგრძეზე ენერგიის შთანთქმისთვის გამოიყენება; გარდა ამისა, ატომურ-ადსორბციული სპექტრომეტრია ემისიის რეჟიმში ოპერირებისთვისაც გამოიყენება.

26.4 მეთოდი - მძიმე ლითონების ანალიზი

ანალიზის პროცედურებმა ვალიდაცია უნდა გაიაროს და ისინი ყველა ქვემოთ მოცემულ კრიტერიუმს უნდა აკმაყოფილებდეს:

- შერჩეული მეთოდი სამიზნე მძიმე ლითონების ანალიზისთვის შესაბამისია;
- თითოეული სამიზნე მძიმე ლითონისთვის მგრძნობელობის და კვანტიფიკაციის ზღვრები დადგენილია;
- კვანტიფიკაციის ზღვარი თითოეული სამიზნე მძიმე ლითონისთვის 0.05 მგ/კგ-ს შეადგენს;

- თითოეული სამიზნე მძიმე ლითონის ამონაგები 75-125%-ს შეადგენს;
- მეთოდის განმეორებადობა 15% RSD-ზე ნაკლებია;
- ანალიტიკური დეტექტორისგან მიღებული წრფივი რეაქცია კალიბრაციის დიაპაზონის ფარგლებშია.

26.5 რეაქტივები

ყველა გამოყენებული რეაქტივი ანალიტიკური დონის სისუფთავის ან ეკვივალენტური ხარისხის უნდა იყოს. გარდა ამისა, რეაქტივები არ უნდა შეიცავდნენ ისეთ დამაბინძურებელ ნივთიერებებს, რომლებსაც ანალიზის შედეგებზე ზეგავლენის მოხდენა შეუძლიათ.

- ✓ კონცენტრირებული აზოტის მჟავა
- ✓ გოგირდის მჟავა
- ✓ მარილმჟავა
- ✓ წყალბადის ზეჟანგი 30%
- ✓ ამონიუმის სულფატი
- ✓ ძირითადი ხსნარი (ანალიზს დაქვემდებარებული თითოეული მძიმე ლითონისთვის)
- ✓ ასევე შესაძლებელია მრავალელემენტიანი სტანდარტული ხსნარის ყიდვა

მოამზადეთ საჭირო სტანდარტული ხსნარები ძირითადი ხსნარის 1000 მილიმეტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში გაზავებით და 5 მილილიტრი აზოტის მჟავის დამატებით, რის შემდეგაც ხსნარი შუალედული სტანდარტული ხსნარისთვის (და საბოლოო ჯამში სამუშაო სტანდარტული ხსნარისთვის) დამახასიათებელ ნიშნულამდე უნდა იქნას მიყვანილი.

26.6 აღჭურვილობა

იმ ლაბორატორიული აღჭურვილობის გამოყენებამდე, რომელიც ნიმუშებთან, სტანდარტულ და სატესტო ხსნარებთან კონტაქტში იმყოფებოდა, გაწმინდეთ ისინი გაზავებული მჟავებით და შემდეგ დისტილირებულ და დეიონიზირებულ წყალში გაავლეთ.

- ✓ ინდუქციურად მიბმული პლაზმის მქონე ოპტიკურ-ემისიური სპექტრომეტრით - ICP – MS
- ✓ ან ატომურ-ადსორბციული სპექტრომეტრი - AAS
- ✓ მიკროტალღოვანი ავტოკლავი და ავტოკლავირებისთვის საჭირო შესაბამისი აქსესუარები
- ✓ კონკრეტული აპარატისთვის საჭირო გაზები და მათი შესაბამისი სისუფთავის უზრუნველყოფა

26.7 სატესტე ნიმუშის მომზადება

ტესტირებისთვის რეპრეზენტატიული ნიმუში უნდა აიღოთ

გახსნილი ლითონების ანალიზი

გახსნილი ლითონების ანალიზისთვის, ტესტირებამდე წყლის ნიმუშის გაფილტვრა $0.45\ \mu\text{m}$ ზომის მემბრანულ ფილტრში უნდა მოხდეს, ეს პროცესი ნიმუშის აღებიდან რაც შეიძლება სწრაფად უნდა განხორციელდეს.

გახსნილი მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის ანალიზი

გახსნილი მყარი ნაწილაკების საერთო კონცენტრაციის ანალიზისთვის გამოიყენეთ ნიმუშების მიკროტალღური დამუშავების მეთოდი (მჟავის გამოყენებით) ისე როგორც ეს 26.8-ე ქვეთავშია აღწერილი.

26.8 მიკროტალღური მჟავა დამშლელი

- აიღეთ PTFE მიკროტალღური მოწყობილობისთვის განკუთვნილ ჭურჭელში მოთავსებული 45 მილილიტრი ნიმუში და დაამატეთ 5 მილილიტრი კონცენტრირებული აზოტის მჟავა.
- დაელოდეთ სანამ ჭურჭელში რეაქციის პროცესი დასრულდება, შემდეგ კარგად დალუქეთ ყველა ჭურჭელი და მოათავსეთ ისინი მიკროტალღური მოწყობილობის მოძრავ სადგამში.
- გაუშვით დამუშავების პროგრამა, დაბალწნევიანი ან მაღალწნევიანი რეჟიმის შერჩევა ლაბორატორიაში არსებული ზემოთხსენებული ჭურჭლის სახეობაზეა დამოკიდებული.
- პროცესის დასრულების შემდეგ, გააგრილეთ ნარევი და ხელით ამოიღეთ ჭურჭელი.
- გადაიტანეთ დამუშავებული ნიმუშის ხსნარი 50 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში და წყლის მეშვეობით შესაბამის ნიშნულამდე მიიყვანეთ, შემდეგ გადაიტანეთ ხსნარი ცენტრიფუგის მილში და დააცენტრიფუგეთ 5 წუთის განმავლობაში.
- პიპეტის გამოყენებით ამ ხსნარის 10 მილილიტრი მეორე 50 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში გადაიტანეთ და წყლის გამოყენებით შესაბამის ნიშნულამდე მიიყვანეთ.
- ეს უკვე გახლავთ სატესტე ხსნარი, რომელიც შემდგომი ინსტრუმენტული ანალიზის დროს უნდა იქნას გამოყენებული

რაოდენობრივი ანალიზი

- მძიმე ლითონების რაოდენობის დადგენა AAS-ის მეშვეობით აწ
- მძიმე ლითონების რაოდენობის დადგენა ICP-MS-ის მეშვეობით, როდესაც ინდიუმი (In) შიდა სტანდარტად გამოიყენება.

- ინდიუმის გარდა სხვა შიდა სტანდარტული ხსნარები ასევე შეიძლება იქნას გამოყენებული, თუმცა იმ პირობით თუ ეს მეთოდი შესაბამისად იქნება დადასტურებული (ვალიდაცია).

გამოიყენეთ ICP-MS-ის სისტემა, რომელიც ყველა ქვემოთმოცემულ კრიტერიუმებს აკმაყოფილებს:

- 1) გარჩევადობა 0.7 მასის ატომური ერთეულის (amu) ტოლი ან უკეთესია 10% პიკის სიმაღლეზე;
- 2) მასის დიაპაზონი მინიმუმ 6-დან 240-მდე მასის ატომური ერთეული, ხოლო მასის სიზუსტე ± 0.05 amu უნდა იყოს;
- 3) მონაცემთა სისტემა, რომელიც იზობარული ზეგავლენის გათვალისწინებით შედეგების კორექტირების საშუალებას იძლევა (შიდა სტანდარტის მეთოდის გამოყენებით).

მომზადეთ მინიმუმ ოთხი სტანდარტული ხსნარი გახსნილ აზოტის მჟავაში (3%, v/v) რომელშიც ყველა სამიზნე ლითონი იმ კონცენტრაციებით იქნება წარმოდგენილი, რომელიც კალიბრაციის მრუდების შესადგენად იქნება საჭირო. შენიშვნა: სატესტე ხსნარში შიდა სტანდარტის ხსნარის კონცენტრაცია სტანდარტულ ხსნარებში არსებული კონცენტრაციების იდენტური უნდა იყოს.

რეკომენდებული საოპერაციო პარამეტრებია:

- ✓ საფრქვეველი გაზის ნაკადი : ~ 0.9 ლ/წ
- ✓ დამატებითი გაზის ნაკადი: ~ 1.2 ლ/წ
- ✓ პლაზმური გაზის ნაკადი: ~ 15 ლ/წ
- ✓ ინტეგრაციის დრო: 1000 მიკროწამი
- ✓ ICP RF სიმძლავრე: 1200 W
- ✓ დეტექტორი: დუალური (ორმაგი) რეჟიმი
- ✓ სკანირების რეჟიმი: **პიკების მონაცვლეობა (Peak hopping)**

დააყენეთ ICP-MS-ის ოპტიმალური პარამეტრები მწარმოებლის რეკომენდებული პროცედურების მიხედვით. დააკალიბრეთ ინსტრუმენტი შერეული სტანდარტული ხსნარის გამოყენებით.

მონაცემების შეგროვებამდე გამორეცხეთ სისტემა ბლანკის მეშვეობით სანამ სიგნალის დონე კალიბრაციის ბლანკის დონეს არ დაუბრუნდება.

გაზომეთ მძიმე ლითონების ოდენობა:

- i) ICP- MS-ის მწარმოებლის ინსტრუქციების მიხედვით.
- ii) AAS-ის მწარმოებლის ინსტრუქციების მიხედვით.

26.9 ანალიზის ხარისხის კონტროლი

სტანდარტული ხსნარის მეთოდი

შესაძლებელია კომერციულად ხელმისაწვდომი ძირითადი სტანდარტული ხსნარის ყიდვა.

მომზადეთ საჭირო სტანდარტული ხსნარები ძირითადი ხსნარის 1000 მილიმეტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში გაზავებით და 5 მილილიტრი აზოტის მჟავის დამატებით, რის შემდეგაც ხსნარი შუალედული სტანდარტული ხსნარისთვის (და საბოლოო ჯამში AQC სტანდარტული ხსნარისთვის) დამახასიათებელ ნიშნულამდე უნდა იქნას მიყვანილი.

26.10 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა

შეაგროვეთ ნიმუშები მჟავა სარეცხ საშუალებაში გავლებული პოლიეთილენის ხუფებიან სუფთა პოლიეთილენის ან პოლიპროპილენის ბოთლებში. ნიმუშების შენახვა კომერციულად ხელმისაწვდომი, სისუფთავის მაღალი ხარისხით გამორჩეული, კონცენტრირებული აზოტის მჟავით დაუყოვნებლივ დამჟავებით უნდა მოხდეს (1.5 მილიგრამი კონცენტრირებული აზოტის მჟავა ერთ ლიტრზე საკმარისია მოკლევადიანი შენახვისთვის). ისეთ ნიმუშებში, რომლებიც მაღალი ბუფერულობით

ან ტუტოვანი შემადგენლობით გამოირჩევა, შესაძლებელია 5 მილიგრამი აზოტის მჟავის გამოყენება. ნიმუშები მაცივარში 4°C-ზე უნდა იყოს შენახული. ვერცხლისწყლისთვის შენახვის მაქსიმალური ვადაა 5 კვირა.

26.11 ლიტერატურა

- ISO 11885 მეორე გამოცემა, 2007 – წყლის ხარისხი – კონკრეტული ელემენტების ოდენობის დადგენა ინდუქციურად მიზნული პლაზმის მქონე ოპტიკურ-ემისიური სპექტრომეტრით (ICP-OES)
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

27.0 ტურბიდიმეტრული მეთოდის მეშვეობით სულფატის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

27.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- EPA, მეთოდი 9038 – სულფატის ოდენობის დადგენა ტურბიდიმეტრული მეთოდის გამოყენებით
- ISO 9280:1990 - წყლის ხარისხი; სულფატის ოდენობის დადგენა; გრავიმეტრიული მეთოდი ბარიუმის ქლორიდის გამოყენებით
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

27.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

ეს მეთოდი წყლის, ჩამდინარე წყლების და ზღვის წყლების ტესტირებისთვის გამოიყენება. სულფატი ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული ელემენტია, იგი ბუნებრივ წყლებში სხვადასხვა კონცენტრაციებით გვხვდება (რამდენიმე მგ/ლ-დან რამდენიმე ათას მგ/ლ-მდე). ტურბიდიმეტრული მეთოდი 2-დან 70-მდე მგ SO_4^{2-} /ლ-მდე დიაპაზონისთვის გამოდგება.

27.3 ტურბიდიმეტრული მეთოდის პრინციპი

სულფატის იონი ძმარმყავის გარემოში ბარიუმის ქლორიდთან ერთად ილექება, რის შედეგადაც ბარიუმის სულფატის ერთნაირი ზომის კრისტალები წარმოიქმნება. ბარიუმის სულფატის სუსპენზიის სინათლის შთანთქმადობა ფოტომეტრის საშუალებით იზომება, ხოლო სულფატის კონცენტრაცია მიღებული ჩვენების სტანდარტული ხსნარის მრუდთან შედარებით დგინდება. ტესტის შედეგები 450 ნანომეტრზე იზომება.

27.4 მეთოდის მოკლე შეჯამება

ლაბორატორიულ პირობებში სულფატის იონი ბარიუმის სულფატის სუსპენზიად გარდაიქმნება. ამის შედეგად მიღებული სიმღვრივე ტურბიდომეტრის, ფილტრიანი ფოტომეტრის ან სპექტროფოტომეტრის საშუალებით იზომება, რომელსაც შემდეგ სულფატის სტანდარტული ხსნარიდან მიღებულ მრუდს ადარებენ.

27.5 ზეგავლენის წყაროები

ფერი ან დიდი ოდენობით შეტივტივებული მასალები ტესტის შედეგებზე ზეგავლენას ახდენენ. ზოგიერთი შეტივტივებული მასალის ფილტრაციის მეშვეობით მოშორება შესაძლებელია. დიდი ოდენობით ორგანული მასალის მქონე წყლებში ბარიუმის სულფატის საჭირო სახით დალექვა შესაძლოა ვერ მოხერხდეს.

ქვემოთ ჩამოთვლილი ნივთიერებები (და მათი მითითებული ოდენობები) ტესტის შედეგებზე ახდენენ ზეგავლენას:

კალციუმი - $> 20,000$ მგ/ლ როგორც CaCO_3

ქლორიდი - $> 40,000$ მგ/ლ როგორც CaCO_3

მაგნიუმი - $> 10,000$ მგ/ლ CaCO_3

კაჟმიწა - > 500 მგ/ლ როგორც SiO_2

27.6 რეაქტივები

- დისტილირებული წყალი
- მაკონდიცირებული რეაქტივი:

ნელა ჩაასხით 30 მლ კონცენტრირებული HCl 300 მლ II ტიპის წყალში, დაამატეთ 100 მლ 95% ეთანოლი ან იზოპროპანოლი და 75 გრამი NaCl კონტეინერში არსებულ ხსნარში. დაამატეთ 50 მლ გლიცერინი და მოურიეთ.

- ბარიუმის ქლორიდი (BaCl_2): კრისტალები, 20-დან 30-მდე მეში.

- ნატრიუმის კარბონატის ხსნარი: (დაახლოებით 0.05 N):
4 საათის განმავლობაში გააშრეთ 3-დან 5 გრამამდე Na_2CO_3 -ის პირველადი სტანდარტული ხსნარი 250EC-ზე და გააგრილეთ ექსიკატორში. აწონეთ $2.5 + 0.2$ გრამი (უახლოეს მგ-მდე), გადაიტანეთ 1 ლიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში და შესაბამის ნიშნულამდე II ტიპის წყლით გაავსეთ.
- დაპატენტებული რეაქტივები: როგორიცაა Hach Sulfaver-ი ან მისი ეკვივალენტი მისაღებია.
- სულფატის ძირითადი სტანდარტული 1000 მგ/ლ ხსნარი (საჭირო სტანდარტული ხსნარების და AQC ხსნარების მოსამზადებლად) კომერციულად არის ხელმისაწვდომი.

27.7 აღჭურვილობა

- ✓ მაგნიტური მოსარევი ცვალებად სიჩქარეზე უნდა ამუშავოთ (სითხის გადმოშეფეხამდე არ მისული). ერთნაირი ზომის და ფორმის მოსარევი ტარები უნდა იქნას გამოყენებული
- ✓ ფოტომეტრი (ერთ-ერთი ვარიანტი უნდა იქნას გამოყენებული; ეს ვარიანტები პრიორიტეტულობის მიხედვითაა დალაგებული):
- ✓ ან ნეფელომეტრი.
- ✓ ან სპექტროფოტომეტრი: 420 ნანომეტრზე სინათლის ტრაექტორია 4-დან 5 სანტიმეტრამდე.
- ✓ წამზომი: თუ მაგნიტური მომრევი საათის ზუსტი მექანიზმით არ არის აღჭურვილი
- ✓ საზომი კოვზი: მოცულობა - 0.2-დან 0.3-მდე მლ.

27.8 პროცედურა:

ბარიუმის სულფატის სიმღვრივის ფორმირება:

- ✓ მოათავსეთ 100 მლ ნიმუში ან მისი 100 მლ-მდე გაზავებული შესაბამისი პორცია 250 მილილიტრიან ერლენმაიერის კონუსურ კოლბაში. დაამატეთ ზუსტად 5.0 მილილიტრი მაკონდიცირებელი რეაქტივი.
- ✓ აურიეთ მოსარევ აპარატში.
- ✓ სანამ ხსნარის მორევა მიმდინარეობს საზომი კოვზის მეშვეობით დაამატეთ BaCl_2 კრისტალები და დაუყოვნებლივ დაიწყეთ დროის ათვლა.
- ✓ ზუსტად 1 წუთის განმავლობაში მუდმივ სიჩქარეზე მოურიეთ.

ბარიუმის სულფატის სიმღვრივის გაზომვა:

- ✓ როგორც კი მორევა დასრულდება ჩაახიბთ ხსნარი აბსორბციის კიუვეტში
- ✓ 4 წუთის განმავლობაში გაზომეთ სიმღვრივე 30 წამიან ინტერვალებში 450 ნანომეტრის ტალღის სიგრძეზე
- ✓ ჩაიწერეთ 4 წუთიან პერიოდში მიღებული ყველაზე დიდი ჩვენება.

კალიბრაციის მრუდის მომზადება:

- ✓ მოამზადეთ კალიბრაციის მრუდი სულფატის სტანდარტული ხსნარის გამოყენებით
- ✓ ან გამოიყენეთ სულფატთან დაკავშირებული სპექტროფოტომეტრის პროგრამული უზრუნველყოფა

ნიმუშის ფერსა და სიმღვრივესთან დაკავშირებული კორექტირება:

ჩაატარეთ ნიმუშის ბლანკის ტესტირება ზემოთხსენებული პროცედურის მიხედვით, ოღონდ ბარიუმის ქლორიდის დამატების გარეშე.

კალკულაცია:

Read mg SO_4^{-2} from linear calibration curve:

$$\text{mg SO}_4^{-2}/\text{L} = \frac{\text{mg SO}_4^{-2} \times 1,000}{\text{mL sample}}$$

წაკითხეთ SO_4^{2-} -ს მაჩვენებელი (მილიგრამებში) წრფივი კალიბრაციის მრუდიდან:

(განტოლება)

27.9 მაღალი კონცენტრაციების მქონე ნიმუშები (70 მგ/ლ--ზე მაღალი კონცენტრაციები)

70 მგ/ლ--ზე მეტი კონცენტრაციის მქონე ნიმუშების შესაბამისად გაზავება უნდა მოხდეს დისტილირებული წყლისა და A კლასის მინის ჭურჭლის გამოყენებით.

შენიშვნა: გაზავების კოეფიციენტის მეშვეობით მიღებული შედეგის გამრავლება და გაზავების ფაქტორის ტესტების ჟურნალში აღრიცხვა უნდა მოხდეს.

27.10 ანალიზის ხარისხის კონტროლი

1. სტანდარტული ხსნარები

მოამზადეთ 40 მგ/ლ სულფატის სტანდარტული ხსნარი შემდეგი პროცედურის მიხედვით: -

A კლასის შუშის ჭურჭლის გამოყენებით პიპეტის მეშვეობით ჩაასხით 40 მილიგრამი 1000 მგ/ლ სულფატის სტანდარტული ხსნარი 1000 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში ან პიპეტის გამოყენებით ჩაასხით 4 მილილიტრი 1000 მგ/ლ სულფატის სტანდარტული ხსნარი 100 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში. დისტილირებული წყლის გამოყენებით გააზავეთ ხსნარი შესაბამის ნიშნულამდე.

მიჰყევით ზემოთ აღწერილ პროცედურას.

27.11 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა:

- ✓ ნიმუშები A ტიპის ბოთლის გამოყენებით შეაგროვეთ (ქარვისფერი ბოთლები)
- ✓ ნიმუშების შენახვა მაქსიმუმ 7 დღის მანძილზე 4°C ან ნაკლებ ტემპერატურაზე შეიძლება.
- ✓ ანალიზამდე დაელოდეთ სანამ ნიმუშის ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას გაუტოლდება.

27.12 გარემო პირობები, რომლებსაც ტესტების შედეგებზე გავლენის მოხდენა შეუძლიათ

1. ნებისმიერი დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად სუფთა ბოთლების და მინის ჭურჭლის გამოყენება უნდა ხდებოდეს.
2. ტესტები ლაბორატორიაში აპრობირებული ტემპერატურების პირობებში უნდა ხორციელდებოდეს.
3. ლაბორატორიაში არსებული პირობები უნდა იყოს სუფთა და მოწესრიგებული.

27.13 ლიტერატურა

- EPA, მეთოდი 9038 – სულფატის ოდენობის დადგენა ტურბიდომეტრიული მეთოდის გამოყენებით
- ISO 9280:1990 - წყლის ხარისხი; სულფატის ოდენობის დადგენა; გრავიმეტრიული მეთოდი ბარიუმის ქლორიდის გამოყენებით
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

28.0 გაზის ქრომატოგრაფიისა და HPCL-ის მეშვეობით პოლიარომატული ნახშირწყალბადის ოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

28.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- მეთოდი 610: პოლინუკლეარული არომატული ნახშირწყალბადები, 1984
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

28.2 გამოყენების ფარგლები და სფერო

1.1 ეს მეთოდი გარკვეული სახის პოლინუკლეარული არომატული ნახშირწყალბადების (PAH) ოდენობის დადგენას ეხება. ამ მეთოდის საშუალებით შემდეგი პარამეტრების დადგენა შესაძლებელია:

Parameter	STORET No.	CAS No.
Acenaphthene	34205	83-32-9
Acenaphthylene	34200	208-96-8
Anthracene	34220	120-12-7
Benzo(a)anthracene	34526	56-55-3
Benzo(a)pyrene	34247	50-32-8
Benzo(b)fluoranthene	34230	205-99-2
Benzo(ghi)perylene	34521	191-24-2
Benzo(k)fluoranthene	34242	207-08-9
Chrysene	34320	218-01-9
Dibenzo(a,h)anthracene	34556	53-70-3
Fluoranthene	34376	206-44-0
Fluorene	34381	86-73-7
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	34403	193-39-5
Naphthalene	34696	91-20-3
Phenanthrene	34461	85-01-8
Pyrene	34469	129-00-0

პარამეტრი: აცენაფთენი; აცენაფთილენი, ანთრაცენი; ბენზო(a)ანთრაცენი; ბენზო(a)პირენი
ბენზო(b)ფლუორანთენი; ბენზო(ghi)პერილენი; ბენზო(k)ფლუორანთენი; ხრიზენი; დიბენზო(a,
h)ანთრაცენი; ფლუორანთენი; ფლუორენი; ინდენო(1,2,3,-cd)პირენი; ნაფთალინი; ფენანთრენი;
პირენი

1.2 ეს არის ქრომატოგრაფიული მეთოდი, რომელიც მუნიციპალურ და სამრეწველო ჩამდინარე წყლებში ზემოთხსენებული ნაერთების ოდენობების დადგენისთვის გამოდგება მაშინ როდესაც ამ მეთოდის გამოყენება ზემოთხსენებული რომელიმე ან ყველა უჩვეულო ნიმუშის ანალიზისთვის ხდება; ნაერთების იდენტიფიცირება მინიმუმ ერთი დამატებითი ხარისხობრივი მეთოდით უნდა იყოს მხარდაჭერილი. აღნიშნული მეთოდი გაზის ქრომატოგრაფის/მასს-სპექტრომეტრის (GC/MS) პირობებს იძლევა, რომლებიც ამ მეთოდის შედეგად მიღებული ექსტრაქტის მეშვეობით ზემოთხსენებული პარამეტრების უმრავლესობასთან დაკავშირებული შედეგების ხარისხობრივად და რაოდენობრივად დადასტურებისთვის გამოიყენება.

1.3 ეს მეთოდი ითვალისწინებს პოლინუკლეალური არომატული ნახშირწყალბადების (PAH) ოდენობის დადგენის როგორც მაღალეფექტური სითხობრივ ქრომატოგრაფიულ (HPLC) ისე გაზის ქრომატოგრაფიულ (GC) მიდგომებს. გაზის ქრომატოგრაფიული პროცედურა ადეკვატურად ვერ წყვიტავს შემდეგი ოთხი წყვილი ნაერთის ოდენობების დადგენის საკითხს: ანთრაცენი და ფენანთრენი; ხრიზენი და ბენზო(a)ანთრაცენი; ბენზო(b)ფლუორანთენი და ბენზო(k)ფლუორანთენი; და დიბენზო(a, h)ანთრაცენი და ინდენო (1,2,3,-cd)პირენი. იმ შემთხვევების გარდა, როდესაც ანალიზის მიზანი ზემოთხსენებული რომელიმე დაუდგენელი ნაერთის წყვილის საერთო ჯამის დადგენით მიიღწევა, ამ ნაერთებთან დაკავშირებით სითხობრივი ქრომატოგრაფიული მიდგომა უნდა იქნეს გამოყენებული. სითხობრივი ქრომატოგრაფიული მეთოდი ზემოთჩამოთვლილი ყველა PAH-ს რაოდენობას ადგენს.

1.4 მეთოდის მგრძნობელობის ზღვრები (MDL, რომელიც 15.1-ე ქვეთავში იქნა განმარტებული) (ერთი თითო პარამეტრისთვის) 1 ცხრილშია ჩამოთვლილი. კონკრეტული ჩამდინარე წყლების შემთხვევაში მეთოდის მგრძნობელობის ზღვარი შესაძლოა განსხვავდებოდეს ცხრილში მოცემული ზღვრებისგან, რაც ნიმუშის მატრიცაში არსებულ ზეგავლენის წყაროების ბუნებაზეა დამოკიდებული.

1.5 აქედან გამომდინარე, თითოეული ამ მეთოდით დაფარული პარამეტრების გასაზომად შესაძლებელია ერთი ნიმუშის აღება და გამოყენება. როდესაც ნიმუშების გასუფთავებაა საჭირო, კონცენტრაციების დონეები საკმარისად მაღალი უნდა იყოს ალიკვოტური სინჯების შესარჩევად (საჭიროებისამებრ), რის საფუძველზეც ნიმუშების წმენდის შესაბამისი პროცედურები შეიძლება იქნას გამოყენებული. ალიკვოტური სინჯების შერჩევა ამ მეთოდით გათვალისწინებული გამხსნელების მიმოცვლის ეტაპებამდე უნდა მოხდეს. 12-ე და 13-ე სექციების მიხედვით, ანალიზის განმხორციელებელ სპეციალისტს ამ პარამეტრების კომბინაციების სინქრონულად გაზომვისთვის საჭირო ქრომატოგრაფიული პირობების შერჩევის უფლება გააჩნია.

1.6 ამ მეთოდის გამოყენება მხოლოდ HPLC და GC სისტემების გამოყენებაში და სითხოვრივი და გაზის ქრომატოგრამების ინტერპრეტირებაში გამოცდილ სპეციალისტს შეუძლია ან ეს მეთოდი ასეთი სპეციალისტის ზედამხედველობის ქვეშ უნდა განხორციელდეს. ანალიზის თითოეულმა განმხორციელებელმა სპეციალისტმა, 8.2-ე სექციაში აღწერილი პროცედურის გამოყენებით, ამ მეთოდის ფარგლებში მისაღები შედეგების გენერირების უნარი უნდა აჩვენოს.

2.0 მეთოდის მოკლე აღწერილობა

2.1 ნიმუშის კონკრეტული მოცულობის (დაახლოებით 1 ლიტრის) ექსტრაქტის მიღება სახარისხებელი ძაბრის გამოყენებით მეთილენის ქლორიდის მეშვეობით ხდება. მეთილენის ქლორიდის ექსტრაქტი შრება და 10 მლ-მდე ან უფრო ნაკლებ წონამდე კონცენტრირდება. ამის შემდეგ ექსტრაქტის სეპარირება HPLC-ის ან GC-ის მეთოდით ხორციელდება. PAH-ების დასადგენად და გასაზომად HPLC-ის ფარგლებში ულტრაიისფერი (UV) ფლუორესცენციური დეტექტორები გამოიყენება. GC-ის ფარგლებში ალურ-იონიზაციური დეტექტორი გამოიყენება.

2.2 ეს მეთოდი შესაძლო ზეგავლენის წყაროების და ინტერფერენციების აღმოსაფხვრელად სილიკაგელის სვეტის გასუფთავების პროცედურას ითვალისწინებს.

3.0 ზეგავლენის წყაროები

3.1 ამ მეთოდის ფარგლებში განხორციელებული ტესტირების პროცესზე ზეგავლენის მოხდენა გამხსნელებში, რეაქტივებში, მინის ჭურჭელში და ნიმუშების დამუშავებისთვის გამოყენებულ სხვა ინსტრუმენტებში არსებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებებს შეუძლიათ, ამ ზეგავლენის შედეგად ქრომატოგრამებში დისკრეტული არტეფაქტები და/ან გაზრდილი საბაზისო მონაცემები შეიძლება მივიღოთ. ყველა ზემოთხსენებული მასალა ზეგავლენის მომხდენი ნივთიერებებისგან თავისუფალი უნდა იყოს და ამის დასადასტურებლად 8.1.3-ე სექციაში აღწერილი ლაბორატორიული რეაქტივების ბლანკების ანალიზი უნდა ჩატარდეს.

3.1.1 მინის ჭურჭელი საგულდაგულოდ უნდა იქნას გაწმენდილი. გაწმინდეთ მინის ჭურჭელი მისი გამოყენებიდან რაც შეიძლება სწრაფად, რისთვისაც ჭურჭელი მასში გამოყენებულ ბოლო გამხსნელში უნდა გაავლოთ. ამის შემდეგ ცხელი წყლისა და სარეცხი საშუალებებით უნდა გარეცხოთ და ონკანის და დისტილირებულ წყალში გაავლოთ. ამის შემდეგ

მინის ჭურჭელი ბოლომდე უნდა დაიწალოს და მუფელის ღუმელში 400°C ტემპერატურაზე 15-30 წუთის განმავლობაში უნდა გაცხელდეს. ზოგიერთი თერმულად სტაბილური მასალა (მაგალითად ნახევრადქლოლირებული ბიფენოლები (PCBs)) დამუშავების ამ მეთოდის მეშვეობით შეიძლება ვერ განეიტრალებინ. ამიტომ მუფელის ღუმელში გაცხელების მაგივრად შესაძლებელია მინის ჭურჭლის გამხსნელებში გავლება და აცეტონის და პესტიციდის დონის ჰექსანის გამოყენება. ამგვარ გამხსნელებში კარგად გავლება ჩვეულებრივ ანეიტრალებს PCB-ს ზეგავლენას. ვოლუმეტრული ჭურჭლის მუფელის ღუმელში გაცხელება არ შეიძლება. გაშრობისა და გაგრილების შემდეგ, მინის ჭურჭელი უნდა დაილუქოს და სუფთა გარემოში მოთავსდეს, რათა მტვრის ან სხვა დამაბინძურებელი ნივთიერებების აკუმულირება იქნას თავიდან აცილებული. ჭურჭელი ამოტრიალებულ ან ალუმინის ფოლგით დახუფულ მდგომარეობაში უნდა შეინახოს.

3.1.2 მაღალი სისუფთავით გამორჩეული რეაქტივებისა და გამხსნელების გამოყენება ტესტის მიმდინარეობაზე ზეგავლენის მოხდენის რისკებს ამცირებს. შესაძლოა გამხსნელების მთლიანად მინის სისტემებში დისტილირების გზით გაწმენდა გახდეს საჭირო.

3.2 მატრიცული ჩარევები იმ დამაბინძურებელი ნივთიერებების მიერ შეიძლება იყოს გამოწვეული, რომელთა (სხვა ნივთიერებებთან ერთად) ნიმუშიდან ექსტრაქცია ხდება. მატრიცული ჩარევების მასშტაბი წყაროების მიხედვით მნიშვნელოვნად განსხვავებულია ხოლმე, ეს ყველაფერი ტესტირებას დაქვემდებარებული სამრეწველო ან საყოფაცხოვრებო წყლების ბუნებაზე და მრავალფეროვნებაზეა დამოკიდებული. 11-ე სექციაში აღწერილი გაწმენდის პროცედურა ბევრი ამ ზეგავლენის/ჩარევის გასაანეიტრალებლად შეიძლება იქნას გამოყენებული, თუმცა უნიკალური ნიმუშების შემთხვევაში, პირველ ცხრილში მოცემული მეთოდის

მგრძნობელობის ზღვრის დასაკმაყოფილებლად შესაძლოა დამატებით გაწმენდის პროცედურების გამოყენება გახდეს საჭირო.

3.3 სითხოვრივი ქრომატოგრაფიული მეთოდების გამოყენებისას შესაძლო ჩარევების/ზეგავლენის მასშტაბები ბოლომდე შეფასებული არ არის. მართალია HPLC-ს ზემოთხსენებული პირობები ამ მეთოდით დაფარული კონკრეტული PAH ნაერთების უნიკალური გარჩევადობის დადგენის საშუალებას იძლევა, შესაძლოა ამ პროცესში სხვა PAH ნაერთები ჩაერიონ.

4. უსაფრთხოება

4.1 ამ მეთოდის ფარგლებში გამოყენებული თითოეული რეაქტივის ტოქსიკურობა ან კანცეროგენულობა ზუსტად დადგენილი არ არის; თუმცა, თითოეული ქიმიური ნაერთი ჯანმრთელობისთვის პოტენციურად სახიფათო ნივთიერებად უნდა იქნას აღქმული. აქედან გამომდინარე, ამ ქიმიურ ნივთიერებებთან შეხება, ნებისმიერი საშუალებით, რაც შეიძლება მაქსიმალურად უნდა შეიზღუდოს. ლაბორატორია ვალდებულია წინამდებარე მეთოდში აღწერილი ქიმიური ნივთიერებების უსაფრთხოდ გამოყენებასთან დაკავშირებული შრომის უსაფრთხოების რეგულაციების (OSHA) განახლებული ვერსია იქონიოს. ლაბორატორიაში ასევე უნდა იყოს საცნობარო ფაილი, რომელშიც სხვადასხვა მასალასთან/ქიმიურ ნაერთთან მუშაობის წესების აღმწერი ცხრილები იქნება მოცემული; ეს დოკუმენტი ყველა იმ თანამშრომლისთვის უნდა იყოს ხელმისაწვდომი, რომელიც ქიმიური ანალიზის პროცესში იღებს მონაწილეობას. ლაბორატორიულ უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული დამატებითი დებულებები ხელმისაწვდომია და ანალიზის განმხორციელებელი სპეციალისტებისთვის 4-6-ე ქვეთავშია იდენტიფიცირებული.

4.2 ამ მეთოდით დაფარული ქვემოთ ჩამოთვლილი პარამეტრები ჰიპოთეტურად კლასიფიცირდებიან როგორც ადამიანთა ან ძუძუმწოვართა ცნობილი ან საექვო კანცეროგენები: ბენზო(a)ანთრაცენი; ბენზო(a)პირენი და დიბენზო(a, h)ანთრაცენი. ამ ტოქსიკური ნაერთების პირველადი სტანდარტები გამწოვ კარადაში უნდა მომზადდეს. ლაბორატორიის თანამშრომელს ამ ტოქსიკური ნაერთების მაღალ კონცენტრაციებთან მუშაობისას NIOSH/MESA-ს მიერ დამტკიცებული ტოქსიკური აირის რესპირატორი უნდა ეკეთოს.

5. აღჭურვილობა და მასალები

5.1 ნიმუშების ასაღებად გამოყენებული აღჭურვილობა დისკრეტული ან კომპოზიტური ნიმუშების აღებისთვის.

5.1.1 ნიმუშის ერთჯერადად (ხელით) აღებისას გამოსაყენებელი ბოთლი — ტეფლონით გარსშემოვლებული, ხრახნიანი ხუფის მქონე 1 ლიტრიანი ან 1 კვარტიანი ქარვისფერი მინის ბოთლი. თუ ნიმუში არ არის კოროზიული, მაშინ ტეფლონის მაგივრად ფოლგის გამოყენება შეიძლება. თუ ქარვისფერი შუშის ბოთლები არ გვაქვს, ნიმუშები სინათლისგან უნდა დავიცვათ. გამოყენებამდე დაბინძურების ალბათობის მინიმუმამდე დასაყვანად ბოთლი და ხუფის საფენი (დამცავი) მასალა უნდა გავრეცხოთ, აცეტონის ან მეთილენის ქლორიდში გავავლოთ და გავაშროთ.

5.1.2 ნიმუშების ავტომატურად ამღები მოწყობილობა (არასავალდებულო ვარიანტი)—ასეთ მოწყობილობას მინის კონტეინერები უნდა გააჩნდეს, რომელთა მეშვეობით სულ ცოტა 250 მლ ოდენობის ნიმუშის აღება იქნება შესაძლებელი. აღნიშნული კონტეინერები მაცივარში 4°C ტემპერატურაზე უნდა შევინახოთ და კომპოზიტირების პროცესში სინათლისგან უნდა დავიცვათ. თუ ეს მოწყობილობა პერისტალტიკურ ტუმბოს იყენებს,

შესაძლებელია მინიმალური სიგრძის სილიკონის რეზინის შეკუმშვადი მილების გამოყენება. თუმცა აღნიშნული მოწყობილობის გამოყენებამდე შეკუმშვადი მილები კარგად უნდა გავავლოთ მეთანოლში, რის შემდეგაც აღნიშნული მილები დისტილირებულ წყალში რამდენჯერმე უნდა გავავლოთ რათა ნიმუშის დაბინძურების შესაძლებლობა მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი. ხარჯის პროპორციული კომპოზიტური სინჯების ასაღებად მაინტეგრირებული ხარჯის მრიცხველია საჭირო.

5.2 მინის ჭურჭელი

5.2.1 სახარისხებელი ძაბრი—2 ლიტრიანი, ტეფლონის ჩამკეტი ონკანით.

5.2.2 საშრობი მილი—დაახლოებით 400 მმ სიგრძის x 19 მმ შიდა დიამეტრის ქრომატოგრაფიული მილი ფრიტურის ფილტრის დისკით.

5.2.3 Kuderna-Danish კონცენტრატორის მილი—10 მლ, გრადუირებული (Kontes K-570050-1025 ან ეკვივალენტი).

კალიბრაცია ტესტში გამოყენებული მოცულობების მიხედვით უნდა შემოწმდეს. ექსტრაქტების აორთქლების აღსაკვეთად მქრქალი მინის საცობები გამოიყენება.

5.2.4 Kuderna-Danish-ის აორთქლების კოლბა—500 მლ (Kontes K-570001-0500-ის ან ეკვივალენტი). მიამაგრეთ ზამბარებიან კონცენტრატორ მილს.

5.2.5 Kuderna-Danish-ის სნაიდერის სვეტი—სამბურთულიანი მაკრო (Kontes K-503000-0121-ის ან ეკვივალენტი).

5.2.6 Kuderna-Danish-ის სნაიდერის სვეტი—ორბურთულიანი მიკრო (Kontes K-569001-0219-ის ან ეკვივალენტი).

5.2.7 ფლაკონები—10-15 მლ, ქარვისფერი შუშის, ტეფლონით გარსშემოვლებული ხრახნიანი ხუფით.

5.2.8 ქრომატოგრაფიული სვეტი—250 მმ სიგრძის x 10 მმ შიდა დიამეტრის, ძირში უხეში ფრიტული ფილტრის დისკით და ტეფლონის ჩამკეტი ონკანით.

5.3 სადუღარი გრანულები (გრანულები, რომლებიც ამა თუ იმ ნივთიერების უფრო მშვიდად დუღილის უზრუნველსაყოფად გამოიყენება)

დაახლოებით 10/40 მეში. გაცხელეთ 400°C-მდე 30 წუთის მანძილზე ან სოქსლეტის ექსტრაქტორის გამოყენებით და მეთილენის ქლორიდის მეშვეობით მოახდინეთ ექსტრაქცია.

5.4 წყლის აბაზანა

გაცხელებული, კონცენტრული მრგვალი სახურავით, ტემპერატურის კონტროლის უნარის მქონე ($\pm 2^{\circ}\text{C}$). აბაზანა გამწოვ კარადაში უნდა გამოვიყენოთ.

5.5 სასწორი

ლაბორატორიული დონის სასწორი, რომელსაც 0.0001 გრამის სიზუსტემდე აწონვა შეუძლია.

5.6 მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფი (HPLC)

ეს არის ლაბორატორიული ანალიზების ჩასატარებლად გამოყენებული სისტემა, რომელიც მოიცავს სვეტებს, მაღალი წნევის შპრიცებს, დეტექტორებს და ზონარისებრ თვითმწერს. რეკომენდებულია მონაცემთა შეგროვების და დამუშავების სისტემის ქონაც, რომელიც პიკურ არეალებს და შეკავების დროებს გაზომავს.

5.6.1 დახრილი ტუმბვის სისტემა — მუდმივი დინება.

5.6.2 რევერსულ ფაზიანი სვეტი—HC-ODS Sil-X, 5 მიკრონის ნაწილაკის დიამეტრის, 25 სმ x 2.6 მმ შიდა დიამეტრის უჟანგავი ფოლადის სვეტში (Perkin Elmer No. 089-0716 ან ეკვივალენტი). ეს სვეტი 15-ე სექციაში აღწერილი მეთოდის ეფექტურობასთან დაკავშირებული ანგარიშების მოსამზადებლად იქნა გამოყენებული. 12.2-ე სექციაში სვეტების ალტერნატიული შიგთავსების გამოყენებასთან დაკავშირებული რეკომენდაციებია მოცემული.

5.6.3 დეტექტორები—ფლუორესცენციური და/ან ულტრაიისფერი დეტექტორები. ფლუორესცენციური დეტექტორი 280 ნანომეტრზე დამაგნიტებისთვის და 389 ნანომეტრზე მეტი ემისიებისთვის გამოიყენება (Corning 3-75 ან ეკვივალენტი). ფლუორიმეტრებს უნდა ჰქონდეთ გამფანტველი ოპტიკა დამაგნიტებისთვის; ფლუორიმეტრებში ემისიის დეტექტორთან შეიძლება იქნას გამოყენებული ფილტრი ან გამფანტავი ოპტიკა. ულტრაიისფერი დეტექტორი 254 ნანომეტრზე გამოიყენება და იგი ფლუორესცენციურ დეტექტორზე უნდა იყოს მიბმული. აღნიშნული დეტექტორები 15-ე სექციაში აღწერილი მეთოდის ეფექტურობასთან დაკავშირებული ანგარიშების მოსამზადებლად იქნა გამოყენებული. 12.2-ე სექციაში ალტერნატიული დეტექტორების გამოყენებასთან დაკავშირებული რეკომენდაციებია მოცემული.

5.7 გაზის ქრომატოგრაფი

ეს არის ლაბორატორიული ანალიზების ჩასატარებლად გამოყენებული სისტემა. მასში შედის ტემპერატურის დამპროგრამებელი გაზის ქრომატოგრაფი, რომელიც გამოდგება სინჯის პირდაპირ სვეტში ან სინჯის ნაკადის გაყოფის გარეშე შეყვანის მეთოდებისთვის; სისტემაში შედის ყველა

აუცილებელი აქსესუარი, მათ შორის შპრიცები, საანალიზო სვეტები, აირები, დეტექტორი და ზონარისებრი თვითმწერი. პიკის მოედნის გასაზომად მონაცემთა შეგროვების და დამუშავების სისტემის ქონაა რეკომენდებული.

5.7.1 შუშის სვეტი—1.8 მ სიგრძის x 2 მმ შიდა დიამეტრის, 3% OV-17 ქრომოსორბით W-AW-DCMS (100/120 მეში) ან ეკვივალენტით გავსებული. ეს სვეტი მეორე ცხრილში მოცემული შეკავების დროის შესადგენად იქნა გამოყენებული. სვეტის ალტერნატიული შიგთავსების გამოყენებასთან დაკავშირებული რეკომენდაციები 13.3-ე სექციაშია მოცემული.

5.7.2 დეტექტორი—ალურ-იონიზაციური დეტექტორი. ეს დეტექტორი ეფექტური აღმოჩნდა ჩამდინარე წყლებში 1.1-ე სექციაში მოცემული პარამეტრების გაზომვის კუთხით. თუმცა ამ სიაში არ შედის 1.3-ე სექციაში ჩამოთვლილი დაუდგენელი ნაერთების ოთხი წყვილი. ალტერნატიული დეტექტორების გამოყენებასთან დაკავშირებული რეკომენდაციები 13.3.6.-ე ქვეთავშია მოცემული.

6. რეაქტივები

6.1 ლაბორატორიული წყალი - ლაბორატორიული წყალი ნიშნავს წყალს, რომელშიც კვლევისთვის საინტერესო პარამეტრების მეთოდის მგრძნობიარობის ზღვარზე (MDL-ზე) ხელისშემშლელი კომპონენტი არ იქნა აღმოჩენილი.

6.2 ნატრიუმის თიოსულფატი—(ACS) გრანულირებული.

6.3 ციკლოჰექსანი, მეთანოლი, აცეტონი, მეთილენის ქლორიდი, პენტანი - პესტიციდური ხარისხის ან ეკვივალენტური.

6.4 აცეტონიტრილი—HPLC-ის ხარისხის, შუშის ჭურჭელში დისტილირებული.

6.5 ნატრიუმის სულფატი—(ACS) მარცვლოვანი, უწყლო. გაწმინდეთ ბრტყელ ლანგარზე 4 საათის განმავლობაში 400°C-ზე გაცხელებით.

6.6 სილიკაგელი—100/200 მეში, სითხის შთანთქმელი, Davison, 923 თანრიგის ან ეკვივალენტი. გამოყენებამდე მინიმუმ 16 საათის მანძილზე 130°C-ზე გააქტიურეთ ფოლგით არამჭიდროდ დაფარულ ბრტყელ ლანგარზე.

6.7 ძირითადი სტანდარტული ხსნარები (1.00 µg/µL)—ძირითადი სტანდარტული ხსნარების სუფთა სტანდარტული მასალებისგან დამზადება ან სერტიფიცირებული ხსნარების სახით შესყიდვა შეიძლება.

6.7.1 მოამზადეთ ძირითადი სტანდარტული ხსნარები დაახლოებით 0.0100 გრამის სუფთა მასალის ზედმიწევნით ზუსტად აწონვის მეშვეობით. გახსენით მასალა აცეტონიტრილში და გააზავეთ შესაბამის ნიშნულამდე 10 მილილიტრიან ვოლუმეტრულ კოლბაში. საჭიროების შემთხვევაში, ლაბორატორიის სპეციალისტებს უფრო დიდი ოდენობის ხსნარების გამოყენება შეუძლიათ. როდესაც დადგინდება, რომ ნაერთის სისუფთავე 96%-ი ან უფრო მეტია, ეს წონა კორექტირების გარეშე შეიძლება იქნას გამოყენებული ძირითადი სტანდარტული ხსნარის კონცენტრაციის გამოსათვლელად. კომერციულად ხელმისაწვდომი ძირითადი სტანდარტული ხსნარების გამოყენება ნებისმიერ კონცენტრაციაზეა შესაძლებელი თუ ისინი მწარმოებლის ან დამოუკიდებელი წყაროს მიერ არის სერტიფიცირებული.

6.7.2 გადაიტანეთ ძირითადი სტანდარტული ხსნარები ტეფლონით დალუქულ, ხრახნიანი ხუფების მქონე ბოთლებში. შეინახეთ 4°C-ზე და დაცავით სინათლისგან. ძირითადი სტანდარტული ხსნარები ხშირად უნდა შემოწმდეს დეგრადაციის ან აორთქლების ნიშნების გამოსარიცხად, განსაკუთრებით მათგან საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარების მომზადებამდე.

6.7.3 ძირითადი სტანდარტული ხსნარები ექვსი თვის შემდეგ (ან ეტალონურ სტანდარტებთან შედარების შედეგად პრობლემის აღმოჩენის შემთხვევაში უფრო

ადრე) უნდა შევცვალოთ. 6.8 ხარისხის კონტროლის ეტალონური ნიმუშის კონცენტრატი - იხილეთ 8.2.1.-ე ქვეთავი.

7. კალიბრაცია

7.1 დაადგინეთ პირველ ან მეორე ცხრილებში მოცემული პირობების ეკვივალენტური სითხოვანი ან გაზის ქრომატოგრაფიული სამუშაო პირობები. ქრომატოგრაფიული სისტემის დაკალიბრება გარე სტანდარტული ხსნარის მეთოდის (იხ. 7.2-ე სექცია) ან შიდა სტანდარტული ხსნარის მეთოდის (იხ. 7.3-ე სექცია) გამოყენებითაა შესაძლებელი.

7.2 გარე სტანდარტულ ხსნარებზე დაფუძნებული კალიბრაციის პროცედურა

7.2.1 თითოეული გამოსაკვლევი პარამეტრისთვის მინიმუმ სამი სხვადასხვა დონის კონცენტრაციის საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარები უნდა მომზადდეს; ამისთვის ერთი ან მეტი ძირითადი სტანდარტული ხსნარი ვოლუმეტრულ კოლბაში ჩაამატეთ და შესაბამის ნიშნულამდე აცეტონიტრილის მეშვეობით გააზავეთ. ერთ-ერთი გარე სტანდარტული ხსნარი MDL-ის (იხილეთ ცხრილი 1) ახლოს ან მასზე მაღალ მაჩვენებელზე უნდა იყოს, ხოლო სხვა კონცენტრაციები რეალურ ნიმუშებში არსებული კონცენტრაციების მოსალოდნელ დიაპაზონებს უნდა შეესაბამებოდნენ ან ისინი დეტექტორის სამუშაო დიაპაზონს უნდა ადგენდნენ.

7.2.2 5-25 μL (HPLC-ისთვის) და 2-5 μL (გაზის ქრომატოგრაფიისთვის) ინიექციების გამოყენებით, გაანალიზეთ თითოეული საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარი 12-ე ან 13-ე სექციების მიხედვით. შეაჯამეთ პიკური სიმაღლე ან პიკის ფართობი შეყვანილი ინიექციების მასის მიხედვით. შედეგები თითოეული ნაერთის კალიბრაციის მრუდის (დიაგრამის) მოსამზადებლად შეიძლება იქნას გამოყენებული.

7.3 შიდა სტანდარტულ ხსნარებზე დაფუძნებული კალიბრაციის პროცედურა

ამ მიდგომის გამოსაყენებლად ლაბორატორიის სპეციალისტმა ერთი ან მეტი ისეთი შიდა სტანდარტული ხსნარი უნდა შეარჩიოს, რომლებსაც გასაანალიზებელ ნაერთებთან მიმართებით კვლევის დროს მსგავსი ქცევა ახასიათებთ. ლაბორატორიის მუშაკმა ასევე უნდა დაადასტუროს, რომ შიდა სტანდარტის ხსნარის გაზომვებზე მატრიცული ჩარევების მეთოდი არ მოქმედებს. ამ შეზღუდვების გამო, არ არსებობს ისეთი შიდა სტანდარტული ხსნარი, რომელიც ყველა ნიმუშს მოერგება.

7.3.1 თითოეული გამოსაკვლევი პარამეტრისთვის მინიმუმ სამი სხვადასხვა დონის კონცენტრაციის საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარები უნდა მომზადდეს; ამისთვის ერთი ან მეტი ძირითადი სტანდარტული ხსნარი ვოლუმეტრულ კოლბაში ჩაამატეთ. კალიბრაციის თითოეულ სტანდარტულ ხსნარს ერთი ან მეტი შიდა სტანდარტული ხსნარის განსაზღვრული, მუდმივი ოდენობა დაუმატეთ და შესაბამის ნიშნულამდე აცეტონიტრილით გააზავეთ. ერთ-ერთი სტანდარტული ხსნარის კონცენტრაციის დონე MDL-ის ახლოს ან მასზე მაღალ დონეზე უნდა იყოს, ხოლო სხვა კონცენტრაციები რეალურ ნიმუშებში არსებული კონცენტრაციების მოსალოდნელ დიაპაზონებს უნდა შეესაბამებოდნენ ან ისინი დეტექტორის სამუშაო დიაპაზონს უნდა ადგენდნენ.

7.3.2 5-25 μL (HPLC-ისთვის) და 2-5 μL (გაზის ქრომატოგრაფიისთვის) ინიექციების გამოყენებით, გაანალიზეთ თითოეული საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარი 12-ე ან 13-ე სექციების მიხედვით. შეაჯამეთ პიკური სიმაღლე ან პიკის მოედანი თითოეული ნაერთის და შიდა სტანდარტის კონცენტრაციების მაჩვენებლებთან მიმართებით. 1 განტოლების საფუძველზე გამოითვალეთ მგრძნობიარობის კოეფიციენტები (RF) თითოეულ ნაერთთან დაკავშირებით .

Equation 1

$$RF = \frac{(A_p)(C_{is})}{(A_{is})(C_p)}$$

where:

A_s = Response for the parameter to be measured.

A_{is} = Response for the internal standard.

C_{is} = Concentration of the internal standard ($\mu\text{g/L}$).

C_s = Concentration of the parameter to be measured ($\mu\text{g/L}$).

If the RF value over the working range is a constant ($<10\%$ RSD), the RF can be assumed to be invariant and the average RF can be used for calculations. Alternatively, the results can be used to plot a calibration curve of response ratios, A_s/A_{is} , vs. concentration ratios C_s/C_{is} .

განტოლება 1

სადაც:

A_s = გასაზომ პარამეტრთან დაკავშირებული რეაქცია.

A_{is} = რეაქცია შიდა სტანდარტულ ხსნარზე

C_{is} = შიდა სტანდარტული ხსნარის კონცენტრაცია ($\mu\text{g/L}$).

C_s = გასაზომი პარამეტრის კონცენტრაცია ($\mu\text{g/L}$).

თუ სამუშაო დიაპაზონში მგრძნობიარობის კოეფიციენტი მუდმივია (RSD-ის 10%-ზე ნაკლები), შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ მგრძნობიარობის კოეფიციენტი უცვლელია და კალკულაციებში ამ კოეფიციენტის საშუალო მაჩვენებელი შეიძლება გამოვიყენოთ. ან შეგვიძლია მიღებული შედეგების გამოყენება რეაქციის კოეფიციენტის კალიბრაციის მრუდის გამოსათვლელად A_s/A_{is} კონცენტრაციების კოეფიციენტის საპირისპიროდ C_s/C_{is} .

7.4 კალიბრაციის სამუშაო მრუდი (დიაგრამა)

კალიბრაციის სამუშაო მრუდი, კალიბრაციის კოეფიციენტი ან მგრძნობიარობის კოეფიციენტი ყოველ სამუშაო დღეს უნდა იქნას გადამოწმებული ერთი ან მეტი საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარის გაზომვის მეშვეობით. თუ რომელიმე პარამეტრთან დაკავშირებული რეაქცია პროგნოზირებულ რეაქციასთან შედარებით $\pm 15\%$ -ზე მეტად განსხვავებულია, საჭიროა ტესტის თავიდან გამეორება ახალი

საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარის გამოყენებით. ალტერნატივის სახით, კონკრეტულ ნაერთთან დაკავშირებით კალიბრაციის ახალი მრუდი უნდა მომზადდეს.

გაწმენდის რომელიმე პროცედურის გამოყენებამდე, ლაბორატორიის სპეციალისტმა კონკრეტული პროცედურის მეშვეობით სხვადასხვა საკალიბრაციო სტანდარტული ხსნარი უნდა დაამუშავოს, რათა მოხდეს ელუციის მოდელების და რეაქტივებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების არ არსებობის დადასტურება.

8. ხარისხის კონტროლი

8.1 ყველა ლაბორატორიას, რომელიც ამ მეთოდს იყენებს, ხარისხის კონტროლის ოფიციალური პროგრამა უნდა ჰქონდეს. ამ პროგრამის მინიმალური მოთხოვნები შემდეგში მდგომარეობს: ლაბორატორიამ უნდა შეძლოს იმის დემონსტრირება, რომ მას მონაცემების ხარისხის შეფასების და დოკუმენტირების უნარი გააჩნია (რაც სტანდარტულ ხსნარებთან შერეული სინჯების მიმდინარე ანალიზის მეშვეობით უნდა დამტკიცდეს). ლაბორატორია უნდა აწარმოებდეს ჩანაწერებს გენერირებული მონაცემების ხარისხის დოკუმენტირებისთვის. მონაცემთა ხარისხის მიმდინარე შემოწმებების შედეგების არსებულ სამუშაო კრიტერიუმებთან შედარების საფუძველზე დგინდება რამდენად აკმაყოფილებს ანალიზების შედეგები კონკრეტული მეთოდის მახასიათებლებს. თუ სტანდარტულ ხსნარებთან შერეული სინჯების კვლევის შედეგები მეთოდისთვის არადამახასიათებელ შედეგებს იძლევა, ხარისხის კონტროლის შემმოწმებელი სტანდარტული ხსნარი უნდა იქნას გამოკვლეული იმის დასადასტურებლად, რომ გაზომვები კონკრეტული ოპერაციის საკონტროლო რეჟიმში შესრულდა.

8.1.1 ლაბორატორიის ანალიტიკოსმა ამ მეთოდის გამოყენებით მისაღები სიზუსტის შედეგების მიღების პირველადი, ერთჯერადი უნარის დემონსტრირება უნდა მოახდინოს. ეს უნარი 8.2-ე სექციაშია აღწერილი.

8.1.2 ქრომატოგრაფიაში არსებული წინსვლის და სიახლეების გათვალისწინებით, ლაბორატორიის ანალიტიკოსს აქვს უფლება გარკვეული ვარიანტები გამოიყენოს (ეს ვარიანტები 10.4-ე, 11.1-ე, 12.2-ე და 13.3-ე ქვეთავებშია აღწერილი) სეპარაციების გასაუმჯობესებლად ან გაზომვის ხარჯების შესამცირებლად. ყოველ ჯერზე როდესაც მეთოდში ამგვარი ცვლილება შედის, ანალიტიკოსმა 8.2-ე ქვეთავში აღწერილი პროცედურა უნდა გაიმეოროს.

8.1.3 ნიმუშების დამუშავებამდე ლაბორატორიის სპეციალისტმა (ანალიტიკოსმა) ლაბორატორიული წყლის ბლანკი უნდა გაანალიზოს იმის სადემონსტრაციოდ, რომ ანალიზისთვის გამოყენებული აღჭურვილობიდან და მინის ჭურჭლიდან მომდინარე ჩარევები/ზეგავლენები კონტროლს ექვემდებარება. ყოველ ჯერზე როდესაც ნიმუშებიდან ნივთიერებების ექსტრაქცია ხდება ან რეაქტივების გამოცვლას აქვს ადგილი, ლაბორატორიული წყლის ბლანკი უნდა დამუშავდეს, რაც ლაბორატორიული დაბინძურებისგან დაცვის გარანტიას წარმოადგენს.

8.1.4 ლაბორატორიის მონაცემების ხარისხის მონიტორინგისა და შეფასების მიზნით, ლაბორატორიამ მუდმივ რეჟიმში ყველა ნიმუშის მინიმუმ 10%-ში სტანდარტული ხსნარები უნდა დაამატოს და გაანალიზოს. ეს პროცედურა 8.3-ე სექციაშია აღწერილი.

8.1.5 ლაბორატორიამ, მუდმივ რეჟიმში, ხარისხის კონტროლის ეტალონური სტანდარტული ხსნარების ანალიზების მეშვეობით იმის დემონსტრირება უნდა მოახდინოს, რომ საზომი სისტემის ოპერირება კონტროლს ექვემდებარება. აღნიშნული პროცედურა 8.4-ე სექციაშია აღწერილი. ეტალონური სტანდარტების ანალიზის სიხშირე გაანალიზებული ნიმუშების 10%-ის ეკვივალენტურია, თუმცა ეს სიხშირე შეიძლება შემცირდეს თუ ნიმუშებიდან ამოღების დონე (8.3-ე სექცია) ხარისხის კონტროლის ყველა მითითებულ კრიტერიუმს აკმაყოფილებს.

8.1.6 მის მიერ გენერირებული მონაცემების ხარისხის დოკუმენტირების მიზნით ლაბორატორიამ შესრულებული სამუშაოს შესახებ ჩანაწერები უნდა აწარმოოს. ეს პროცედურა 8.5-ე სექციაშია აღწერილი.

8.2 მისაღები სიზუსტის და სისწორის შედეგების მიღების უნარის დასამტკიცებლად, ლაბორატორიის ანალიტიკოსმა შემდეგი ოპერაციები უნდა განახორციელოს:

8.2.1 საჭიროა ხარისხის კონტროლის (QC) საკონტროლო სინჯის კონცენტრატი, რომელშიც ყველა გამოსაკვლევ პარამეტრი აცეტონიტრილში შემდეგი კონცენტრაციებით შედის: 100 $\mu\text{g}/\text{მლ}$ ექსიდან ნებისმიერი ადრეულად ელუიდირებადი PAH-ები (ნაფთალინი, აცენაფთილენი, ფლუორენი, ფენანთრენი და ანთრაცენი); 5 $\mu\text{g}/\text{მლ}$ ბენზო(k)ფლუორანთენი და 10 $\mu\text{g}/\text{მლ}$ ნებისმიერი სხვა PAH-ი. თუ შესაძლებელია ხარისხის კონტროლის საკონტროლო სინჯის კონცენტრატი ა.შ.შ.-ს გარემოს დაცვის სააგენტოს, გარემოსდაცვითი მონიტორინგის და მხარდაჭერის ლაბორატორიიდან უნდა იქნას მიღებული, რომელიც ოჰაიოს შტატის ქალაქ ცინცინატიში მდებარეობს. თუ ამ წყაროდან ამ მასალის მიღება შეუძლებელია, მაშინ აღნიშნული კონცენტრატი სხვა გარე წყაროდან უნდა იქნას მიღებული. თუ აღნიშნული მასალის ამ წყაროებიდან მიღება შეუძლებელია, ხარისხის კონტროლის საკონტროლო სინჯის კონცენტრატი ლაბორატორიის მიერ ძირითადი სტანდარტული ხსნარების გამოყენებით უნდა დამზადდეს (ამ პროცესში კალიბრაციისთვის განკუთვნილი/გამოყენებული ძირითადი სტანდარტული ხსნარები არ უნდა იქნას გამოყენებული).

8.2.2 პიპეტის გამოყენებით მოამზადეთ ხარისხის კონტროლის (QC) საკონტროლო სინჯები იმ სატესტო კონცენტრაციებით, რომლებიც მესამე ცხრილშია ნაჩვენები, ამისთვის 1 მლ QC საკონტროლო სინჯის კონცენტრატი ლაბორატორიული წყლის ოთხ 1 ლიტრიან (ზუსტად განსაზღვრულ) ნაწილებში ჩაამატეთ.

8.2.3 გაანალიზეთ კარგად შერეული QC საკონტროლო სინჯები იმ მეთოდის მიხედვით, რომელიც 10-ე სექციაშია აღწერილი.

9. ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და მანიპულირება

9.1 ერთჯერადი (ხელით) შესაგროვებელი ნიმუშების აღება შუშის კონტეინერების გამოყენებით უნდა მოხდეს. საჭიროა ნიმუშების აღების ტრადიციული მეთოდების გამოყენება, თუმცა ამ შემთხვევაში ბოთლი ასაღებ ნიმუშში წინასწარ არ უნდა გავავლოთ. კომპოზიტური ნიმუშები მაცივარში შენახული შუშის კონტეინერების გამოყენებით უნდა შეგროვდეს (პროგრამის მოთხოვნების მიხედვით). ნიმუშების ამღები ავტომატური მოწყობილობები მაქსიმალურად თავისუფალი უნდა იყოს Tygon-ის მილებისგან და დაბინძურების სხვა პოტენციური წყაროებისგან.

9.2 ყველა ნიმუში, მათი შეგროვებიდან ექსტრაქციამდე, ყინულში უნდა მოთავსდეს ან მაცივარში 4°C-ზე უნდა იქნას შენახული. PAH-ები სინათლისადმი მგრძნობიარობით გამოირჩევიან. ამიტომ, ნიმუშები, ექსტრაქტები და სტანდარტული ხსნარები ქარვისფერ ან ფოლგაში შეხვეულ ბოთლებში უნდა იყოს შენახული იმისთვის რომ ფოტოლიტური დაშლა მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი. შეავსეთ ნიმუშებით ბოთლები და თუ ნიმუშში ნარჩენი ქლორია, დაამატეთ 80 მგ ნატრიუმის თიოსულფატი ერთ ლიტრ ნიმუშზე და კარგად მოურიეთ. ნარჩენი ქლორის გასაზომად სხვადასხვა მეთოდის გამოყენება შეიძლება. ამისთვის სავსე ტესტირებისთვის განკუთვნილი აღჭურვილობა არსებობს.

9.3 ყველა ნიმუშის ექსტრაქცია შეგროვებიდან შვიდი დღის განმავლობაში უნდა მოხდეს, ხოლო მათი სრული გამოკვლევა ექსტრაქციიდან 40 დღის მანძილზე უნდა განხორციელდეს.

10. ნიმუშების ექსტრაქცია

10.1 მონიშნეთ წყლის მენისკი ნიმუშის შემცველი ბოთლის კედელზე, რათა მოგვიანებით ნიმუშის მოცულობის დადგენა მოხდეს. ჩაასხით მთელი ნიმუში 2 ლიტრიან სახარისხებელ ძაბრში.

10.2 ჩაასხით 60 მლ მეთილენის ქლორიდი ნიმუშისთვის განკუთვნილ ბოთლში, დალუქეთ ბოთლი და შიდა კედლების გამოსარეცხად შეანჯღრიეთ იგი 30 წამის მანძილზე. გადაიტანეთ გამხსნელი სახარისხებელ ძაბრში და მოახდინეთ ნიმუშის ექსტრაქცია ძაბრის ორი წუთის მანძილზე ნჯღრევით (ზედმეტი წნევის დასაწევად, ამ პროცესში ჰაერის პერიოდულად გამოშვება უნდა მოხდეს). მინიმუმ 10 წუთის მანძილზე დაელოდეთ სანამ ორგანული შრე წყლის ფაზას გამოეყოფა. თუ ორ შრეს შორის ემულსიის გაყოფის ზედაპირი გამხსნელის შრის მოცულობის ერთ-მესამედს აჭარბებს, ანალიზის განმხორციელებელმა ლაბორატორიის სპეციალისტმა (ანალიტიკოსმა) ფაზური განშრევების დასასრულებლად მექანიკური მეთოდები უნდა გამოიყენოს. ოპტიმალური მეთოდი ნიმუშზეა დამოკიდებული, თუმცა ეს შეიძლება იყოს მორევა, ემულსიის მინაბამბაში ფილტრაცია, ცენტრიფუგირება ან სხვა ფიზიკური მეთოდები. მოათავსეთ მეთილენის ქლორიდის ექსტრაქტი 250 მილილიტრიან ერლენმაიერის კოლბაში.

10.3 დაამატეთ მეთილენის ქლორიდის მეორე პორცია (60 მილილიტრი) ნიმუშისთვის განკუთვნილ ბოთლში და მეორეჯერ ჩაატარეთ ექსტრაქციის პროცედურა, რის შემდეგაც ერლენმაიერის კოლბაში ექსტრაქტების შერევა უნდა მოხდეს. ექსტრაქციის მესამე პროცედურა იმავე წესების მიხედვით უნდა ჩატარდეს.

10.4 ააწყვეთ Kuderna-Danish (K-D)-ის კონცენტრატორი, რისთვისაც 10 მილილიტრიანი კონცენტრატორის მილი 500 მილილიტრიან აორთქლების კოლბაზე უნდა მივაბაგროთ. 8.2-ე სექციის მოთხოვნების დაკმაყოფილების შემთხვევაში K-D

კონცენტრატორის მაგივრად კონცენტრირების სხვა მოწყობილობების ან მეთოდების გამოყენება არის შესაძლებელი.

10.5 გამხსნელში გავლებული საშრობი მილის მეშვეობით (რომელიც დაახლოებით 10 სმ უწყლო ნატრიუმის სულფატს შეიცავს) ჩაასხით კომბინირებული (შერეული) ექსტრაქტი K-D კონცენტრატორში. რაოდენობრივი ტრანსფერის საკომპენსაციოდ გაავლეთ ერლენმაიერის კოლბა და საშრობი მილი 20-30 მილილიტრ მეთილენის ქლორიდში.

10.6 მოათავსეთ ერთი ან ორი სუფთა სადუღარი გრანულები აორთქლების კოლბაში და მიაერთეთ მას სამბურთულიანი სნაიდერის მილი. წინასწარ დაასველეთ სნაიდერის მილი მის თავში დაახლოებით 1 მლ მეთილენის ქლორიდის დამატებით. მოათავსეთ K-D აპარატი ცხელი წყლის აბაზანაზე ($60-65^{\circ}\text{C}$) ისე, რომ კონცენტრატორის მილი ნაწილობრივ ჩაფლული იყოს ცხელ წყალში, ხოლო კოლბის მრგვალი ძირი მთლიანად ცხელი ორთქლით იყოს დაფარული. დაარეგულირეთ აპარატის ვერტიკალური მდგომარეობა და წყლის ტემპერატურა ისე რომ კონცენტრაციის პროცესი 15-20 წუთში დასრულდეს. დისტილაციის სწორი სიჩქარის შემთხვევაში მილის ბურთულები აქტიურად ახმაურდებიან, თუმცა კამერები კონდენსირებული გამხსნელით არ გაივსება. როდესაც თვალის ზომით დავადგენთ, რომ სითხემ 1 მილილიტრს მიაღწია, ამოიღეთ K-D აპარატი და 10 წუთის მანძილზე დაელოდეთ სანამ იგი გაგრილდება და ბოლომდე დაიცლება სითხისგან.

10.7 მოხსენით სნაიდერის მილი აპარატს და გაავლეთ კოლბა და მისი ქვედა ნაწილი 1-2 მლ მეთალინის ქლორიდში ისე რომ ეს განავლები სითხე საბოლოო ჯამში კონცენტრატორის მილში მოხვდეს. ამ ოპერაციისთვის 5 მილილიტრიანი შპრიცის გამოყენებაა რეკომენდებული. დაასაცობეთ კონცენტრატორის მილი და შეინახეთ მაცივარში თუ შემდგომი ოპერაციების ჩატარება დაუყოვნებლივ არ იგეგმება. თუ ექსტრაქტის ორ დღეზე მეტი პერიოდით შენახვა იგეგმება, იგი ტეფლონით დალუქულ, ხრახნიანი ხუფის მქონე ფლაკონში უნდა გადავიტანოთ და სინათლისგან

დავიცვათ. თუ ნიმუშის ექსტრაქტი შემდგომ გაწმენდას არ საჭიროებს, დაიწყეთ გაზის ან სითხობრივი ქრომატოგრაფიული ანალიზი (მე-12 ან მე-13 სექციების/თავების მიხედვით). თუ ნიმუში შემდგომ გაწმენდას საჭიროებს, გადადით მე-11 თავზე.

10.8 დაადგინეთ ნიმუშის თავდაპირველი ოდენობა ნიმუშის შესაგროვებლად გამოყენებული ბოთლის შესაბამის ნიშნულამდე თავიდან გავსებით და სითხის 1000 მილილიტრიან გრადუირებულ ცილინდრში გადატანით. დააფიქსირეთ ნიმუშის ოდენობა და დაამრგვალეთ იგი უახლეს 5 მილილიტრამდე.

11. გაწმენდა და განცალკევება

11.1 შედარებით სუფთა ნიმუშის მატრიცის შემთხვევაში გაწმენდის პროცედურები შეიძლება არ იყოს საჭირო. თუ კონკრეტული გარემოებები გაწმენდის პროცედურის გამოყენებას ითხოვს, ლაბორატორიის სპეციალისტს ქვემოთ აღწერილი პროცედურის ან ნებისმიერი სხვა შესაბამისი პროცედურის გამოყენება შეუძლია. თუმცა, პირველ რიგში ლაბორატორიის ანალიტიკოსმა უნდა დაადასტუროს, რომ 8.2-ე სექციის მოთხოვნების დაკმაყოფილება იმ მეთოდების გამოყენებითაა შესაძლებელი, რომლებშიც გაწმენდის პროცედურებიც იქნა შეტანილი.

11.2 იქამდე სანამ სილიკაგელით გაწმენდის მეთოდის გამოყენება მოხდება, გამხსნელის ექსტრაქტი ციკლოჰექსანში უნდა იქნას გადაცვლილი. დაამატეთ 1-10 მლ ნიმუშის ექსტრაქტი (მეთილენის ქლორიდში) და სადუღარი გრანულა სუფთა K-D კონცენტრატორის მილში. დაამატეთ 4 მლ ციკლოჰექსანი და მიამაგრეთ ორბურთულიანი მიკრო სნაიდერის მილი აპარატს. წინასწარ დაასველეთ მილი 0.5 მლ მეთილენის ქლორიდის მილის ზედა ნაწილში დამატებით. მოათავსეთ მიკრო K-D აპარატი მდულარე (100°C) წყლის აბაზანაზე ისე რომ კონცენტრატორის მილი ნაწილობრივ ცხელ წყალში იყოს ჩაფლული. დაარეგულირეთ აპარატის ვერტიკალური მდგომარეობა და წყლის ტემპერატურა ისე რომ კონცენტრაციის პროცესი 5-10 წუთში დასრულდეს. დისტილაციის სწორი სიჩქარის შემთხვევაში

მილის ბურთულები აქტიურად ახმაურდებიან, თუმცა კამერები კონდენსირებული გამხსნელით არ გაივსება. როდესაც თვალის ზომით დავადგენთ, რომ სითხემ 0.5 მილილიტრს მიაღწია, ამოიღეთ K-D აპარატი და 10 წუთის მანძილზე დაელოდეთ სანამ იგი გაგრილდება და ბოლომდე დაიცლება სითხისგან. მოხსენით სნაიდერის მილი აპარატს და გაავლეთ კოლბა და მისი ქვედა ნაწილი ციკლოჰექსანის მინიმალური ოდენობით ისე რომ ეს განავლები სითხე საბოლოო ჯამში კონცენტრატორის მილში მოხვდეს. დაარეგულირეთ ექსტრაქტის მოცულობა დაახლოებით 2 მილილიტრამდე.

11.3 სვეტის სილიკაგელით გაწმენდა (PAH-ების შემთხვევაში)

11.3.1 მოამზადეთ 10 გრ გააქტიურებული სილიკაგელის სუსპენზია მეთილენის ქლორიდში და მოათავსეთ ეს სითხე 10 მილიმეტრი შიდა დიამეტრის მქონე ქრომატოგრაფიულ სვეტში. მსუბუქად მიარტყით სვეტს, რათა სილიკაგელი ბოლომდე ჩავიდეს და ამორეცხეთ მეთილენის ქლორიდი. დაამატეთ 1-2 სმ უწყლო ნატრიუმის სულფატი სილიკაგელის ზედა ნაწილს.

11.3.2 წინასწარ გამორეცხეთ სვეტი 40 მლ პენტანით. ყველა გამორეცხვის (ელუციის) სიჩქარე დაახლოებით 2 მლ/წ უნდა იყოს. გადაასხით ელუატი და სანამ ნატრიუმის სულფატის შრე ჰაერის ზემოქმედების ქვეშ მოექცევა, ტრანსფერის დასასრულებლად დამატებითი 2 მლ ციკლოჰექსანის გამოყენებით გადაიტანეთ 2 მლ ციკლოჰექსანის ნიმუშის ექსტრაქტი სვეტში. სანამ ნატრიუმის სულფატის შრე ჰაერის ზემოქმედების ქვეშ მოექცევა, დაამატეთ 25 მლ პენტანი და გააგრძელეთ სვეტის ელუცია. გადაასხით პენტანის ელუატი.

11.3.3 ამის შემდეგ, გამორეცხეთ სვეტი 25 მლ მეთილენის ქლორიდით/პენტანით (4+6) (V/V), გამონარეცხი სითხე 10 მილილიტრიანი კონცენტრატორის მილით აღჭურვილ 500 მილილიტრიან K-D-ს კოლბაში უნდა მოხვდეს. შეასქელეთ ნაწილაკები 10 მლ-მდე ისე როგორც ეს 10.6-ე ქვეთავშია აღწერილი. მას შემდეგ რაც აპარატი გაგრილდება,

მოხსენით სნაიდერის მილი და გაავლეთ კოლბა და მისი ქვედა ნაწილი პენტანში. დაიწყეთ HPLC ან GC ანალიზი.

12. მაღალეფექტური სითხოვრივი ქრომატოგრაფია (HPLC)

12.1 კონცენტრატორის მილში არსებულ ექსტრაქტს დაამატეთ 4 მლ აცეტონიტრილი და ახალი სადუღარი გრანულა, შემდეგ აპარატზე მიამაგრეთ ორბურთულიანი მიკრო სნაიდერის მილი. შეასქელეთ გამხსნელი ისე როგორც ეს 10.6-ე ქვეთავშია აღწერილი, თუმცა წყლის აბაზანა 95-100°C-მდე უნდა იყოს გაცხელებული. მას შემდეგ რაც აპარატი გაგრილდება, მოხსენით მიკრო სნაიდერის მილი და გაავლეთ მისი ქვედა ნაწილი 0.2 მლ აცეტონიტრილში ისე რომ განავლები სითხე კონცენტრატორის მილში მოხვდეს. დაარეგულირეთ ექსტრაქტის მოცულობა 1.0 მლ-მდე.

12.2 პირველ ცხრილში HPLC-ისთვის რეკომენდებული საოპერაციო პირობებია შეჯამებული. აღნიშნულ ცხრილში მოცემულია შეკავების დროები, სიმძლავრეების გამოყენების კოეფიციენტები და MDL, რომელთა მიღება ამ პირობებშია შესაძლებელი. ნაფთალინის, აცენაფთილენის, აცენაფთენის და ფლუორენის დასადგენად ულტრაიისფერი დეტექტორის გამოყენებაა რეკომენდებული ხოლო ფლუორესცენციური დეტექტორი რეკომენდებულია დანარჩენი PAH-ების ოდენობების დასადგენად. HPLC-ის ამ სვეტის მეშვეობით მიღწეული სეპარაციების მაგალითები 1 და 2 სურათებშია მოცემული. HPLC-ის სხვა სვეტები, ქრომატოგრაფიული პირობები და დეტექტორები შეიძლება იქნას გამოყენებული იმ შემთხვევაში თუ 8.2-ე ქვეთავში მოცემული მოთხოვნები იქნება დაკმაყოფილებული.

12.3 სისტემის ყოველდღიური კალიბრაცია უნდა მოხდეს ისე როგორც ეს მე-7 თავშია აღწერილი.

12.4 შიდა სტანდარტული ხსნარის მეშვეობით კალიბრაციის შემთხვევაში, მის ინსტრუმენტში შეყვანამდე, შიდა სტანდარტული ხსნარი ნიმუშის ექსტრაქტს უნდა დავუმატოთ და კარგად მოვურიოთ.

12.5 მაღალი წნევის შპრიცის ან ერთი და იმავე ოდენობის მასალის ავტომატური შემყვანის მეშვეობით შეიყვანეთ 5-25 μL ნიმუშის ექსტრაქტი ან სტანდარტული ხსნარი HPLC-ში. ჩაიწერეთ შეყვანილი მასალის რაოდენობა და დაამრგვალეთ უახლეს 0.1 μL -მდე; ასევე ჩაიწერეთ მიღებული პიკის მოედანი ან პიკური სიმაღლე (შესაბამის ერთეულებში). ინიექციებს შორის ინტერვალებში მინიმუმ 10 წუთის მანძილზე თავიდან გააწონასწორეთ HPLC-ის სვეტი თავდაპირველ დახრილ მდგომარეობამდე.

12.6 მოახდინეთ ნიმუშის პარამეტრების იდენტიფიცირება ნიმუშის ქრომატოგრამში არსებული პიკების შეკავების დროების სტანდარტული ხსნარების ქრომატოგრამებში არსებული პიკების შეკავების დროებთან შედარებით. ამ პარამეტრების იდენტიფიცირებისთვის გამოყენებული შეკავების დროის ფანჯრის სიგანე დღის განმავლობაში სტანდარტული ხსნარების შეკავების დროის ვარიაციების რეალურ მაჩვენებლებს უნდა ეყრდნობოდეს. ნაერთის შეკავების დროის სტანდარტული დევიაციის სამზე ნამრავლი ზემოთხსენებული ფანჯრის ზომის გამოსათვლელად შეიძლება იქნას გამოყენებული; თუმცა, ლაბორატორიის სპეციალისტის გამოცდილებამ დიდი როლი უნდა შეასრულოს ქრომატოგრამების მიერ ნაჩვენები მაჩვენებლების ინტერპრეტირებისას.

12.7 თუ პიკის ანალიტიკური სიგნალი სისტემის სამუშაო დიაპაზონს აჭარბებს, გააზავეთ ექსტრაქტი აცეტონიტრილით და თავიდან ჩატარეთ ანალიზი.

12.8 თუ პიკის ანალიტიკური სიგნალის მიღებას სხვადასხვა ნივთიერებების ზეგავლენა უშლის ხელს, საჭიროა დამატებითი გაწმენდითი პროცედურების ჩატარება.

13. გაზის ქრომატოგრაფია

13.1 როგორც ეს 1.3-ე ქვეთავში და მეორე ცხრილშია მითითებული, გავსებული სვეტის გაზის (აირის) ქრომატოგრაფიის პროცედურა ვერ ადგენს გარკვეულ იზომერულ წყვილებს. ამ პარამეტრებისთვის ქრომატოგრაფიული პროცედურა (იხ. 12-ე თავი) უნდა იქნას გამოყენებული.

13.2 ამ მეთოდის ფარგლებში მაქსიმალური მგრძნობელობის მისაღწევად, ექსტრაქტი 1 მილილიტრამდე უნდა შესქელდეს. დაამატეთ სუფთა სადულარი გრანულა კონცენტრატორის მილში არსებულ მეთილენის ქლორიდის ექსტრაქტს. მიამაგრეთ აპარატზე ორბურთულიანი მიკრო სნაიდერის მილი. წინასწარ დაასველეთ მიკრო სნაიდერის მილი დაახლოებით 0.5 მილილიტრი მეთილენის ქლორიდის ზედა ნაწილში დამატებით. მოათავსეთ მიკრო K-D აპარატი ცხელი წყლის აბაზანაზე (60-65°C) ისე რომ კონცენტრატორის მილი ნაწილობრივ ცხელ წყალში იყოს ჩაფლული. დაარეგულირეთ აპარატის ვერტიკალური მდგომარეობა და წყლის ტემპერატურა ისე რომ კონცენტრაციის პროცესი 5-10 წუთში დასრულდეს. დისტილაციის სწორი სიჩქარის შემთხვევაში მილის ბურთულები აქტიურად ახმაურდებიან, თუმცა კამერები კონდენსირებული გამხსნელით არ გაივსება. როდესაც თვალის ზომით დავადგენთ, რომ სითხემ 0.5 მილილიტრს მიაღწია, ამოიღეთ K-D აპარატი და 10 წუთის მანძილზე დაელოდეთ სანამ იგი გაგრილდება და ბოლომდე დაიცლება სითხისგან. მოხსენით სნაიდერის მილი აპარატს და გაავლეთ კოლბა და მისი ქვედა ნაწილი მინიმალური ოდენობის მეთაღინის ქლორიდში ისე რომ ეს განავლები სითხე საბოლოო ჯამში კონცენტრატორის მილში მოხვდეს. დაარეგულირეთ საბოლოო ოდენობა 1.0 მლ-მდე და გაუკეთეთ კონცენტრატორის მილს საცობი.

13.3 მეორე ცხრილში გაზის ქრომატოგრაფისთვის რეკომენდებული საოპერაციო პირობებია შეჯამებული. აღნიშნულ ცხრილში მოცემულია შეკავების დროები, რომელთა მიღება ამ პირობებშია მოხდა. ამ სვეტით მიღწეული სეპარაციების მაგალითები მე-3 სურათებშია მოცემული. სხვა გავსებული ან კაპილარული ტიპის

სვეტები, ქრომატოგრაფიული პირობები ან დეტექტორები შეიძლება იქნას გამოყენებული იმ შემთხვევაში თუ 8.2-ე ქვეთავში მოცემული მოთხოვნები იქნება დაკმაყოფილებული.

13.4 გაზის ქრომატოგრაფიული სისტემის ყოველდღიური კალიბრაცია უნდა ხორციელდებოდეს ისე როგორც ეს მე-7 თავშია აღწერილი.

13.5 შიდა სტანდარტული ხსნარის მეშვეობით კალიბრაციის შემთხვევაში, მის აირის (გაზის) ქრომატოგრაფში შეყვანამდე, შიდა სტანდარტული ხსნარი ნიმუშის ექსტრაქტს უნდა დავუმატოთ და კარგად მოვურიოთ.

13.6 გამხსნელით გამორეცხვის მეთოდის გამოყენებით შეიყვანეთ 5-25 μL ნიმუშის ექსტრაქტი ან სტანდარტული ხსნარი გაზის ქრომატოგრაფში. ავტომატური მოწყობილობების გამოყენების შემთხვევაში შესაძლებელია 10 უფრო მცირე (1.0 μL) ოდენობის ექსტრაქტების ან ხსნარების შეყვანა. ჩაიწერეთ შეყვანილი მასალის რაოდენობა და დაამრგვალეთ უახლეს 0.05 μL -მდე; ასევე ჩაიწერეთ მიღებული პიკის მოედანი ან პიკური სიმაღლე (შესაბამის ერთეულებში).

13.7 მოახდინეთ ნიმუშის პარამეტრების იდენტიფიცირება ნიმუშის ქრომატოგრამაში არსებული პიკების შეკავების დროების სტანდარტული ხსნარების ქრომატოგრამებში არსებული პიკების შეკავების დროებთან შედარებით. ამ პარამეტრების იდენტიფიცირებისთვის გამოყენებული შეკავების დროის ფანჯრის სიგანე დღის განმავლობაში სტანდარტული ხსნარების შეკავების დროის ვარიაციების რეალურ მაჩვენებლებს უნდა ეყრდნობოდეს. ნაერთის შეკავების დროის სტანდარტული დევიაციის სამზე ნამრავლი ზემოთხსენებული ფანჯრის ზომის გამოსათვლელად შეიძლება იქნას გამოყენებული; თუმცა, ლაბორატორიის სპეციალისტის გამოცდილებამ დიდი როლი უნდა შეასრულოს ქრომატოგრამების მიერ ნაჩვენები მაჩვენებლების ინტერპრეტირებისას.

13.8 თუ პიკის ანალიტიკური სიგნალი სისტემის სამუშაო დიაპაზონს აჭარბებს, გააზავეთ ექსტრაქტი და თავიდან ჩაატარეთ ანალიზი.

13.9 თუ პიკის ანალიტიკური სიგნალის მიღებას სხვადასხვა ნივთიერებების ზეგავლენა უშლის ხელს, საჭიროა დამატებითი გაწმენდითი პროცედურების ჩატარება.

14. კალკულაციები

14.1 დაადგინეთ ნიმუშში არსებული ინდივიდუალური ნაერთების კონცენტრაციები.

14.1.1 თუ კალიბრაცია გარე სტანდარტული ხსნარის მეშვეობით ხორციელდება, შეყვანილი მასალის ოდენობა პიკის ანალიტიკური სიგნალის მეშვეობით გამოითვალეთ, რისთვისაც 7.2.2.-ე ქვეთავში დადგენილი კალიბრაციის მრუდი ან კალიბრაციის კოეფიციენტი უნდა იქნას გამოყენებული. ნიმუშში არსებული კონცენტრაციის დადგენა მეორე განტოლების მეშვეობითაა შესაძლებელი:

Equation 2

$$\text{Concentration } (\mu\text{g/L}) = \frac{(A) (V_i)}{(V_t) (V_s)}$$

where:

A = Amount of material injected (ng).

V_i = Volume of extract injected (μL).

V_t = Volume of total extract (μL).

V_s = Volume of water extracted (mL).

განტოლება 2

სადაც:

A= შეყვანილი მასალის რაოდენობას (ნანოგრამებში)

V_i = შეყვანილი ექსტრაქტის რაოდენობას (μ L)

V_f = მთლიანი ექსტრაქტის მოცულობას (μ L)

V_s = ექსტრაქციით მიღებული წყლის მოცულობას (მლ)

იმ შემთხვევაში თუ კალიბრაციისთვის შიდა სტანდარტული ხსნარი გამოიყენება, ნიმუშში არსებული კონცენტრაცია 7.3.2-ე ქვეთავში და მესამე განტოლების მეშვეობით დადგენილი დეტექტორის მგრძნობიარობის ფაქტორის (RF) საფუძველზე გამოითვალეთ.

Equation 3

$$\text{Concentration } (\mu\text{g/L}) = \frac{(A_s) (I_s)}{(A_{is}) (RF) (V_o)}$$

where:

A_s = Response for the parameter to be measured.

A_{is} = Response for the internal standard.

I_s = Amount of internal standard added to each extract (μ g).

V_o = Volume of water extracted (L).

განტოლება 3

სადაც:

A_s = გასაზომ პარამეტრთან დაკავშირებით მიღებული რეაქცია

A_{is} = შიდა სტანდარტულ ხსნართა დაკავშირებით მიღებული რეაქცია

I_s = თითოეულ ექსტრაქტში დამატებული შიდა სტანდარტული ხსნარის ოდენობა (μ g)

V_o = ექსტრაქციით მიღებული წყლის მოცულობას (ლ)

შედგები $\mu\text{g/L}$ -ებში უნდა იქნას წარმოდგენილი (ამოღებასთან დაკავშირებული მონაცემების გათვალისწინებით კორექტირების გარეშე). ხარისხის კონტროლთან დაკავშირებით მიღებული ყველა მონაცემი ნიმუშების შედეგებთან ერთად უნდა იქნას წარმოდგენილი.

15.0 ლიტერატურა

- მეთოდი 610: პოლინუკლეარული არომატული ნახშირწყალბადები, 1984
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

29.0 მემბრანული ფილტრაციის მეშვეობით წყალში კოლიფორმების საერთო სახეობების და ეშერიქია კოლის საერთო რაოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები (ერთდროულად აღმოჩენის მეთოდის (MI Medium) გამოყენებით)

29.1 გამოყენებული ეტალონური მეთოდი

- EPA-ს მეთოდი 1604: მემბრანული ფილტრაციის მეშვეობით წყალში კოლიფორმებისა და ეშერიქია კოლის საერთო რაოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები (ერთდროულად აღმოჩენის მეთოდის (MI Medium) გამოყენებით)
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

1. გამოყენების ფარგლები და სფერო

1.1 ეს მეთოდი მგრძნობიარე და დიფერენციალური მემბრანული ფილტრის (MF) მედიუმს (გარემოს) აღწერს, რომელიც MI აგარს ან MI ბულიონს იყენებს კონკრეტული სახის ენზიმების აქტივობების საფუძველზე წყლის ნიმუშებში 24 საათის ან ნაკლებ პერიოდში როგორც კოლიფორმების (TC) ისე ეშერიქია კოლის (E. coli) საერთო ოდენობის დასადგენად. ენზიმის ორი სუბსტრატი ფლუოროგენი 4-მეთილუმბელიფერილი- β -D-გალაქტოპირანოზიდი (MUGal) და ქრომოგენი ინდოქსილ- β -D-გლუკურონიდი (IBDG) ამ ფილტრში შედიან, რათა მათი მეშვეობით შესაბამისად კოლიფორმებისა და ეშერიქია კოლის მიერ გამოყოფილი ენზიმები: β -გალაქტოზიდაზა და β -გლუკურონიდაზა იქნას აღმოჩენილი.

1.2 კოლიფორმების საერთო სახეობებში შედის ის სახეობები, რომლებიც შეიძლება ცხოვრობდნენ თბილისისხლიანი ცხოველების ნაწლავებში ან ბუნებრივად გვხვდებოდნენ ნიადაგში, მცენარეულ საფარში და წყალში. ეს სახეობები ჩვეულებრივ ფეკალიებით დაბინძურებულ წყლებში გვხვდება ხოლმე და ხშირად ისინი ეპიდემიების წარმოშობასთან ასოცირდებიან. მართალია თავისთავად ეს ორგანიზმები ზოგადად არ გამოირჩევიან პათოგენურობით, მაგრამ სასმელ წყალში მათი არსებობა პათოგენების შესაძლო არსებობაზეც მიუთითებს. E. coli (კოლიფორმების ჯგუფის ერთ-ერთი სახეობა) ფეკალურ მასებში ყოველთვის წარმოდგენილია ხოლმე და შესაბამისად იგი ფეკალური მასებით წყლის დაბინძურების და ენტერალური პათოგენების შესაძლო არსებობის უფრო პირდაპირი ინდიკატორია. გარდა ამისა, E. coli-ის ზოგიერთი შტამი პათოგენურია.

1.4 რადგან მემბრანული ფილტრის მეთოდის გამოყენებით ნიმუშების და გაზავებული ნიმუშების ფართო სპექტრის გაანალიზებაა შესაძლებელი, შესაბამისად წყალში არსებული E. coli-ის და კოლიფორმების ფართო სპექტრის აღმოჩენა და აღრიცხვაა შესაძლებელი.

2.0 მეთოდის მოკლე აღწერილობა

2.1 სასმელი წყლის ნიმუშის შესაბამისი მოცულობა (100 მლ სასმელი წყალი) იფილტრება 47 მმ, 0.45- μ m ზომის ფორებიან ცელულოზის ეთერის მემბრანულ ფილტრში, რომელიც ნიმუშში არსებულ ბაქტერიებს აკავებს. ფილტრი MI აგარის 5 მლ თევზზე ან 2-3 მლ MI ბულიონით გაჟღენთილ შემწვარ საფენზე თავსდება რის შემდეგაც თევზის ინკუბაცია 35°C ტემპერატურაზე 24 საათის განმავლობაში ხდება. თევზზე გაზრდილი ბაქტერიების კოლონიები მოწმდება ლურჯი ფერის აღმოსაჩენად, რომელიც E. coli-ის ენზიმის β -გლუკურონიდაზას მიერ IBDG-ის დაშლის შედეგად წარმოიქმნება და ასევე გრძელტალღოვან (366 ნანომეტრი) ულტრაიისფერ სინათლეზე კოლიფორმის ენზიმის β -გალაქტოზიდაზას მიერ MUGal-ის დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ფლურესცენციის აღმოსაჩენად.

3.0 ტერმინთა განმარტებები

3.1 კოლიფორმების საერთო სახეობები (TC)

ამ მეთოდის ფარგლებში, „კოლიფორმების საერთო სახეობებში“ იგულისხმება ის ბაქტერიები, რომლებიც MI აგარის ან ბულიონის თევზებზე თავდაპირველი კულტივირების შემდეგ, გრძელტალღოვან (366 ნანომეტრი) ულტრაიისფერ სინათლეზე ფლურესცენციულ კოლონიებს ქმნიან.

ფლურესცენციული კოლონიები შეიძლება მთლიანად ლურჯ-თეთრი (E. coli-ს გარდა სხვა კოლიფორმები) ან მოლურჯო-მომწვანო (E. coli-ს შემთხვევაში) შეფერილობის იყვნენ; გარდა ამისა, E. coli-ს მოლურჯო-მომწვანო კოლონიების კიდეების გარშემო ფლურესცენციული შარავანდედები შეიძლება გაჩნდეს. ამასთან ერთად, არაფლურესცენციული ლურჯი კოლონიები (რომლებიც იშვიათად ჩნდებიან) ასევე უნდა აღირიცხოს, რადგან მათი ფლურესცენციულობა IBDG-ის დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ლურჯი ფერით ინიღბება.

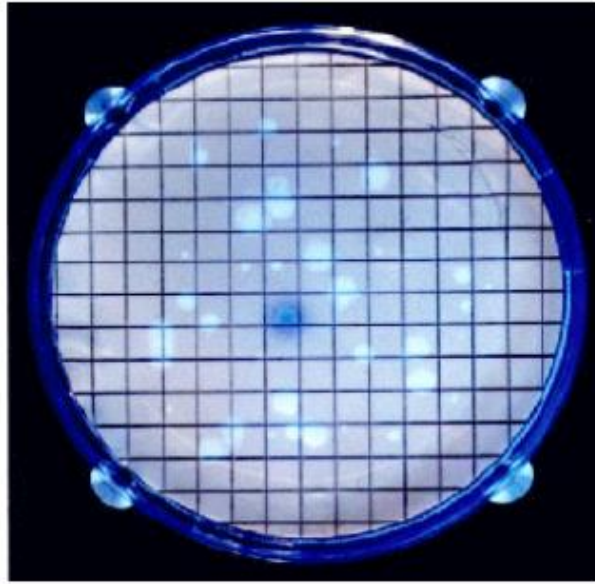


Figure 1. This photograph shows *Escherichia coli* (blue/green fluorescence) and total coliforms other than *E. coli* (blue/white fluorescence) on MI agar under longwave UV light (366

სურათი 1.

ამ სურათზე გამოსახულია ეშერიქია კოლი (ლურჯი/მწვანე ფლურესცენცია) და კოლიფორმების საერთო სახეობები (*E. coli*-ს გარდა) (ლურჯი/თეთრი ფლურესცენცია) MI აგარის თევზზე გრძელტალღოვან (366 ნანომეტრი) ულტრაიისფერ სინათლეზე.

3.2 ეშერიქია კოლი (*E. coli*)

ამ მეთოდის ფარგლებში, *E. coli* არის ის ბაქტერიები, რომლებიც MI აგარის ან ბულიონის თევზებზე თავდაპირველი კულტივირების შემდეგ, ჩვეულებრივ სინათლეზე ლურჯი ფერის კოლონიებს წარმოქმნიან. ეს კოლონიები გრძელტალღოვან (366 ნანომეტრი) ულტრაიისფერ სინათლეზე შეიძლება იყოს ფლურესცენციული ან არაფლურესცენციული.

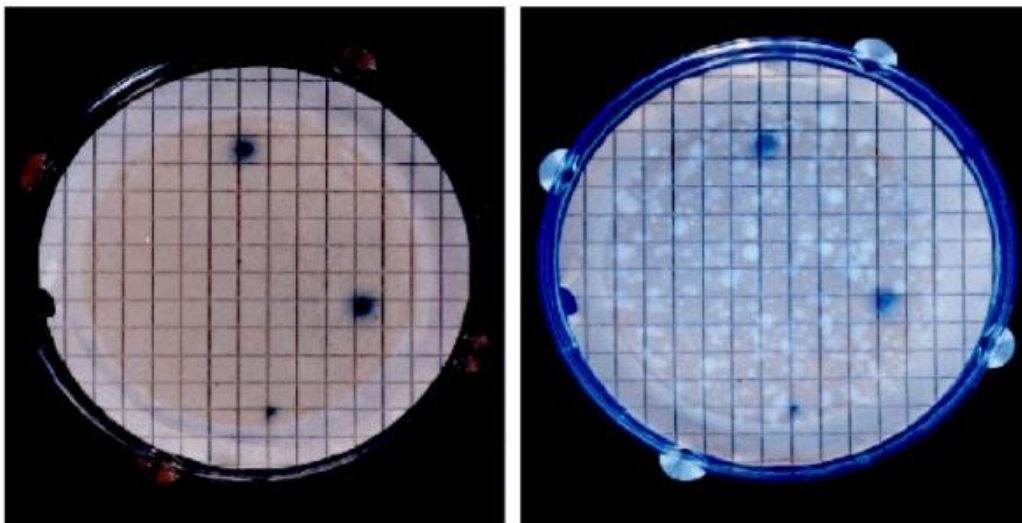


Figure 2. These photographs show *Escherichia coli* and total coliforms from cistern water on MI agar. The confluent plate was photographed under different lighting: ambient light on the left, and longwave UV light (366 nm) on the right. Under ambient light, *E. coli* are blue, and total coliforms other than *E. coli* and non-coliforms are their natural color. Under longwave UV light, all total coliforms, including *E. coli*, are fluorescent, and non-coliforms are non-fluorescent (*i.e.*, they are not visible).

სურათი 2. ამ ფოტოებზე ნაჩვენებია MI აგარის თევზზე დათესილი ეშერიქია კოლი და კოლიფორმების საერთო სახეობები (ნიმუში ცისტერნიდან აღებული წყალი). თევზის ფოტო სხვადასხვა განათების ქვეშ იქნა გადაღებული: მარცხნივ მოცემულ ფოტო ჩვეულებრივ სინათლეზე, ხოლო მარჯვნივ მოცემული ფოტო კი გრძელტალღოვან (366 ნანომეტრი) ულტრაიისფერ სინათლეზეა გადაღებული. ჩვეულებრივ სინათლეზე ეშერიქია კოლი არის ლურჯი, ხოლო კოლიფორმების საერთო სახეობები (*E. coli*-ის გარდა) და არაკოლიფორმები თავიანთ ბუნებრივ ფერს ინარჩუნებენ. გრძელტალღოვან ულტრაიისფერ სინათლეზე ყველა კოლიფორმის სახეობა (მათ შორის *E. coli*-ც) არის ფლურესცენციული, ხოლო არაკოლიფორმები არ არის ფლურესცენციული (ანუ ისინი არ ჩანან).

4.0 ზეგავლენის წყაროები და დაბინძურება

4.1 წყლის ისეთ ნიმუშებს, რომლებიც კოლოიდურ ან შეტივტივებულ ნაწილაკებს შეიცავენ, მემბრანული ფილტრის გაჭედვა შეუძლიათ, რაც ფილტრაციას შეუშლის ხელს ან ბაქტერიების კოლონიების გავრცელებას გამოიწვევს, რასაც მიზნობრივი კოლონიების ამოცნობისთვის ხელის შეშლა შეუძლია. თუმცა, ხშირ შემთხვევაში, მძიმე ნაწილაკების ან კოლიფორმების საერთო სახეობების მაღალი კონცენტრაციების მქონე თევზებზე ლურჯი *E. coli*-ის კოლონიების დათვლა მაინც შესაძლებელია ხოლმე.

4.2 E. coli-ის მიზნობრივი კოლონიების გვერდით ლურჯი ფერის გავრცელებას E. coli-ის მაღალი კონცენტრაციების მქონე თევზებზე კოლონიების აღრიცხვაზე და შერჩევაზე ზეგავლენის მოხდენა შეუძლია. ეს პრობლემა E. coli-ის დაბალი კონცენტრაციების მქონე ნიმუშებში არ უნდა წარმოიქმნას (მაგალითად სასმელი წყლის ან სათანადოდ გაზავებული სინჯების შემთხვევაში).

4.3 ძალიან პატარა ზომის, ბრტყელი ან პატარა წვეტების მქონე ლურჯი კოლონიები (# 0.5 მმ დიამეტრის კოლონიები # 200 კოლონიების შემცველ ფილტრებზე) შესაძლოა E. coli-ის გარდა სხვა სახეობების არსებობის ნიშანი იყოს. ესეთი მცირე რაოდენობის კოლონიები დროდადრო ჩნდება ხოლმე და ისინი E. coli-ის კოლონიებად არ უნდა იქნას აღქმული, რომლებიც ზოგადად გაცილებით უფრო დიდი ზომებით (1-3 მმ დიამეტრი) გამოირჩევიან ხოლმე. ეს მცირე კოლონიები ტიპური E. coli-ს კოლონიების არ არსებობის შემთხვევაში არასოდეს არ დაფიქსირებულან, თუმცა თუ ასეთი რამ მოხდა, წყლის კონკრეტული ნიმუში არ უნდა ჩაითვალოს E. coli-ის შემცველად, თუ სხვა მეთოდით E. coli-ის მინიმუმ ერთი კოლონიის არსებობა მაინც არ იქნება დადასტურებული [მაგალითად EC გარემო(მედიუმი) 4-მეთილუმბელიფერილი- β -D-გლუკურონიდი (MUG) ან API 20E ზოლები].

4.4 ხასხასა მწვანე ფერის, ფლუორესცენციური, არალურჯი კოლონიები, რომლებიც კოლიფორმების ტიპურ ლურჯ/თეთრ ან ლურჯ/მწვანე ფლუორესცენციურ საერთო სახეობებთან ერთად ფიქსირდება, კოლიფორმებისგან განსხვავებული სახეობების კოლონიები შეიძლება იყოს. აღნიშნული კოლონიები, რომლებიც ძირითადად მცირე ოდენობით (# 5%) ფიქსირდება ხოლმე და რომელთა კოლიფორმების საერთო სახეობებისგან განსხვავება ძირითადად შესაძლებელია ხოლმე, კოლიფორმების საერთო სახეობებში არ უნდა ჩავთვალოთ. ხასხასა მწვანე ფერის კოლონიების რაოდენობის ზრდა ნიმუშში უჩვეულო პოპულაციის არსებობის ან მედიუმში ცეფსულოდინის დაშლის მანიშნებელი შეიძლება იყოს.

5.0 უსაფრთხოება

5.1 კულტურების, რეაქტივების და მასალების მომზადებისას, გამოყენებისას და გატანისას და ასევე სტერილური აღჭურვილობის ოპერირებისას ლაბორატორიის ანალიტიკოსმა/ტექნიკოსმა უნდა იცოდეს და იცავდეს მიკრობიოლოგიურ ლაბორატორიებში მოქმედ უსაფრთხოების ჩვეულებრივ პროცედურებს.

5.2 მასალების პირით გამოწოვა აკრძალულია.

5.3 დიდხანს არ გაჩერდეთ გრძელტალღოვან ან ბაქტერიციდულ ულტრაიისფერ სინათლეზე.

5.4 ანალიზის ბოლოს ყველა დაბინძურებული თევზი და მასალა ავტოკლავში უნდა დამუშავდეს.

6.0 აღჭურვილობა და სახარჯი მასალები

6.1 $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ -ზე დაყენებული ინკუბატორი, დაახლოებით 90%-იანი ტენიანობით თუ ისეთი თევზების გამოყენება ხდება, რომლებსაც სახურავები მჭიდროდ არ ეხურებათ.

6.2 ფართოკუთხოვანი, 10-15x გადიდების მქონე სტერეოსკოპური მიკროსკოპი.

6.3 მიკროსკოპის ლამპა რომელიც გაფანტულ (დიფუზიურ) სინათლეს გამოსცემს ცივი, თეთრი ფლუორესცენციური ნათურის მეშვეობით, რომელიც იმგვარად არის დარეგულირებული რომ მაქსიმალური ფერი გამოსცეს.

6.4 ხელში დასაჭერი სათვლელი მოწყობილობა.

6.5 უჟანგავი ფოლადისგან, ალუმინისგან ან Pyrex-ის შუშისგან დამზადებული პიპეტების შესანახი კონტეინერი.

6.6 ალუმინის ფოლგით ან კრაფტის ქაღალდით დაფარული და სტერილიზებული გრადუირებული ცილინდრები (100 მლ ცილინდრები სასმელი წყლისთვის).

6.7 შუშის, პლასტმასის ან უჟანგავი ფოლადისგან დამზადებული მემბრანული ფილტრაციის კომპლექტები (ფილტრი და ძაბრი). ეს კომპლექტები ალუმინის ფოლგაში უნდა იყოს შეხვეული და სტერილიზებული.

6.8 ბაქტერიციდული სინათლის ყუთი (254 ნანომეტრი) ძაბრების სადებიზინფექციოდ სასურველია, თუმცა არა სავალდებულო.

6.9 ვაკუუმური ხაზი, ელექტრო ვაკუუმური ტუმბო ან ასპირატორი ვაკუუმის შემქმნელ წყაროდ გამოიყენება. საგანგებო სიტუაციებში ხელის ტუმბოს ან შპრიცის გამოყენება შეიძლება. ვაკუუმის შემქმნელი ამგვარი მოწყობილობები საკონტროლო სარქველებით უნდა იყვნენ აღჭურვილი ჰაერის ნაკადის უკან შებრუნების აღსაკვეთად.

6.10 ვაკუუმური ბუნზენის კოლბა (ჩვეულებრივ 1 ლიტრის მოცულობის) შესაბამისი მილებით. ფილტრების კოლექტორები, სადაც სხვადასხვა ფილტრები იქნება შენახული, სასურველია, თუმცა არა აუცილებელი.

6.11 ბუნზენის კოლბასა და ვაკუუმის წყაროს შორის მოთავსებული დამცავი საკეტი.

6.12 პინცეტები, სწორი (სასურველი ვარიანტი) ან მოღუნული, გლუვი დაბოლოებებით, რათა ფილტრების მარტივად და დაუზიანებლად აღება/გადატანა იყოს შესაძლებელი.

6.13 პინცეტების სტერილიზებისთვის განკუთვნილი ალკოჰოლი, 95% ეთანოლით, პატარა ფართო პირიან ფლაკონებში.

6.14 ბუნზენის ან ფიშერის ტიპის სანთურა ან ელექტრო (ნაგავ)საწვავი ღუმელი.

6.15 სტერილური, შუშისგან ან პლასტმასისგან დამზადებული T.D. (To Deliver)-ის ტიპის ბაქტერიოლოგიური ან Mohr-ის ტიპის პიპეტები (1 მლ და 10 მლ მოცულობის).

6.16 წინასწარ სტერილიზებული ან 10 წუთის მანძილზე 121°C-ზე სტერილიზებული (15 ფუნტის წნევა), თეთრი, ბადით მონიშნული 47 მმ დიამეტრის, $0.45\text{-}\mu\text{m} \pm 0.02$ ზომის ფორებიან ცელულოზის ეთერის მემბრანული ფილტრები.

6.17 ხელის 4 ვატიანი (სასურველი ვარიანტი) 6 ვატიანი ან მიკროსკოპიანი გრძელტალღოვანი ულტრაიისფერი ლამპა (366 ნანომეტრი).

6.18 გაზავებისთვის გამოყენებული წყალი: დიდი რაოდენობით (მაგალითად 1 ლიტრი) დამზადებული ფოსფატურ-ბუფერული ხსნარის შემცველი გამაზავებელი წყალი, რომელიც ნიმუშის დამატებამდე მემბრანების დასასველებლად და ნიმუშის ფილტრაციის შემდეგ (ან 99 მლ გაზავებულ ბლანკებში) ძაბრის გასავლებლად გამოიყენება.

6.19 წაუშლელი მელნიანი მარკერი თევზების მოსანიშნად.

6.20 მეცნიერებისა და ტექნოლოგიის ეროვნული ინსტიტუტის (NIST) მიერ სერტიფიცირებულ თერმომეტრთან თერმომეტრი ან NIST-თან მიკვლევადი კავშირის მქონე თერმომეტრი.

6.21 სტერილური, პლასტმასის 9 x 50 მმ, მჭიდროდ მორგებული სახურავებიანი ან 15 x 60 მმ, მინის ან პლასტმასის, არამჭიდროდ მორგებული სახურავებიანი პეტრის თევზები; ასევე შესაძლებელია 15 x 100 მმ თევზების გამოყენებაც.

6.22 ბორისმჟავას მინისგან დამზადებული, ცხიმგაუმტარი რეზინის დამცავი მასალის მქონე ხრახნიანი სახუფების მქონე გაზავების ბოთლები, რომლებიც (საჭიროების შემთხვევაში) 1:100 გაზავებისთვის 99 მლ-ზე იქნება მონიშნული. 90 მლ-ზე მონიშნული გაზავების ბოთლები 1:10-ზე გაზავებისთვის შეიძლება იქნას გამოყენებული.

6.23 ბორისმჟავას მინისგან დამზადებული, ხრახნიანი სახუფების მქონე, 250-დან 2000 მლ-მდე სიდიდის კოლბები (აგარის დასამზადებლად).

6.24 აგარის გამოსაწრობი 50°C-ზე მომუშავე წყლის აბაზანა.

6.25 25 მმ დიამეტრის, ერთჯერადი, სტერილური შპრიცის ფილტრი 0.22- μ m ზომის ფორებით, რომელიც MI აგარისთვის ცეფსულოდინის ფილტრაციისთვის გამოიყენება.

6.26 სტერილური, პლასტმასის, ერთჯერადი, 20 კუბური მეტრი/სმ მოცულობის შპრიცები. ავტოკლავში დამუშავებული შპრიცების გამოყენებაც შესაძლებელია.

6.27 სტერილური, ბორისმჟავის მინისგან ან პლასტმასისგან დამზადებული, ხრახნიანი სახუფების მქონე, 20 x 150 მმ სინჯარები.

6.28 წინასწარ სტერილიზებული, ერთჯერადი, 500 ან 1000 მლ., 0.2 μ m ზომის ფორების მქონე სტერილიზაციის ფილტრები ძირითადი ბუფერული ხსნარების ფილტრაციისთვის.

6.29 სტერილური 47 მმ დიამეტრის მქონე შემწოვი საფენები (რომელიც MI ბულიონთან ერთად გამოიყენება).

7.0 რეაქტივები და სტანდარტული ხსნარები.

7.1 რეაქტივების სისუფთავე

ყველა ტესტში ანალიზისთვის სუფთა (ტექნიკურ სისუფთავეზე მაღალი დონის) ქიმიური მასალები უნდა იქნას გამოყენებული.

7.1 კულტურის გარემოს მოსამზადებლად გამოყენებული აგარი მიკრობიოლოგიური სისუფთავის დონის უნდა იყოს.

7.2 ხარისხის კონტროლისთვის კომერციულად ხელმისაწვდომი კულტურის მედია უნდა იქნას გამოყენებული (სადაც ამისი შესაძლებლობა არსებობს).

7.3 წყლის სისუფთავე: ანალიზისთვის სუფთა (ტექნიკურ სისუფთავეზე მაღალი დონის) დისტილირებული წყალი

7.4 ბუფერული ხსნარის შემცველი გაზავების წყალი

7.4.1 ფოსფატურ-ბუფერული ძირითადი ხსნარი (კალიუმის დიჰიდროგენის ფოსფატი (KH_2PO_4) 34.0 გ. ანალიზისთვის სუფთა (ტექნიკურ სისუფთავეზე მაღალი დონის) დისტილირებული წყალი (500 mL)

7.4.2 ძირითადი ბუფერული ხსნარის მომზადება: 1 N NaOH-ის გამოყენებით დაარეგულირეთ ხსნარის pH-ი 7.2-მდე და ანალიზისთვის სუფთა (ტექნიკურ სისუფთავეზე მაღალი დონის) დისტილირებული წყლის გამოყენებით ხსნარის მოცულობა 1000 მლ-მდე გაზარდეთ. გაასტერილეთ ფილტრაციის მეშვეობით ან ავტოკლავში 121°C -ზე 15 წუთის განმავლობაში (15 ფუნტი წნევა) დამუშავებით.

7.4.3 MgCl_2 ხსნარი: გააზავეთ 38 გრამი უწყლო MgCl_2 (ან 81.1 გრამი $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ერთ ლიტრს ანალიზისთვის სუფთა (ტექნიკურ სისუფთავეზე მაღალი დონის) დისტილირებულ წყალში. გაასტერილეთ ფილტრაციის მეშვეობით ან ავტოკლავში 121°C -ზე 15 წუთის განმავლობაში (15 ფუნტი წნევა) დამუშავებით.

7.4.4 ძირითადი ბუფერული და MgCl_2 ხსნარების შენახვა: ძირითადი ხსნარების სტერილიზების შემდეგ, შეინახეთ ისინი მაცივარში (გამოყენებამდე). ხსნარებთან მოპყრობა ასეპტიური მეთოდებით უნდა ხორციელდებოდეს. თუ რომელიმე ძირითად ხსნარში ობის ან სხვა ტიპის დაბინძურების ნიშნები გაჩნდა, გადასხით ისინი და მოამზადეთ ახალი ხსნარები.

7.4.5 სამუშაო ხსნარი (საბოლოო pH-ი 7.0 ± 0.2): დაამატეთ 1.25 მლ ფოსფატ-ბუფერული ძირითადი ხსნარი (იხ. 7.4.2-წ ქვეთავი) და 5 მლ MgCl_2 ძირითადი ხსნარი (იხ. 7.4.3-ე ქვეთავი) ანალიზისთვის სუფთა (ტექნიკურ სისუფთავეზე მაღალი დონის) ერთ ლიტრ დისტილირებულ წყალში (თითო ზემოთხსენებული ხსნარი თითო ლიტრში). კარგად მოურიეთ და შესაბამისი რაოდენობებით გაანაწილეთ ხრახნიანი სახუფეების მქონე გაზავების ბოთლებში ან კულტურის სინჯარებში და/ან უფრო დიდ კონტეინერებში სავლები წყლის სახით გამოსაყენებლად. დაამუშავეთ ავტოკლავში 121°C -ზე 15 წუთის

განმავლობაში (15 ფუნტი წნევა). კონტეინერის ტიპიდან და მოცულობიდან და ასევე სითხის მიერ 121°C ტემპერატურამდე მისაღწევად საჭირო დროიდან გამომდინარე შესაძლოა სტერილიზებისთვის უფრო მეტი დრო იყოს საჭირო.

7.5.1 MI აგარი:

7.5.1 Composition:

Proteose Peptone #3	5.0 g
Yeast Extract	3.0 g
β -D-Lactose	1.0 g
4-Methylumbelliferyl- β -D-Galactopyranoside (MUGal) (Final concentration 100 μ g/mL)	0.1 g
Indoxyl- β -D-Glucuronide (IBDG) (Final concentration 320 μ g/mL)	0.32 g
NaCl	7.5 g
K ₂ HPO ₄	3.3 g
KH ₂ PO ₄	1.0 g
Sodium Lauryl Sulfate	0.2 g
Sodium Desoxycholate	0.1 g
Agar	15.0 g
Reagent-Grade Distilled Water	1000 mL

შემადგენლობა:

პროთეოზა პეპტონი #3 - 5.0 გრამი

საფუარის ექსტრაქტი - 3.0 გრამი

β -D-ლაქტოზა - 1.0 გრამი

4-მეთილუმბელიფერილი- β -D-გალაქტოპირანოზიდი (MUGal) (საბოლოო კონცენტრაცია 100 μ m/მლ) - 0.1 გრამი

ინდოქსილი- β -D-გლუკურონიდი (IBDG) (საბოლოო კონცენტრაცია 320 μ m/მლ) – 0.32 გრამი

NaCl - 7.5 გრამი

K₂HPO₄ – 3.3 გრამი

KH₂PO₄ – 1.0 გრამი

ნატრიუმის ლაურილის სულფატი - 0.2 გრამი

ნატრიუმის დეზოქსიკოლატი - 0.1 გრამი

აგარი - 15.0 გრამი

ანალიზისთვის სუფთა (ტექნიკურ სისუფთავეზე მაღალი დონის) დისტილირებული წყალი - 1000 მლ.

7.5.2 ცეფსულოდინის ხსნარი (1 მგ/1 მლ): დაამატეთ 0.02 გრამი ცეფსულოდინი 20 მილილიტრ ანალიზისთვის სუფთა (ტექნიკურ სისუფთავეზე მაღალი დონის) დისტილირებულ წყალში, გაასტერილეთ ხსნარი 0.22 μm შპრიცის ფილტრით და გამოყენებამდე შეინახეთ სტერილურ სინჯარაში 4°C-ზე. ყოველ ჯერზე ახალი ხსნარი მოამზადეთ. არ შეინახოთ ხსნარის გამოყენებელი ნაწილი.

7.5.3 მომზადება: დაამუშავეთ მედიუმი ავტოკლავში 15 წუთის მანძილზე 121°C ტემპერატურაზე (15 ფუნტი წნევა) და დაამატეთ 5 მლ ცეფსულოდინის ახლადმომზადებული ხსნარი (5 $\mu\text{g}/\text{მლ}$ საბოლოო კონცენტრაციით) თითო ლიტრ აგარის მედიუმში. პიპეტის გამოყენებით გადაიტანეთ მედიუმი 9 x 50 მმ პეტრის თევშებზე (5 მლ/თევში). შეინახეთ თევშები 4°C-ზე 2 კვირის მანძილზე. pH-ის საბოლოო მაჩვენებელი 6.95 ± 0.2 -ს უნდა შეადგენდეს.

7.6 MI ბულიონი: MI ბულიონის შემადგენლობა MI აგარის შემადგენლობის იდენტურია, იმ განსხვავებით, რომ მასში აგარი არ შედის. MI ბულიონის pH-ის საბოლოო მაჩვენებელი 7.05 ± 0.2 -ს უნდა შეადგენდეს. ბულიონი იმავე მეთოდებით მზადდება და სტერილიზირდება, რომლებიც MI აგარის შემთხვევაში გამოიყენება (იხ. 7.5.1-ე, 7.5.2-ე და 7.5.3-ე ქვეთავები), ერთადერთი განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ შემწოვი საფენები 9 x 50 მილიმეტრიან პეტრის თევშებზე თავსდება და 2-3 მლ MI ბულიონით იჟლინდება, რომელიც ცეფსულოდინის საბოლოო კონცენტრაციის 5 გ/მლ-ს შეიცავს. ამის საპირისპიროდ, ბულიონის სტერილიზება ფილტრის მეშვეობით შეიძლება მოხდეს. თევშების გამოყენებამდე ზედმეტი ბულიონი უნდა

გადავღვართ. თევშები მაცივარში უნდა შევინახოთ და 96 საათის შემდეგ გადავადოთ.

ტრიპტიკური სოიოს აგარი (Difco 0369-17-6, BD 4311043, Oxoid CM 0129B ან ეკვივალენტი) (TSA)

7.7.1 Composition:

Tryptone	15.0 g
Soytone	5.0 g
NaCl	5.0 g
Agar	15.0 g

შემადგენლობა:

ტრიპტონი - 15.0 გრამი

სოიტონი - 5.0 გრამი

NaCl - 5.0 გრამი

აგარი - 15.0 გრამი

7.7.2 მომზადება: ჩაამატეთ ზემოთ ჩამოთვლილი მშრალი ინგრედიენტები 1000 მილილიტრ ანალიზისთვის სუფთა (ტექნიკურ სისუფთავეზე მაღალი დონის) დისტილირებულ წყალში და გააცხელეთ დუღილის ტემპერატურამდე რათა აგარის სრულად გახსნა მოხდეს. დაამუშავეთ ავტოკლავში 15 წუთის მანძილზე 121°C ტემპერატურაზე (15 ფუნტი წნევა). გაანაწილეთ აგარი 9 x 50 მილიმეტრიან პეტრის თევშებზე (5 მლ/თევშზე). მოახდინეთ თევშების ინკუბაცია 24 - 48 საათის მანძილზე 35°C ტემპერატურაზე და შეამოწმეთ დამაბინძურებელი ორგანიზმების არსებობა. გადაყარეთ ყველა ის თევში რომელშიც რაიმე სახის ორგანიზმების ზრდა დაფიქსირდება. თუ თევშების 5%-ზე მეტში დაბინძურება დაფიქსირდა, გადაყარეთ

ყველა თევში და გააკეთეთ ახალი მედიუმი (გარემო). შეინახეთ 4°C-ზე მანამ, სანამ დაგჭირდებათ. pH-ის საბოლოო მაჩვენებელი 7.3 ± 0.2 -ს უნდა შეადგენდეს.

8.0 ნიმუშების შეგროვება, კონსერვაცია და შენახვა

8.1 წყლის ნიმუშების შეგროვება გაჟონვისგან დაცული ხუფების მქონე სტერილიზებული პოლიპროპილენის კონტეინერების გამოყენებით უნდა მოხდეს.

8.2 ნიმუშების აღების პროცედურები ნიმუშების აღებასთან დაკავშირებულ სამუშაო ინსტრუქციებშია აღწერილი. ნიმუშების აღების დროს სასმელ წყალში (ან ქლორით დამუშავებულ ჩამდინარე წყლებში) არსებული ნარჩენი ქლორი ნატრიუმის თიოსულფატით უნდა განეიტრალდეს (10%-იანი ხსნარის 1 მლ 1 ლ წყალზე). ნიმუშების კონსერვაციასთან დაკავშირებული პროცედურების და შენახვის ვადების დაცვა სანდო მონაცემების წარმოებისთვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია. ის ნიმუშები, რომლებიც ამ წესების დაცვით არ შეგროვებულა, არ უნდა გაანალიზდეს.

8.2.1 შენახვის ტემპერატურა და ნიმუშებთან მუშაობის პირობები: ლაბორატორიაში ტრანსპორტირებისას წყლის ნიმუშები ყინულში უნდა მოთავსდეს ან მაცივარში 1-4°C გრადუსზე უნდა იქნას შენახული. გამოიყენეთ თბოიზოლირებული კონტეინერები ნიმუშების სწორი შენახვისა და შესაბამისი ტემპერატურის უზრუნველსაყოფად. დარწმუნდით, რომ ტრანსპორტირებისას ან შენახვისას ნიმუშების შემცველი ბოთლები ბოლომდე არ იყოს გამდნარ ყინულში ჩაფლული.

8.2.2 შენახვის ვადებთან დაკავშირებული შეზღუდვები: ნიმუშების ტესტირება მათი შეგროვებიდან რაც შეიძლება სწრაფად უნდა მოხდეს. სასმელი წყლის ნიმუშები მათი შეგროვებიდან 30 საათის მანძილზე უნდა გაანალიზდეს. არ შეინახოთ წყლის ობიექტებიდან აღებული ნიმუშები 6 საათზე მეტი დროის მანძილზე (მათი შეგროვებიდან ანალიზების დაწყებამდე), ანალიზები ნიმუშების შეგროვებიდან 8 საათში უნდა დასრულდეს.

9.0 კალიბრაცია და სტანდარტიზაცია

9.1 პროცესის შესაბამისი პარამეტრების მიხედვით წარმართვის უზრუნველსაყოფად ინკუბატორებში არსებული ტემპერატურა დღეში ორჯერ უნდა შემოწმდეს.

9.2 შეადარეთ თერმომეტრები NIST-ის მიერ სერტიფიცირებულ თერმომეტრთან ან NIST-თან მიკვლევადი კავშირის მქონე თერმომეტრთან. შეამოწმეთ ვერცხლისწყლის სვეტები და დარწმუნდით მათ სიმართლეში.

10.0 ხარისხის კონტროლი (QC)

10.1 MI აგარის ან ბულიონის თითოეული პარტიის წინასწარი გამოცდა უნდა ჩატარდეს (მაგალითად ენზიმების სწორი რეაქციების შემოწმებისთვის), ამ დროს ორივე კულტურა უნდა იქნას გამოყენებული (E. coli, კოლიფორმების საერთო სახეობები და არაკოლიფორმები).

10.2 ბრენერის და რანკინის მეთოდის გამოყენებით შეადარეთ მემბრანული ფილტრების ახალი პარტიები შესაბამის ეტალონურ პარტიებთან.

10.3 ყოველ ჯერზე როდესაც თითოეული სატესტე ნიმუშის ანალიზი ხორციელდება, კონკრეტული საკონტროლო ფილტრაციის ტესტები უნდა ჩატარდეს და შესაბამისი შედეგები აღირიცხოს.

10.3.1 ფილტრის კონტროლი: მოათავსეთ ერთი ან მეტი მემბრანული ფილტრი TSA თეფშებზე და მოახდინეთ მათი 24 საათიანი ინკუბაცია 35°C-ზე. კულტურების არ არსებობა ფილტრების სტერილურობაზე მიუთითებს.

10.3.2 ფოსფატ-ბუფერული გაზავების წყლის კონტროლი: ნიმუშების ფილტრაციის დაწყებამდე გაფილტრეთ 50 მლ სტერილური გაზავების წყალი; იგივე პროცედურა ნიმუშების ფილტრაციის დასრულების შემდეგაც უნდა გამეორდეს. მოათავსეთ ფილტრები TSA თეფშებზე და 24 საათის მანძილზე 35°C-ზე მათი ინკუბაცია

განახორციელეთ. კულტურების არ არსებობა გაზავების წყლის სტერილურობაზე მიუთითებს.

10.3.3 აგარის ან ბულიონის კონტროლი: ინკუბატორში 24 საათის მანძილზე 35°C ტემპერატურაზე მოათავსეთ ერთი ან მეტი TSA თევში და ერთი ან მეტი MI აგარის თევშები ან MI ბულიონის თევშები ინკუბატორში. ბულიონის თევშების ინკუბაცია ისე უნდა მოხდეს, ზადიანი მხარე ზევით იყოს მოქცეული (და არა უკუღმა შებრუნებული როგორც ეს აგარის თევშების შემთხვევაში ხდება). კულტურების არ არსებობა თევშების სტერილურობაზე მიუთითებს.

11.0 პროცედურა

11.1 მოამზადეთ MI აგარი ან MI ბულიონი და TSA 7.5-ე, 7.6-ე და 7.7-ე ქვეთავების მიხედვით. თუ თევშები მანამდე მომზადდა და მაცივარში ინახებოდა, გამოიღეთ და დაელოდეთ სანამ მათი ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურას გაუტოლდება. მაცივრიდან MI აგარის თევშის გამოღების შემდეგ მასზე წარმოქმნილი კრისტალები მის გათბობასთან ერთად გაქრება.

11.2 დაწერეთ MI აგარის ან MI ბულიონის თევშის ქვედა ნაწილზე ნიმუშის ნომერი/საიდენტიფიკაციო ნომერი და მიუთითეთ გასაანალიზებელი ნიმუშის მოცულობა. მოახდინეთ ხარისხის კონტროლის TSA თევშების და ასევე MI აგარის ან MI ბულიონის სტერილობის საკონტროლო თევშების შესაბამისი მარკირება.

11.3 ალში დამუშავებული პინცეტის მეშვეობით მოათავსეთ მემბრანული ფილტრი (ზადის მხარე ზევით უნდა იყოს მოქცეული) ფილტრის კორპუსის ფორებიან თევშზე. თუ სტატიკური ელექტროენერგიის გამო ფილტრებიდან გამყოფი ქაღალდების

მოშორება გიჭირთ, მოათავსეთ ფილტრი ისე რომ ქაღალდი ძაბრის ფსკერს მიედოს და ჩართეთ ვაკუუმი. გამყოფი ქაღალდი დაიხვევა და მისი მოშორება გამარტივდება.

11.4 მიამაგრეთ ძაბრი ფილტრის კომპლექტის ძირს, ისე რომ არ მოხდეს ფილტრის დაზიანება ან გამოძრავება. ამის შედეგად მემბრანული ფილტრი ძაბრსა და ძირს შორის მოექცევა.

11.5 ჩაასხით დაახლოებით 30 მლ სტერილური გაზავების წყალი ძაბრში.

11.6 25-ჯერ ენერგიულად შეანჯღრიეთ ნიმუშიანი კონტეინერი.

11.7 სტერილიზებული პიპეტის ან გრადუირებული ცილინდრის მეშვეობით ამოიღეთ შესაბამისი ოდენობა (100 მლ სასმელი წყალი) ან ნიმუშის ნაზავი და ჩაასხით ძაბრში. ჩართეთ ვაკუუმი და დატოვეთ ჩართულ მდგომარეობაში, პარალელურად ძაბრი ორჯერ უნდა გაავლოთ დაახლოებით 30 მლ სტერილურ გაზავების წყალში.

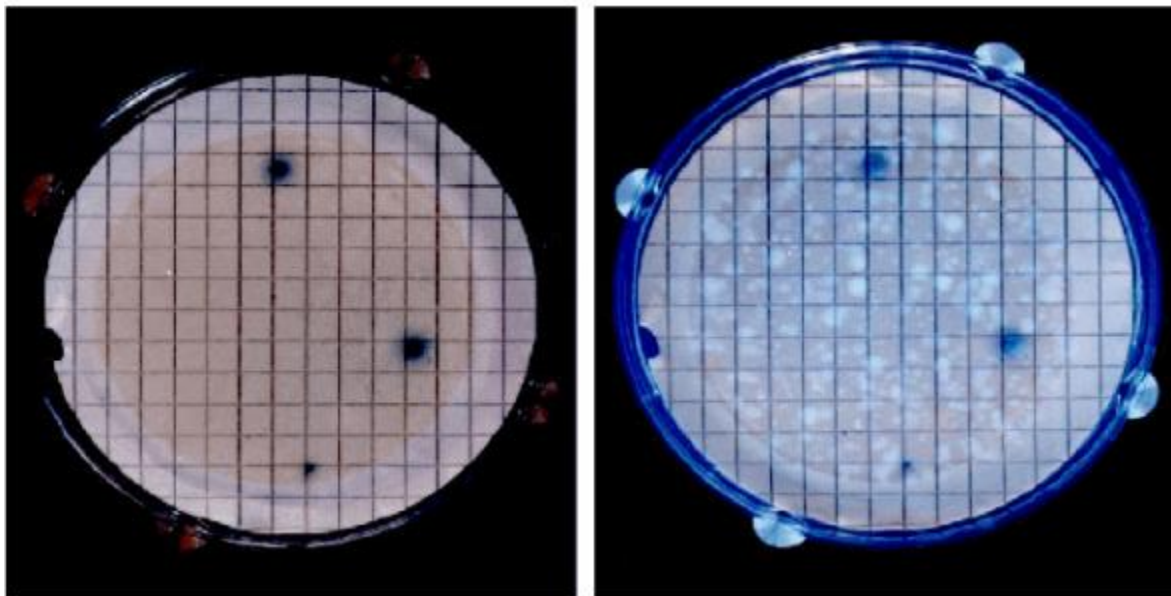
11.8 ამოიღეთ ძაბრი ფილტრის კომპლექტის ძირიდან. ფილტრაციებს შორის ძაბრის დეზინფექციისთვის და შენახვისთვის ბაქტერიციდული ულტრაიისფერი (254 ნანომეტრი) სინათლის ყუთი შეიძლება იქნას გამოყენებული. ამ მეთოდით ძაბრის დეზინფექციისთვის მინიმუმ 2 წუთი მაინც საჭიროა. დაიცავით თვალეხი ულტრაიისფერი გამოსხივებისგან დამცავი სათვალეების ან ულტრაიისფერი სინათლის დახურული კამერის მეშვეობით.

11.9 დაიჭირეთ ფილტრის კიდე ალში დამუშავებული პინცეტით, ფრთხილად აიღეთ და მოათავსეთ MI აგარის ან MI ბულიონის თეფშზე/საფენზე ისე რომ ფილტრის ბადის მხარე ზევით იყოს მოქცეული. ჩასვით ფილტრი აგარში ან საფენში, ამ დროს მემბრანულ ფილტრსა და მის ქვემოთ არსებულ აგარის თეფშსა თუ შემწოვ საფენს შორის ჰაერის ბუშტუკები არ უნდა მოექცეს, რისთვისაც ფილტრის განთავსება გორვის მეშვეობით უნდა მოხდეს. გააყოლეთ პინცეტის დაბოლოებები ფილტრის კიდეებზე იმისთვის რომ დარწმუნდეთ, რომ ფილტრი აგართან ან საფენთან კონტაქტშია. თუ

ჰაერის ბუშტუკების გამო დაუსველებელი ადგილები გამოჩნდა მემბრანა თავიდან უნდა მოვათავსოთ.

11.10 ამოატრიალეთ აგარის პეტრის თევში და მოახდინეთ მისი 24 საათიანი ინკუბაცია 35°C-ზე. MI ბულიონისთვის გამოყენებული ე.წ. „საფენი თევშების“ ინკუბაცია 24 საათის მანძილზე 35°C-ზე უნდა მოხდეს ისე რომ თევშების ბადე ზევით იყოს მოქცეული. თუ MI აგარისთვის ან ბულიონისთვის ისეთი თევშები გამოიყენება, რომლებსაც არამჭიდროდ მორეგებული სახურავები აქვთ, თევშები ტენიან კამერაში უნდა მოთავსდეს.

11.11 დაითვალეთ ყველა ლურჯი კოლონია თითოეულ MI თევშზე ნორმალურ სინათლეზე და ჩაიწერეთ შედეგები



ეს *E. coli*-ის რაოდენობაა. დადებითი შედეგები, რომლებიც 24 საათზე ნაკლებ პერიოდში ფიქსირდება, ვალიდურია, თუმცა შედეგების უარყოფითად რეგისტრირება არ შეიძლება მანამ, სანამ 24 საათიანი საინკუბაციო პერიოდი არ დასრულდება.

11.12 მოაქციეთ თითოეული MI თეფში გრძელტალღოვანი ულტრაიისფერი სინათლის (366 ნანომეტრი) ზემოქმედების ქვეშ და დაითვალეთ ყველა ფლუორესცენციური კოლონია [ლურჯი/მწვანე ფლუორესცენციური E. coli, ლურჯი/თეთრი ფლუორესცენციური კოლიფორმების საერთო სახეობები (E. coli-ის გარდა) და ლურჯი/მწვანე ფერის კოლონიები ფლუორესცენციური კიდევებით (ასევე E. coli)] (იხ. ზემოთ მოცემული სურათი). ჩაიწერეთ მონაცემები.

11.13 იმავე თეფშზე აღმოჩენილი ნებისმიერი ლურჯი, არაფლუორესცენციური კოლონია კოლიფორმების საერთო სახეობებში უნდა ჩაიწეროს.

12.0 მონაცემების ანალიზი და კალკულაციები

12.1 100 მლ ნიმუშში E. coli-ის ან კოლიფორმების საერთო სახეობების გამოსათვლელად შემდეგი ზოგადი წესები უნდა გამოვიყენოთ:

12.1.1 შეარჩიეთ და დაითვალეთ ფილტრები, რომლებსაც თითო თეფშზე სულ # 200 კოლონია აქვთ.

12.1.2 შეარჩიეთ და დაითვალეთ ფილტრი, რომელსაც # 100 მიზნობრივი კოლონია აქვს (იდეალურ შემთხვევაში ეს რიცხვი 20-დან 80-მდე უნდა მერყეობდეს).

12.1.3 თუ ფილტრში კოლონიების საერთო რაოდენობა (ანუ TC) დასათვლელად ზედმეტად მრავალრიცხოვანია (too-numerous-to-count ანუ TNTC) ან საქმე სხვადასხვა ტიპის კოლონიების ნარევთან გვაქვს, შედეგები შემდეგი სახით უნდა აღირიცხოს: “TC+ (TNTC)” და E. coli-ის რიცხვი უნდა დაითვალოს. თუ ორივე მიზნობრივი ორგანიზმის რაოდენობა ≥ 200 -ს შეადგენს, მაშინ შედეგები შემდეგი სახით უნდა აღირიცხოს: “TC+ EC+ (TNTC)”.

12.1.4 საბოლოო მაჩვენებლები შემდეგი ფორმულის მეშვეობით უნდა იქნას გამოთვლილი:

$$E. coli/100 \text{ mL} = \frac{\text{Number of blue colonies}}{\text{Volume of sample filtered (mL)}} \times 100$$

$$TC/100 \text{ mL} = \frac{\text{Number of fluorescent colonies} + \text{Number of blue, non-fluorescent colonies (if any)}}{\text{Volume of sample filtered (mL)}} \times 100$$

E. coli/100 მლ = ლურჯი კოლონიების რიცხვი გაყოფილი გაფილტრული ნიმუშის ოდენობაზე (მლ) და გამრავლებული 100-ზე;

კოლიფორმების საერთო მაჩვენებელი/100 მლ-ზე = ფლუორესცენციური კოლონიების რაოდენობა+ლურჯი, არაფლუორესცენციური კოლონიების რაოდენობას (ასეთის არსებობის შემთხვევაში) გაყოფილი გაფილტრული ნიმუშის ოდენობაზე (მლ) და გამრავლებული 100-ზე.

12.3 *E. coli*-ის ან კოლიფორმების საერთო სახეობების შედეგები სასმელი წყლის 100 მლ-ზე ფორმით უნდა იქნას წარმოდგენილი.

13. ლიტერატურა

- EPA-ს მეთოდი 1604: მემბრანული ფილტრაციის მეშვეობით წყალში კოლიფორმებისა და ეშერიქია კოლის საერთო რაოდენობის დადგენის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები (ერთდროულად აღმოჩენის მეთოდის (MI Medium) გამოყენებით)
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

30.0 მრავალ-სინჯარიანი მეთოდის გამოყენებით (ყველაზე სარწმუნო/სავარაუდო რიცხვი) კოლიფორმული ორგანიზმებისა და სავარაუდო ეშირექია კოლის აღმოჩენისა და აღრიცხვის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

30.1 მითითების მეთოდი ადაპტირებულია

- ISO 9308-2:1990 პირველი გამოცემა - მრავალ-სინჯარიანი მეთოდის გამოყენებით (ყველაზე სავარაუდო რიცხვი) კოლიფორმული ორგანიზმებისა და სავარაუდო ეშირექია კოლის აღმოჩენისა და აღრიცხვის სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების APHA-ს სტანდარტი, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

30.2 შესავალი

ფართოდ გავრცელებული შეხედულებით, კოლიფორმული ბაქტერიების რაოდენობა სასმელი წყლის ხარისხის ყველაზე სანდო ინდიკატორად ითვლება. კოლიფორმები ადამიანის და თბილსისხლიანი ცხოველების ნაწლავებში გვხვდება, თუმცა ისინი ბუნებაშიც შეიძლება ბინადრობდნენ.

ეშერიქია კოლი (E. coli) მხოლოდ ადამიანის და ცხოველების ნაწლავებში ბინადრობს და მისი არსებობა გარემოზეა დამოკიდებული. შესაბამისად, ეშერიქია კოლის წყალში არსებობა წყლის ფეკალური მასებით ახალ დაბინძურებაზე და პათოგენების პოტენციურად არსებობაზე მეტყველებს.

კოლიფორმები წარმოადგენენ ჩხირის ფორმის, გრამ უარყოფით, სპორების არ შემქმნელ ორგანიზმებს, რომლებიც სანაღვლე მჟავების მარილების გარემოში იზრდებიან. 48 საათის განმავლობაში $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$

ან $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე ინკუბაციის დროს, მჟავის და გაზის წარმოების შედეგად, მათ ასევე ლაქტოზის ფერმენტაცია შეუძლიათ.

სითბომდგრადი კოლიფორმული ორგანიზმები ის კოლიფორმებია, რომლებიც 24 საათიან პერიოდში ფერმენტაციის იმავე უნარებს ავლენენ მათი $44^{\circ}\text{C} \pm 0.25^{\circ}\text{C}$ ან $44.5^{\circ}\text{C} \pm 0.25^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე ინკუბაციის დროს.

სავარაუდო E.coli თერმომდგრადი კოლიფორმული ორგანიზმებია, რომლებიც კოლიფორმების სხვა ფორმების უმრავლესობისგან $44^{\circ}\text{C} \pm 0.25^{\circ}\text{C}$ ან $44.5^{\circ}\text{C} \pm 0.25^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე 24 საათში ტრიპტოფანისგან ინდოლის წარმოების უნარით გამოირჩევიან.

რადგან ანალიზი გაცილებით უფრო დიდი წყლის ობიექტიდან აღებულ ძალიან მცირე ოდენობის ნიმუშს ეფუძნება ხოლმე, გამოყენებული მეთოდი სტატისტიკურ პრინციპებს ეყრდნობა.

კოლიფორმები და E.coli მგრძნობიარეები არიან დეზინფექციის მიმართ, რომელიც წყლის გაწმენდის პროცესს თან ახლავს. კოლიფორმული ორგანიზმები არ მრავლდებიან დაბალი სიმღვრივით გამორჩეულ წყლებში, რომლებიც ნარჩენ ქლორს (თუნდაც ძალიან მცირე ოდენობით) შეიცავენ. სასმელ წყალში ნარჩენი ქლორის რეკომენდებული რაოდენობა 0.1-დან 0.5 მგ/ლ-ს შეადგენს.

30.3 გამოყენების ფარგლები და სფერო

აქ აღწერილი მეთოდი კოლიფორმული ორგანიზმებისა და სავარაუდო E.coli-ის სასმელი წყლის ნიმუშებში აღმოსაჩენად გამოდგება. მრავალსინჯარიანი მეთოდის მეშვეობით ხდება კოლიფორმული ორგანიზმების და სავარაუდო *ემერიქია კოლის* აღმოჩენა და აღრიცხვა კულტურების მიხედვით კონკრეტულ თხევად გარემოში (მედიუმში) მრავალ სხვადასხვა მილში; გარდა ამისა, მათი აღრიცხვა ნიმუშში მათი ყველაზე სავარაუდო რაოდენობების გამოთვლის საშუალებით ხდება. ამ მეთოდის გამოყენება ყველა სახეობის წყალთან მიმართებით შეიძლება, მათ შორის იმ წყლებთან მიმართებითაც, რომლებიც საკმაოდ დიდი ოდენობის შეტივტივებულ მასალებს შეიცავენ.

30.4 .4 მეთოდის პრინციპი

ამ მეთოდის ფარგლებში წყლის ნიმუშის ტესტირებისთვის განკუთვნილი ნაწილების თხევადი დიფერენციული საკვები გარემოს შემცველ სტერილიზებულ სინჯარებში ჩამატება ხდება. ითვლება, რომ ინკუბაციის დროს, თითოეულ სინჯარაში, რომელშიც ინოკულატში არსებული ერთი ან მეტი ორგანიზმი მოთავსდა, აღნიშნული ორგანიზმების ზრდა მოხდება. საკვებ გარემოში ზრდისას ორგანიზმი დამახასიათებელ ცვლილებებს განიცდის. სინჯარები 24 და 48 საათიანი საინკუბაციო პერიოდების შემდეგ უნდა შემოწმდეს (ინკუბაცია $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს), რათა დადგინდეს არის თუ არა მათში სავარაუდო კოლიფორმული ორგანიზმები.

თითოეულ სინჯარაში კოლიფორმული ორგანიზმების არსებობის დასამტკიცებლად თითოეული პოზიტიური სინჯარის შიგთავსი ითესება დამადასტურებელ საკვები გარემოს შემცველ სინჯარაში და 48 საათის მანძილზე $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე ინკუბირდება. ამავე დროს დადებითი სინჯარების შიგთავსი სხვა კონკრეტული საკვები გარემოების (მედიუმების) შემცველ სინჯარებშიც ითესება და 24 საათის მანძილზე $44.5^{\circ}\text{C} \pm 0.25^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე ინკუბირდება. 48 საათის განმავლობაში $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე ინკუბაციის შედეგად მიღებული დადებითი სინჯარები კოლიფორმული ორგანიზმების არსებობაზე მეტყველებს, მაშინ როცა 24 საათის მანძილზე at $44.5^{\circ}\text{C} \pm 0.25^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე ინკუბაციის შედეგად მიღებული დადებითი სინჯარები სავარაუდო E.coli-ის არსებობაზე მეტყველებს. უარყოფითი და დადებითი სინჯარების რაოდენობიდან გამომდინარე, 100 მლ ნიმუშში კოლიფორმული ორგანიზმების ყველაზე სავარაუდო რიცხვის (MPN) დადგენა ალბათობის სტატისტიკური ცხრილების გამოყენებით ხდება (95%-იანი სიზუსტის ფარგლებში). E.coli-ის ყველაზე სავარაუდო რიცხვის (MPN) დადგენა იმავე სტატისტიკური ცხრილის გამოყენებით ხდება, რომელიც კოლიფორმული ორგანიზმების დასადგენად გამოიყენება.

30.5 გამოყენებული გამყოფი (იზოლაციური) გარემო

- MacConkey-ის ბულიონი (oxoid CM5a)
- Brilliant Green Bile (2%) ბულიონი (CM 0031)
- EC ბულიონი (CM 0853)
- ტრიპტონის წყალი (CM 0087)

30.6 გამოყენებული რეაქტივები

- Kovacs-ის რეაქტივი
- ნატრიუმის თიოსულფატი
- ორმაგად დისტილირებული წყალი (ან დეიონიზირებული წყალი)

30.7 გამოყენებული მინის ჭურჭელი და სხვა ნივთები

- სინჯარები
- Durham-ის (დარემის) სინჯარები
- სინჯარების სადგარები
- სინჯარების ხუფები
- კალათები (მართკუთხა)
- საზომი ცილინდრები
- კოლბები (3-4 ლიტრის მოცულობის)
- სხვადასხვა ზომის მენზურები
- ფითხი
- მინის ჯოხი
- არაშემწოვი ბამბა
- 100 მლ მინის ბოთლები (ავტოკლავირებადი)

- 250 მლ მინის ბოთლები (ავტოკლავირებადი)
- პიპეტები
- დოზატორი/გამანაწილებელი

30.8 გამოყენებული აღჭურვილობა

- ✓ ღუმელები
- ✓ ავტოკლავები
- ✓ საშრობი კარადები
- ✓ ორმაგი დისტილაციის მოწყობილობა
- ✓ ლამინარული დინების მოწყობილობა
- ✓ უსაფრთხოების კარადა
- ✓ ინკუბატორები
- ✓ პიპეტის შიგთავსი
- ✓ pH-ის მრიცხველი
- ✓ გამტარობის მრიცხველი
- ✓ მაგნიტური მომრევი, მაგნიტები და მაგნიტური ძელი
- ✓ პიპეტის სარეცხი
- ✓ მაცივრები

30.9 პროცედურა

A. ნიმუშების აღება

მიკრობიოლოგიურ ლაბორატორიაში ნიმუშების აღების პროტოკოლის შესასწავლად გთხოვთ იხილოთ სამუშაო ინსტრუქცია “WI-SamplecollectioninstructionMIB-01.doc”. წყლის ნიმუშების შესაგროვებლად გამოყენებული ბოთლები ნატრიუმის თიოსულფატის 1.8%-იანი ხსნარის 0.1 მლ-ს უნდა შეიცავდნენ, მათ ავტოკლავირებადი ხუფები უნდა გააჩნდეთ და გამოყენებამდე მათი სტერილიზება და ღუმელში შენახვა უნდა ხდებოდეს.

B. მონაცემების აღრიცხვა ნიმუშების აღების ფურცელში და ნიმუშების მიღება

მონახულებული ადგილები და წყლის შესაბამის ნიმუშებში არსებული ნარჩენი ქლორის მაჩვენებლები ნიმუშების ამღების მიერ ნიმუშების აღების ფურცელში უნდა იქნას აღრიცხული. გარდა ამისა, ამ დოკუმენტში ნიმუშის აღების დრო, არსებული ამინდი და ნებისმიერი დამაბრკოლებელი გარემოება უნდა იქნას აღრიცხული.

ნიმუშების გადაბარების დროს ნიმუშების აღების ფურცელს ადასტურებს და ხელს აწერს ნიმუშების ამღები პირი და ტექნიკური ოფიცერი/სამეცნიერო მუშაკი. გადასატანი მაცივრის (გაცივების კამერის) ტემპერატურა უნდა შემოწმდეს, აღნიშნული ტემპერატურა 8°C-ზე ნაკლები უნდა იყოს. ასევე ხდება ნიმუშების შესაგროვებლად გამოყენებული ბოთლების შემოწმება; დადგენილი სტანდარტებიდან ნებისმიერი გადახრა ნიმუშების აღების ფურცელში უნდა დაფიქსირდეს. ნებისმიერი გადახრის შემთხვევაში, ნიმუშების არ უნდა იქნას მირებული. ამის შემდეგ ნიმუშების რეგისტრირება შემდეგნაირად ხდება:

- ✓ თითოეულ ნიმუშს ნომერი და უნიკალური კოდი ენიჭება
- ✓ ნიმუშის აღების ფურცელს უნიკალური საიდენტიფიკაციო კოდი ენიჭება

- ✓ ნიმუშის აღების ფურცლისთვის მინიჭებული საიდენტიფიკაციო კოდი ასევე შესაბამისი მიკრობიოლოგიური ტესტის აღმწერ დოკუმენტს უნდა მიენიჭოს
- ✓ მიკრობიოლოგიური ტესტის აღმწერი დოკუმენტი ნიმუშების მიმღებმა თანამშრომელმა/ოფიცერმა უნდა შეავსოს

C. საკვები გარემოს (მედიუმის) მომზადება და სტერილიზაცია

C(I). 1 ლიტრი MacConkey-ის ბულიონის (ბრომოკრეზოლი იისფერი) (Oxoid CM 5a) მომზადება

1. (ა) ჩართეთ გამტარობის მრიცხველი.

(ბ) გაზომეთ ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყლის გამტარობა, გამტარობის მაჩვენებელი $5 \mu S / \text{სმ}$ -ს ტოლფასი ან ნაკლები უნდა იყოს.

(გ) გაზომეთ ხარისხის კონტროლის სტანდარტული ხსნარის გამტარობა ($84 \mu S / \text{სმ}$ ან $1000 \mu S / \text{სმ}$).

2. (ა) ჩართეთ სასწორი.

(ბ) აწონეთ 80 გრამი MacConkey-ის ფხვნილი მენზურაში.

(გ) ამოიღეთ 1 ლიტრი ორმაგად დისტილირებული წყალი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყლის რეზერვუარიდან და ჩაასხით საზომ ცილინდრში.

(დ) გახსენით 2(ბ)-ში ნახსენები ფხვნილი დისტილირებული/დეიონიზირებული წყლის გარკვეულ რაოდენობაში.

(ე) გადაიტანეთ მთელი ეს ხსნარი დიდ მენზურაში (1 ლიტრზე მეტი ხსნარის მომზადების შემთხვევაში გამოიყენეთ 3 ან 4 ლიტრიანი კოლბა)

(ვ) საგულდაგულოდ გაავლეთ 2(b)-ში ნახსენები მენზურა ორმაგად დისტილირებულ/დეიონიზირებულ წყალში სანამ MacConkey-ის ფხვნილი მთლიანად არ გაიხსნება.

(ზ) კიდევ ერთხელ გადაიტანეთ 2(ვ)-ში ნახსენები ხსნარი 2(ე)-ში ნახსენებ მენზურაში ან კოლბაში.

(თ) გადაიტანეთ საზომ ცილინდრში დარჩენილი 1 ლიტრი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყალი დიდ მენზურაში ან კოლბაში და მოურიეთ მაგნიტური მოსარევით სანამ ორმაგი სიმძლავრის ბულიონი არ იქნება მიღებული.

შენიშვნა: (i) თუ მედიუმის (საკვები გარემოს) სხვა მოცულობა იქნა დამზადებული, შესაბამისად გამოითვალეთ მედიუმის წონა და გამოსაყენებელი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყლის მოცულობა.

(ii) მედიუმის მომზადების ფურცლის შევსება უნდა მოხდეს.

3. გაწმენდილი, გარეცხილი, სითბურად სტერილიზებული და გამშრალი სინჯარები უნდა იქნას გამოყენებული.

4. ამის შემდეგ ამოტრიალებული, გაწმენდილი, გარეცხილი, სითბურად სტერილიზებული და გამშრალი დარემის სინჯარები სატესტო სინჯარებში თავსდება.

5. სუფთა დოზატორის გამოყენებით, გაანაწილეთ 10 მლ ორმაგი სიმძლავრის ბულიონი თითოეულ სატესტო სინჯარაში.

6. ხელით მოხუფეთ სატესტო სინჯარები.

7. მოათავსეთ სტერილიზებული და გამშრალი დარემის სინჯარები 100 მლ ავტოკლავირებად შუშის ბოთლებში.

8. გაანაწილეთ 50 მლ ორმაგი სიმძლავრის ბულიონი 100 მლ ავტოკლავირებად

შუშის ბოთლებში.

9. კარგად დაასაცობეთ ბოთლები არაშემწოვი სუფთა ბამბით.

10. დაამუშავეთ სატესტო სინჯარები მედიუმიან ავტოკლავში 15 წუთის მანძილზე $(121 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე.

სატესტე სინჯარებზე და ბოთლებზე Browne-ის (ბრაუნის) სინჯარები და/ან თვითწებოვანი სტერილიზაციის ინდიკატორი ლენტები უნდა განთავსდეს. წარმატებული სტერილიზაციის შემდეგ, ინდიკატორ ლენტაზე შავი ზოლები გაჩნდება და წითელსითხიანი ბრაუნის სინჯარები გამწვანდებიან.

ავტოკლავში დამუშავებისას, დარემის სინჯარებში გაჭედული ყველა ჰაერის ბუშტუკის ამოღება ხდება.

- მედიუმი 18-დან 23-მდე $^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე შეინახეთ.

C(II) ერთსიმძლავრიანი სატესტე პორციის მომზადება

- გააზავეთ ორმაგი სიმძლავრის ბულიონი (ერთი ორზე) ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებულ წყალში, რის შედეგადაც ერთსიმძლავრიან ბულიონს მიიღებთ.
- დააკალიბრეთ pH-ის მრიცხველი ბუფერული pH 4-ით და ბუფერული pH 7-ით (დამატებითი დეტალებისთვის გთხოვთ იხილოთ pH-ის მრიცხველთან დაკავშირებული სამუშაო ინსტრუქციები)
- გაზომეთ ერთსიმძლავრიანი ბულიონის pH ($\text{pH } 7.4 \pm 0.2$ უნდა იყოს).
- მოათავსეთ ამოტრიალებული დარემის სინჯარები გასუფთავებულ, გარეცხილ, სტერილიზებულ და გამშრალ სატესტე სინჯარებში.
- გაანაწილეთ 5 მლ ერთსიმძლავრიანი ბულიონი თითოეულ სატესტე სინჯარაში.
- მოხუფეთ სატესტე სინჯარები.

- დაამუშავეთ სინჯარები ავტოკლავში 15 წუთის მანძილზე (121 ± 3)°C ტემპერატურაზე და ~1.2 ბარ წნევაზე.

სატესტე სინჯარებზე და ბოთლებზე Browne-ის (ბრაუნის) სინჯარები და/ან თვითწებოვანი სტერილიზაციის ინდიკატორი ლენტები უნდა განთავსდეს. წარმატებული სტერილიზაციის შემდეგ, ინდიკატორ ლენტაზე შავი ზოლები გაჩნდება და წითელსითხიანი ბრაუნის სინჯარები გამწვანდებიან.

- ავტოკლავში დამუშავებისას, დარემის სინჯარებში გაჭედული ყველა ჰაერის ბუშტუკის ამოღება ხდება.
- გაგრილების შემდეგ მედიუმი 18-დან 23-მდე °C ტემპერატურაზე შეინახეთ.

C(III) 1 ლიტრი Brilliant Green Bile-ის (2%) ბულიონის მომზადება (CM 0031)

- ჩართეთ გამტარობის მრიცხველი.
- გაზომეთ ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყლის გამტარობა, გამტარობის მაჩვენებელი $\leq 5 \mu S / \text{cm}$ -ს უნდა შეადგენდეს.
- გაზომეთ ხარისხის კონტროლის სტანდარტული ხსნარის გამტარობა ($84 \mu S / \text{cm}$ ან $1000 \mu S / \text{cm}$).
- აწონეთ 80 გრამი Brilliant Green Bile-ის ბულიონის ფხვნილი მენზურაში.
- ჩაასხით 1 ლიტრი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყალი საზომ ცილინდრში.
- გახსენით ფხვნილი მცირე ოდენობის დისტილირებულ/დეიონიზირებულ წყალში.
- გადაიტანეთ ხსნარი დიდ მენზურაში
- საგულდაგულოდ გაავლეთ მენზურა ორმაგად დისტილირებულ წყალში სანამ Brilliant Green Bile-ის ფხვნილი მთლიანად არ გაიხსნება.
- კიდევ ერთხელ გადაიტანეთ ხსნარი დიდ მენზურაში.

- დაამატეთ დანარჩენი 1 ლიტრი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყალი და მოურიეთ მაგნიტური მოსარევით ხსნარის თანაბრად განაწილების მიზნით.
- დააკალიბრეთ pH-ის მრიცხველი ბუფერული pH 4-ით და ბუფერული pH 7-ით
- გაზომეთ Brilliant Green Bile (2%) ბულიონის pH ($\text{pH } 7.4 \pm 0.2$ უნდა იყოს).

შენიშვნა: (i) თუ Brilliant Green Bile (2%)-ის ბულიონის სხვა მოცულობა იქნა დამზადებული, შესაბამისად გამოითვალეთ მედიუმის წონა და გამოსაყენებელი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყლის მოცულობა.

(ii) მედიუმის მომზადების ფურცლის შევსება უნდა მოხდეს.

- გაწმენდილი, გარეცხილი, სითბურად სტერილიზებული და გამშრალი სინჯარები უნდა იქნას გამოყენებული.
- ამის შემდეგ ამოტრიალებული, გაწმენდილი, გარეცხილი, სითბურად სტერილიზებული და გამშრალი დარემის სინჯარები სატესტო სინჯარებში თავსდება.
- სუფთა დოზატორის გამოყენებით, გაანაწილეთ 5 მლ Brilliant Green Bile (2%)-ის ბულიონი თითოეულ სატესტო სინჯარაში.
- ხელით მოხუფეთ სატესტო სინჯარები.
- დაამუშავეთ სინჯარები ავტოკლავში 15 წუთის მანძილზე 121°C ტემპერატურაზე და ~ 1.2 ბარ წნევაზე.
- სატესტე სინჯარებზე და ბოთლებზე Browne-ის (ბრაუნის) სინჯარები და/ან თვითწებოვანი სტერილიზაციის ინდიკატორი ლენტები უნდა განთავსდეს. წარმატებული სტერილიზაციის შემდეგ, ინდიკატორ ლენტაზე შავი ზოლები გაჩნდება და წითელსითხიანი ბრაუნის სინჯარები გამწვანდებიან.

- გაგრილების შემდეგ მედიუმი 18-დან 23-მდე °C ტემპერატურაზე შეინახეთ.

C(IV) 1 ლიტრი EC ბულიონის მომზადება (CM 0853)

- ჩართეთ გამტარობის მრიცხველი.
- გაზომეთ ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყლის გამტარობა, გამტარობის მაჩვენებელი $\leq 5 \mu\text{S} / \text{სმ-ს}$ უნდა შეადგენდეს.
- გაზომეთ ხარისხის კონტროლის სტანდარტული ხსნარის გამტარობა ($84 \mu\text{S} / \text{სმ}$ ან $1000 \mu\text{S} / \text{სმ}$).
- აწონეთ 37 გრამი EC ბულიონის ფხვნილი მენზურაში.
- ჩაასხით 1 ლიტრი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყალი საზომ ცილინდრში.
- გახსენით ფხვნილი მცირე ოდენობის დისტილირებულ/დეიონიზირებულ წყალში.
- გადაიტანეთ ხსნარი დიდ მენზურაში.
- საგულდაგულოდ გაავლეთ მენზურა ორმაგად დისტილირებულ წყალში სანამ EC-ის ფხვნილი მთლიანად არ გაიხსნება.
- კიდევ ერთხელ გადაიტანეთ ხსნარი დიდ მენზურაში.
- დაამატეთ დანარჩენი 1 ლიტრი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყალი და მოურიეთ მაგნიტური მოსარევით ხსნარის თანაბრად განაწილების მიზნით.
- დააკალიბრეთ pH-ის მრიცხველი ბუფერული pH 4-ით და ბუფერული pH 7-ით
- გაზომეთ EC ბულიონის pH ($\text{pH } 6.9 \pm 0.2$ უნდა იყოს).

შენიშვნა: (i) თუ EC ბულიონის სხვა მოცულობა იქნა დამზადებული, შესაბამისად გამოითვალეთ მედიუმის წონა და გამოსაყენებელი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყლის მოცულობა.

(ii) მედიუმის მომზადების ფურცლის შევსება უნდა მოხდეს.

- გაწმენდილი, გარეცხილი, სითბურად სტერილიზებული და გამშრალი სინჯარები უნდა იქნას გამოყენებული.
- ამის შემდეგ ამოტრიალებული, გაწმენდილი, გარეცხილი, სითბურად სტერილიზებული და გამშრალი დარემის სინჯარები სატესტო სინჯარებში თავსდება.
- სუფთა დოზატორის გამოყენებით, გაანაწილეთ 5 მლ EC ბულიონის თითოეულ სატესტო სინჯარაში.
- ხელით მოხუფეთ სატესტო სინჯარები.
- დაამუშავეთ სინჯარები ავტოკლავში 15 წუთის მანძილზე 121°C ტემპერატურაზე და ~ 1.2 ბარ წნევაზე.

სატესტე სინჯარებზე და ბოთლებზე Browne-ის (ბრაუნის) სინჯარები და/ან თვითწებოვანი სტერილიზაციის ინდიკატორი ლენტები უნდა განთავსდეს. წარმატებული სტერილიზაციის შემდეგ, ინდიკატორ ლენტაზე შავი ზოლები გაჩნდება და წითელსითხიანი ბრაუნის სინჯარები გამწვანდებიან.

- მედიუმი 18-დან 23-მდე $^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე შეინახეთ.

C. (V). 1 ლიტრი ტრიპტონის წყლის მომზადება (Oxoid LP 0042)

- ჩართეთ გამტარობის მრიცხველი.
- გაზომეთ ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყლის გამტარობა, გამტარობის მაჩვენებელი $\leq 5 \mu\text{S} / \text{სმ}$ -ს უნდა შეადგენდეს.
- გაზომეთ ხარისხის კონტროლის სტანდარტული ხსნარის გამტარობა ($84 \mu\text{S} / \text{სმ}$ ან $1000 \mu\text{S} / \text{სმ}$).
- აწონეთ 15 გრამი ტრიპტონის წყლის ფხვნილი მენზურაში.

- ჩაასხით 1 ლიტრი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყალი საზომ ცილინდრში.
- გახსენით ფხვნილი მცირე ოდენობის დისტილირებულ/დეიონიზირებულ წყალში.
- გადაიტანეთ ხსნარი დიდ მენზურაში.
- საგულდაგულოდ გაავლეთ მენზურა ორმაგად დისტილირებულ წყალში სანამ ტრიპტონის წყლის ფხვნილი მთლიანად არ გაიხსნება.
- კიდევ ერთხელ გადაიტანეთ ხსნარი დიდ მენზურაში.
- დაამატეთ დანარჩენი 1 ლიტრი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყალი და მოურიეთ მაგნიტური მოსარევით ხსნარის თანაბრად განაწილების მიზნით.

შენიშვნა: (i) თუ EC ბულიონის სხვა მოცულობა იქნა დამზადებული, შესაბამისად გამოითვალეთ მედიუმის წონა და გამოსაყენებელი ორმაგად დისტილირებული/დეიონიზირებული წყლის მოცულობა.

(ii) მედიუმის მომზადების ფურცლის შევსება უნდა მოხდეს.

- დააკალიბრეთ pH-ის მრიცხველი ბუფერული pH 4-ით და ბუფერული pH 7-ით.
- გაზომეთ ტრიპტონის წყლის pH ($\text{pH } 7.5 \pm 0.2$ უნდა იყოს).
- გაწმენდილი, გარეცხილი, სითბურად სტერილიზებული და გამშრალი სინჯარები უნდა იქნას გამოყენებული.
- ამის შემდეგ ამოტრიალებული, გაწმენდილი, გარეცხილი, სითბურად სტერილიზებული და გამშრალი დარემის სინჯარები სატესტო სინჯარებში თავსდება.
- სუფთა დოზატორის გამოყენებით, გაანაწილეთ 5 მლ ტრიპტონის წყლის თითოეულ სატესტო სინჯარაში.
- ხელით მოხუფეთ სატესტო სინჯარები.

- დაამუშავეთ სინჯარები ავტოკლავში 15 წუთის მანძილზე (121 ± 3) ტემპერატურაზე და ~ 1.2 ბარ წნევაზე.

სატესტე სინჯარებზე და ბოთლებზე Browne-ის (ბრაუნის) სინჯარები და/ან თვითწებოვანი სტერილიზაციის ინდიკატორი ლენტები უნდა განთავსდეს. წარმატებული სტერილიზაციის შემდეგ, ინდიკატორ ლენტაზე შავი ზოლები გაჩნდება და წითელსიითხიანი ბრაუნის სინჯარები გამწვანდებიან.

- მედიუმი 18-დან 23-მდე °C ტემპერატურაზე შეინახეთ.

შენიშვნა: (i) რეკომენდებულია, რომ ორმაგი სიმძლავრის, ერთსიმძლავრიანი, , Brilliant Green Bile (2%) ბულიონის, EC მედიუმის და ტრიპტონის წყლის შემცველი სინჯარებს სხვადასხვა ფერის ხუფები ჰქონდეთ, რაც მათ ამოცნობას გაამარტივებს.

(ii) დეჰიდრირებული მედიუმები (ფხვნილები) კარგად მოხუფულ კონტეინერებში, ბნელ ადგილას შეინახეთ; შენახვის ტემპერატურა 30°C, ხოლო ტენიანობა დაბალი უნდა იყოს. კონტეინერის გახსნის შემდეგ, გახსნის თარიღი კონტეინერზე უნდა იყოს მითითებული.

D. რეაქტივების მომზადება

D (I) Kovac-ის (კოვაჩის) რეაქტივი

კოვაჩის მზა რეაქტივების შეძენა მომწოდებლებისგან არის შესაძლებელი. გარდა ამისა, აღნიშნული რეაქტივი შემდეგი ინსტრუქციების მიხედვით შეიძლება დამზადდეს:

1. აწონეთ 5 გრამი პარადიმეთილამინოხენზალდეჰიდი .
2. დაამატეთ 75 მლ ამილის სპირტი.
3. და ბოლოს ფრთხილად დაამატეთ 25 მლ კონცენტრირებული HCl რის შედეგადაც 100 მლ რეაქტივს მივიღებთ.
4. შეინახეთ მომზადებული რეაქტივი ყავისფერ ბოთლში, 4° C ტემპერატურაზე

მაცივარში.

D (II) 1.8% ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის მომზადება.

1. აწონეთ 18.0 გრამი ნატრიუმის თიოსულფატი ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) AnalaR.
2. გახსენით ეს ნივთიერება 1000 მლ დისტილირებულ წყალში.
3. შეინახეთ რეაქტივებისთვის განკუთვნილ ბოთლში ოთახის ტემპერატურაზე.

შენიშვნა: IV(a) და IV(b) ნაწილების შემთხვევაში რეაქტივის მომზადების ფურცელი უნდა შეივსოს. რეაქტივების შესანახად განკუთვნილი ბოთლების ეტიკეტებზე აღნიშნული უნდა იყოს რეაქტივების პარტიის ნომერი, ვარგისიანობის ვადა, რეაქტივის დამამზადებელი თანამშრომლის სახელი და გვარი და დამზადების თარიღი.

E. ნიმუშების გადაადგილება მიკრობიოლოგიურ ლაბორატორიაში

1. დაიბანეთ ხელები ანტიმიკრობული საპნით.
2. ტესტების დაწყებამდე ამოიღეთ ნიმუშები ყინულის კონტეინერიდან (გადასატანი მაცივრიდან) და მოათავსეთ მისაღებ კარადაში (ამ კარადის გარე ფანჯრის გალების მეშვეობით). თუ ანალიზის იმავე დღეს ჩატარება ვერ ხერხდება შეინახეთ ნიმუშები მაცივარში. ეს ნიმუშები მათი აღებიდან 30 საათის განმავლობაში უნდა გაანალიზდეს.
3. დახურეთ გარე ფანჯარა.
4. ლაბორატორიაში შესვლამდე ჩაიცვით სუფთა ლაბორატორიული ხალათი და ბახილები (ან კალოშები).
5. გააღეთ მიმღები კარადის ფანჯარა ლაბორატორიის მხრიდან და გამოიღეთ ნიმუშის შემცველი ბოთლები.
6. მოათავსეთ ბოთლები ლამინარული ნაკადის აპარატში.

შენიშვნა: მეოთხე პუნქტში ნახსენები ლაბორატორიული ხალათების და სხვა დამცავი აღჭურვილობის მიკრობიოლოგიური ლაბორატორიის გარეთ ჩაცმა დაუშვებელია, ეს კონტამინაციის თავიდან ასაცილებლად საჭირო. გარდა ამისა, დადებითი და უარყოფითი კონტროლის და ხელახლა დათესვის ოპერაციების განხორციელებისას ხელთათმანების ტარება აუცილებელია.

ტესტების დასრულების შემდეგ კიდეც ერთხელ დაიბანეთ ხელები ანტიმიკრობული საპნით.

F. დათესვის და ინკუბაციის პროცედურები

შენიშვნა: ტესტის დაწყებამდე ნიმუში კარგად უნდა იქნას შერეული, რისთვისაც საჭიროა მისი აქტიურად შენჯღრევა მიკროორგანიზმების თანაბრად განაწილების უზრუნველსაყოფად.

1. განახორციელეთ თესვის ოპერაცია ლამინარული ნაკადის აპარატში სტერილური გარემოს უზრუნველსაყოფად და გარე დაბინძურების აღსაკვეთად.
2. დათესეთ წყლის ნიმუშის კონკრეტული მოცულობები (სატესტე პორციები) სინჯარებში, რომლებიც იმ მედიუმებს შეიცავენ, რომლებიც C ნაწილში („საკვები გარემოს (მედიუმის) მომზადება და სტერილიზაცია“) აღწერილი მეთოდების საფუძველზე იქნა დამზადებული.

(a) სინჯარები სინჯარის სადგარში შემდეგნაირად უნდა განთავსდეს:

(i) 10 მლ ორმაგი სიმძლავრის MacConkey-ს ბულიონიანი ხუთი სინჯარა.

(ii) 5 მლ ერთსიმძლავრის MacConkey-ს ბულიონიანი ხუთი სინჯარა.

(iii) ერთი 100 მლ-იანი ბოთლი, რომელშიც 50 მლ ორმაგი სიმძლავრის MacConkey-ს ბულიონია განთავსებული.

(b) მოათავსეთ ნიმუშიანი ბოთლები და კულტურის საკვები გარემოს შემცველი სინჯარები ლამინარული ნაკადის აპარატში.

(c) ნიმუშების დასათესად შემდეგი ნაბიჯები უნდა გადაიდგას:

(i) 10 მლ პიპეტის გამოყენებით გადაიტანეთ 10 მლ პირველი ნიმუში (სათესი კულტურა) იმ ხუთ სინჯარაში, რომლებიც ორმაგი სიმძლავრის მედიუმს შეიცავენ.

(ii) 10 მლ პიპეტის გამოყენებით გადაიტანეთ 1 მლ ნიმუში (სათესი კულტურა) იმ ხუთ სინჯარაში, რომლებიც ერთსიმძლავრიან მედიუმს შეიცავენ.

(iii) 25 მლ პიპეტის გამოყენებით გადაიტანეთ 50 მლ ნიმუში იმ ბოთლში, რომელიც ორმაგი სიმძლავრის მედიუმს შეიცავს.

შენიშვნა: (i) თითოეული წყლის ნიმუშისთვის სხვადასხვა პიპეტი უნდა იქნას გამოყენებული.

(ii) დათესვის შემდეგ, გადაასხით ყველა დანარჩენი წყლის ნიმუში. შეავსეთ შესაამისი აღრიცხვის ჟურნალი (ნიმუშების გატანის აღრიცხვის ჟურნალი.doc). აღნიშნულ ჟურნალში ნიმუშის შეგროვების თარიღი, ნიმუშის კოდი, ნიმუშის გადასხმის თარიღი და შესაბამისი თანამშრომლის სახელი/ხელმოწერა უნდა იქნას დაფიქსირებული.

3. მოათავსეთ დათესილი ბულიონი $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე დაყენებულ ინკუბატორში.

4. ინკუბაცია 18-24 საათის მანძილზე უნდა გაგრძელდეს.

5. 18-24 საათის შემდეგ აღრიცხეთ დადებითი შედეგები ყველაზე სავარაუდო რიცხვის (MPN) პრინციპით გამოთვლის მეშვეობით:

შენიშვნა: ფერშეცვლილი სინჯარები (იისფრიდან ყვითელ ფერზე გადასული სინჯარები) და ამოტრიალებული დარემის სინჯარის შიგნით აირის ფორმირება

დადებითი შედეგების მანიშნებელია.

(i) დადებითი შედეგები ორმაგი სიმძლავრის და ერთსიმძლავრიანი მედიუმების შემცველ სინჯარებში (და ასევე ორმაგი სიმძლავრის მედიუმებიან ბოთლებში) ცალ-ცალკე უნდა დაითვალოს.

(ii) ჩაიწერეთ შედეგები მიკრობიოლოგიური ტესტის აღრიცხვის ფურცელზე MPN-ის გამოსათვლელად.

6. ყველა უარყოფითი შედეგის მომცემი ნიმუშები კიდევ ერთ 24 საათიან ინკუბაციას უნდა დაექვემდებაროს.

7. განმეორებითი 24 საათიანი ინკუბაციის შემდეგ ჩაწერეთ დამატებით მიღებული დადებითი შედეგები (სავარაუდო კოლიფორმების მხრივ).

შენიშვნა: MacConkey-ს ბულიონის დადებითი და უარყოფითი კონტროლი პლიუს ბლანკის კონტროლი დათესილი ნიმუშების პარტიასთან ერთად უნდა იქნას დათესილი.

G. ხელახალი დათესვა და ინკუბაცია.

1. ჩაიცვით სუფთა ლაბორატორიული ხალათი, ბახილები (ან კალოშები) და ხელთათმანები.

2. ამოიღეთ თითოეული ნიმუშის სავარაუდოდ დადებითი შედეგების შემცველი სინჯარები სადგარიდან და სხვა სადგარზე გადაიტანეთ.

3. თითოეული პოზიტიური შედეგის შემცველი სინჯარა და ბოთლის შემთხვევაში ამ სხვა სადგარში მოათავსეთ:

(i) ერთი სინჯარა 5 მლ Brilliant Green Bile (2%) ბულიონი (კოლიფორმული ორგანიზმების არსებობის დასადასტურებლად)

(ii) ერთი სინჯარა 5 მლ EC ბულიონი (სითბოგამძლე კოლიფორმული ორგანიზმების არსებობის დასადასტურებლად)

(iii) ერთი სინჯარა 5 მლ ტრიპტონის წყალი (სავარაუდო E.coli-ის არსებობის დასადასტურებლად).

4. დაუთესავი მედიუმების შემცველ სინჯარებზე ნიმუშის ნომერი უნდა იქნას დატანილი, რასაც უნდა მოჰყვეს:

x5 დადებითი ერთსიმძლავრიანი ბულიონის შემთხვევაში,

x10 დადებითი ორმაგი სიმძლავრის ბულიონის შემთხვევაში,

x50 დადებითი ბოთლის შემთხვევაში.

5. მოათავსეთ სადგარი უსაფრთხოების კარადაში.

6. 10 მილილიტრიანი პიპეტის გამოყენებით ჩაასხით სავარაუდო დადებითი სინჯარის ან ბოთლის შიგთავსი. ასეპტურ პირობებში გადაიტანეთ Brilliant Green Bile (2%) ბულიონის რამდენიმე წვეთი EC ბულიონის სინჯარაში და რამდენიმე წვეთი ტრიპტონის წყლის სინჯარაში.

7. მე-6 პარაგრაფში აღწერილი ნაბიჯი სხვადასხვა 10 მილილიტრიანი პიპეტების გამოყენებით უნდა გამეორდეს (თითო პიპეტი თითო დადებითი სინჯარის და ბოთლისთვის).

8. გამოიღეთ სადგარები და ბოთლები უსაფრთხოების კარადიდან.

9. აიღეთ ყველა დადებითი სინჯარა სადგარიდან. მათ გადაგდებამდე მათი ავტოკლავში დამუშავება უნდა მოხდეს.

10. მოათავსეთ დათესილი Brilliant Green Bile (2%) ბულიონის შემცველი სინჯარების სადგარი ინკუბატორში 48 საათის მანძილზე ($37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე).

11. მოათავსეთ დათესილი EC ბულიონის და ტრიპტონის წყლის შემცველი სინჯარების სადგარი ინკუბატორში 48 საათის მანძილზე ($44.5^{\circ}\text{C} \pm 0.25^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე).
12. 48 საათის განმავლობაში გამოიღეთ სინჯარების სადგარი ინკუბატორიდან ($37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე). დაითვალით იმ სინჯარების რაოდენობა, რომლებიც იმ ერთ ნიმუშს შეესაბამებიან, რომელიც აირის ფორმირებას აჩვენებს. ჩაიწერეთ კოლიფორმულ ორგანიზმებთან დაკავშირებული შედეგები მიკრობიოლოგიური ტესტების აღრიცხვის ფურცელში.
13. 11-ე პუნქტში აღნიშნული ოპერაციის განხორციელებიდან 24 საათის შემდეგ გამოიღეთ სინჯარების სადგარი ინკუბატორიდან.
14. თითოეულ სადგარში დაითვალით ის სინჯარები, რომლებიც დადებით რეაქციას როგორც EC ბულიონის ისე ტრიპტონის წყლის მიმართებით ავლენენ (საუბარია x5, x10 და x50 სინჯარების ცალ-ცალკე დათვლაზე). ჩაიწერეთ სავარაუდო E.coli-სთან დაკავშირებული შედეგები მიკრობიოლოგიური ტესტების აღრიცხვის ფურცელში.
15. გაიმეორეთ ზემოთჩამოთვლილი პროცედურები (1-13 პუნქტებში აღწერილი პროცედურები) MacConkey-ის საკვები გარემოს მეშვეობით მიღებულ დამატებით დადებით სინჯარებთან და ბოთლებთან დაკავშირებით, მას შემდეგ რაც ისინი $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე 48 საათიან ინკუბაციურ პერიოდს გაივლიან. შეაჯამეთ შედეგები 12-ე ეტაპზე, რათა მიიღოთ საბოლოო შედეგები კოლიფორმულ ორგანიზმებთან დაკავშირებით და მე-14 ეტაპზე, რათა მიიღოთ საბოლოო შედეგები სავარაუდო E. coli-ისთან დაკავშირებით. ჩაიწერეთ საბოლოო შედეგები მიკრობიოლოგიური ტესტების აღრიცხვის ფურცელში.
16. შეამოწმეთ ყველაზე სავარაუდო რიცხვის (MPN) ცხრილი 100 მლ წყლის ნიმუშში კოლიფორმული ორგანიზმების და სავარაუდო E. coli-ის ყველაზე სავარაუდო რიცხვების დასადგენად და ჩაიწერეთ ეს მონაცემები მიკრობიოლოგიური ტესტების აღრიცხვის ფურცელში.

შენიშვნა: (i) მიკრობიოლოგიური ტესტების არღიხვის ფურცელში შედეგების მარტივად ამოცნობისთვის შემდეგი ფერები გამოიყენება:

ლურჯი (სავარაუდო კოლიფორმებისთვის)

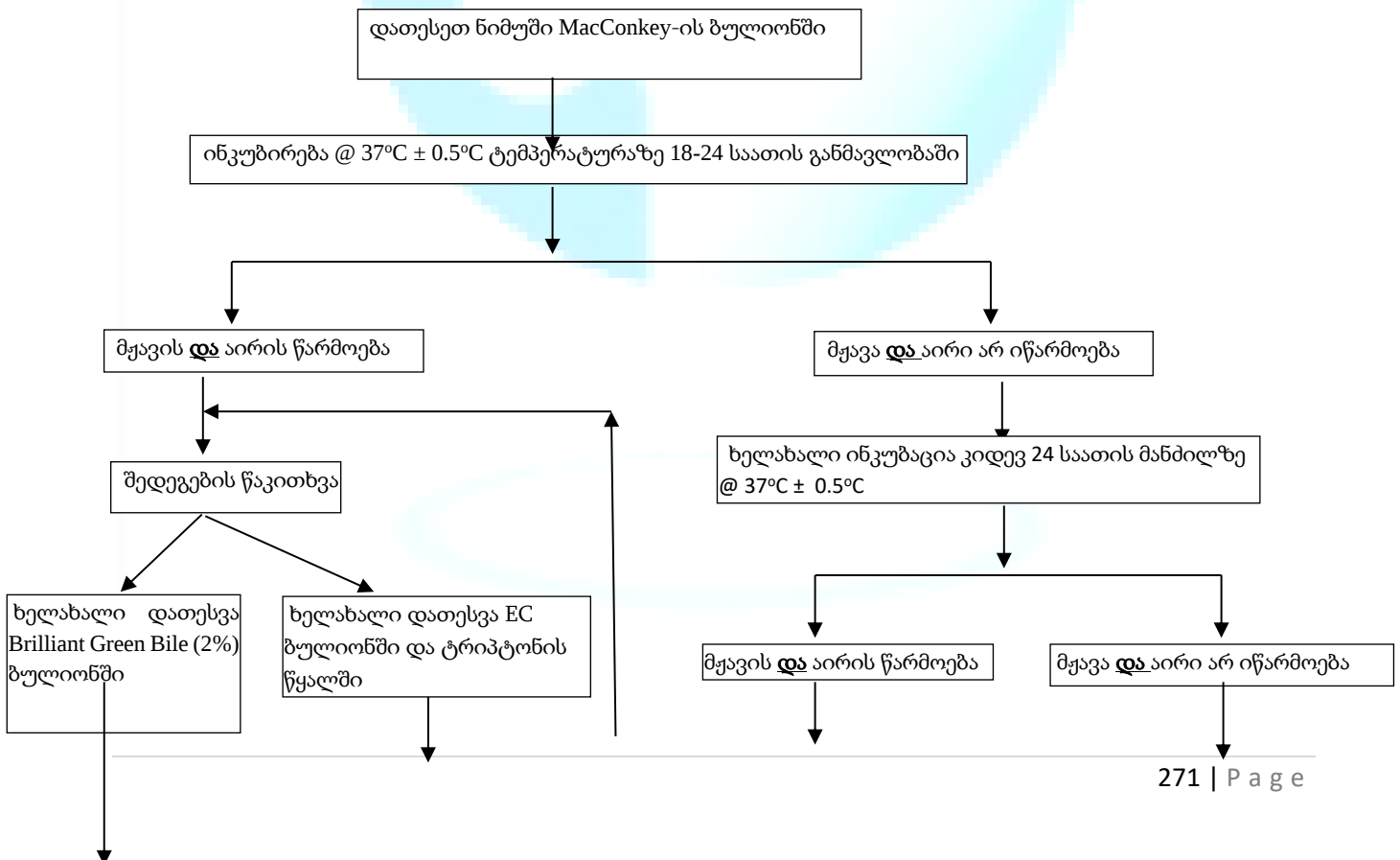
მწვანე (კოლიფორმული ორგანიზმებისთვის)

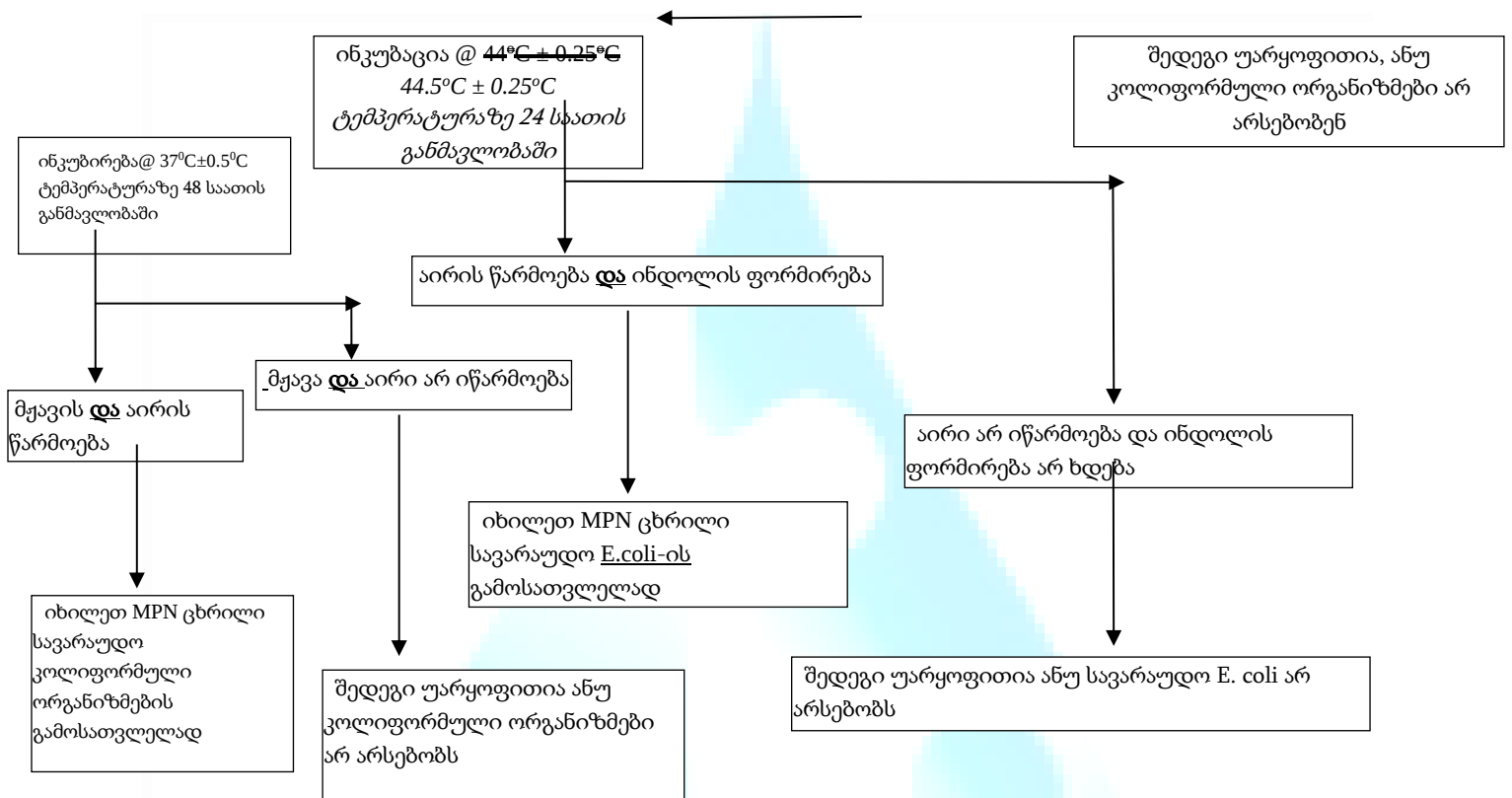
ფორთოხლისფერი (სავარაუდო *E.coli*-ისთვის)

(ii) თითოეულ გამოყენებულ მედიუმთან (კონკრეტულად Brilliant Green

Bile (2%)-ის ბულიონთან, EC ბულიონთან და ტრიპტონის წყალთან) დაკავშირებული დადებითი და უარყოფითი კონტროლი სავარაუდო კოლიფორმული ორგანიზმებისთვის მოპოვებულ დადებით პარტიასთან ერთად უნდა დაითესოს.

F და **G** პუნქტებში აღწერილი დათესვის და ხელახლა დათესვის პროცესი შემდეგ ქვემოთ მოცემულ ბლოკ-სქემაშია შეჯამებული.





30.10 წმენდის პროცედურები

წმენდის პროცედურები ლაბორატორიის სამუშაო ინსტრუქციებშია აღწერილი.

30.11 ყველაზე სავარაუდო რიცხვის (MPN) ალბათობის ცხრილი

ქვემოთ მოცემულ ცხრილში 100 მლ წყალში კოლიფორმული ჯგუფის ბაქტერიების სავარაუდო რაოდენობებია ჩამოთვლილი, რომლებიც ტესტებში გამოყენებული მოცულობების დადებითი და უარყოფითი შედეგების სხვადასხვა კომბინაციებს შეესაბამება (ნაწყვეტი ISO 8199:2005-დან მეორე გამოცემა, შესწორებული ვერსია, წყლის ხარისხი – კულტურების მიხედვით მიკროორგანიზმების აღრიცხვის საერთო სახელმძღვანელო, ცხრილი B.9).

MPN სიდიდეები 100 მლ ნიმუშზე და 95% ნდობის ზღვარი ერთი 50 მლ, ხუთი 10 მლ და ხუთი 1 მლ პორციების გამოყენებისას.

დადებითი რეაქციის მომცემი სინჯარების MPN (100 მილილიტრზე) 95% ნდობის ზღვარი
რაოდენობა

ერთი 50 მლ	ხუთი 10 მლ	ხუთი 1 მლ		ქვედა	ზედა
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<1	4
0	0	2	2	<1	6
0	1	0	1	<1	4
0	1	1	2	<1	6
0	1	2	3	<1	8
0	2	0	2	<1	6
0	2	1	3	<1	8
0	2	2	4	<1	11
0	3	0	3	<1	8
0	3	1	5	<1	13
0	4	0	5	<1	13
1	0	0	1	<1	4
1	0	1	3	<1	8
1	0	2	4	<1	11
1	0	3	6	<1	15
1	1	0	3	<1	8
1	1	1	5	<1	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21

დადებითი რეაქციის მომცემი სინჯარების MPN (100 მილილიტრზე) 95% ნდობის ზღვარი
რაოდენობა ერთი 50 მლ

ერთი 50 მლ ხუთი 10 მლ ხუთი 1 მლ ხუთი 10 მლ ხუთი 1 მლ

1	2	0	5	<1	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53

1	3	4	21	6	66
---	---	---	----	---	----

1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	69
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	101
1	4	5	43	15	117
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	101

1	5	2	54	18	138
1	5	3	92	27	217
1	5	4	161	3	450
1	5	5	>180	-	-

30.12 ლიტერატურა

- ISO 9308-2:1990 პირველი გამოცემა - წყლის ხარისხი - კოლიფორმული ორგანიზმების, თერმოდგრადი კოლიფორმული ორგანიზმების და სავარაუდო ეშირექია კოლის აღმოჩენა და აღრიცხვა, ნაწილი 2: მრავალ-სინჯარიანი მეთოდი (ყველაზე სავარაუდო რიცხვი).
- ჯანდაცვის და სამედიცინო სუბიექტების შესახებ ანგარიში # 71, წყლის ნიმუშების ბაქტერიოლოგიური კვლევა.
- ISO 8199:2005 მეორე გამოცემა, შესწორებული ვერსია, წყლის ხარისხი – ზოგადი სახელმძღვანელო მიკროორგანიზმების კულტურის მიხედვით აღრიცხვის შესახებ.
- SAC-SINGLAS ტექნიკური დოკუმენტი: ENV-001, თებერვალი 2005, ბუნებრივი გარემოს ტესტირებაზე მომუშავე ლაბორატორიების აკრედიტირებასთან დაკავშირებული სპეციფიკური მოთხოვნები.
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების სტანდარტული მეთოდები, 21-ე გამოცემა, 2005 წ.
- წყლის და ჩამდინარე წყლების შემოწმების სტანდარტული მეთოდები, 23-ე გამოცემა, 2017 წ.

