

Օ. Բ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

ՈՌՈԳՄԱՆ ԶՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԸ

«Ոռոգման ջրերի քիմիական անալիզը» հրահանգը կազմված է գլխավորապես ջրերի գյուղատնտեսական բնույթի հետազոտական աշխատունքում օգտագործելու համար:

Հնարված և մշակված են ժամանակակից անալիզի այն մեթոդներն ու եղանակները, որոնք ներդրված են հիդրոքիմիական աշխատանքներում: Հրահանգում շարադրված են բնական և գրունտային ջրերի քիմիական անալիզի վերաբերյալ հրատարակված գրքերում և «Гидрохимические материалы» ամսագրում զետեղված գործնական կիրառություն ստացած անալիզի եղանակները (օրինակ՝ ազոտի և նրա ձևերի որոշման ֆենոլատ հիպոբրոմիտային եղանակը, օրգանական միացությունների օքսիդացումը բերթոլետյան աղի միջոցով և այլն): Առանձնակի տեղ է զբաղեցնում արիլոնոմետրիայի ներդրումը հետազոտվող ջրերում՝ կալցիում, մագնեզիում, երկաթ, ալյումին և սուլֆատ իոնների որոշման մեթոդներում: Հրահանգը կազմված է հակիրճ, առանց օժանդակ հասկացողությունների շարադրման, սակայն ձգտել ենք, որ լինի պարզ և գյուրմբեղներ:

1. Նմուշի բնութայունը և նրա վերցնելու եղանակը

Ոռոգման ջրերի քիմիական կազմի հետազոտության համար միջին նմուշի բնութայունը կատարվում է հետազոտող ագրոքիմիկոսի հայեցողությամբ: Գյուղատնտեսական նպատակների համար նմուշը կարելի է վերցնել ջրի ոչ շատ խոր շերտից, շշերի կամ ապակյա սրվակների մեջ: Նմուշը վերցնելուց հետո շշի կամ սրվակի բերանը ամուր փակել, պիտակավորել և տեղափոխել լաբորատորիա՝ անալիզի համար: Աղային կազմի անալիզի համար նմուշը կոնսերվացիայի է ենթարկվում քլորոֆորմով (1 լիտր ջրին 2 մլ), իսկ օրգանական նյութերի որոշման համար՝ ծծմբական թթվով (1 լիտր ջրին 2 մլ 25 տոկոսանոց H_2SO_4):

2. Զրածնային իոնների կոնցենտրացիայի որոշումը (pH)¹

Անալիզի ենթակա ջրի pH-ը որոշվում է նույն օրը, կամ առաջին հնարավորության դեպքում՝ պտենցիոմետրիկ եղանակով՝ կալոմել-խինհիդրոնային շղթայով, առանց նմուշը ֆիլտրելու, սրվակի կամ շշի բերանը բաց անելուց անմիջապես հետո:

¹ Մեթոդի էություն և pH-ի որոշման մասին կարգալ՝ А. А. Резников, Е. П. Муликовская, И. Ю. Соколов. Методы анализа природных вод. М., Госгеолтехиздат, 1963. стр. 80.

3. Կախված նյութերի ֆառակի որոշումը

Ոռոգման ջրի մեջ կախված նյութերը որոշելու համար վերցրած ամբողջ նմուշը լավ խառնելուց հետո ֆիլտրել նախօրոք կշռված Գուլի տիգելի միջոցով: Ապա տիգելը մնացորդի հետ միասին չորացնել 105—110° ջերմաստիճանում մինչև կալուն քաշ: Զրի մեջ եղած կախված նյութերի կշիռը հաշվելու համար պետք է տիգելի նստվածքի հետ չորացնելուց հետո ստացված քաշից հանել դատարկ տիգելի սկզբնական կշիռը ֆիլտրի թղթի հետ միասին:

4. Զրում լուծված չոր նյութերի մնացորդի որոշումը

Զուրն ուղղակի գոլորշիացնելու և չոր մնացորդը 105—110° չորացնելու եղանակով ստացվում են անբավարար տվյալներ, քանի որ մագնեզիումի և կալցիումի քլորիդները հիդրոսկոպիկ են, իսկ նրանց սուլֆատներից բյուրեղական շուրը դժվար է անջատվում։ Այս դժվարությունը հաղթահարվում է գոլորշիացող ջրին քիմիապես մաքուր նատրիումի կարբոնատի որոշակի քանակություն ավելացնելով, որի շնորհիվ կալցիումի ու մագնեզիումի քլորիդներն ու սուլֆատները դառնում են կարբոնատներ, իսկ չոր մնացորդը լրիվ ջրազրկվում է։

Անալիզի ընթացքը.—Ֆիտրեկուց հետո անալիզի ենթակա ջրից վերցնել 100 մլ նախօրոք շորացրած և կշռված² հախճապակյա թասի մեջ և գոլորշիացնել ջրային բաղնիքի վրա: Գոլորշիացնելուց հետո շորմնացորդը թասով տեղափոխել շորացնող պահարանի մեջ և աստիճանաբար ջերմաստիճանը բարձրացնելով պահել 2—3 ժամ 150—180° տակ: Թասը հանել պահարանից, տեղափոխել էքսիկատորում, կշռել և կրկին պահել 1 ժամ նույն ջերմաստիճանի տակ: Երկրորդ անգամ կշռելիս նկատի ունենալով շոր մնացորդի հիգրոսկոպիկություներ, հարմար է կշռելիս նախօրոք դնել կշռաքարերը և ապա թասը՝ շոր մնացորդով՝ մյուս նժարի վրա և կշռել: Եթե երկու կշռումների տարբերությունը չի անցնի 0,001 գ շոր մնացորդի որոշումը կհամարվի վերջացած:

Զոր մնացորդի կշիռը (X) գրամներով մեկ լիտր ջրի մեջ հաշվելու ըստ հետևյալ բանաձևի՝

$$X = 10 (A - B),$$

որտեղ՝ **A-թասի** վերջնական կշիռն է չոր մնացորդով, գ.
B-թասի սկզբնական կշիռն է սողայի հետ միասին, գ:

5. Շիկացման կորուստի որոշումը

Զոր մնացորդը որոշելուց հետո թասը պարունակությամբ տեղափոխել մուֆեի մեջ և 2—3 ժամ պահել 450—500°C-ի տակ: Այնուհետև մուֆեից թասը հանել, հովացնել էքսիկատորում և կշռել:

Շիկացման կորուստը կամ լուծված օրգանական նյութերը հաշվել ըստ հետևյալ բանաձևի՝

$$X_1 = 10 (A - D),$$

² Հախճապակյա թասը 0,2—0,4 գ Na_2CO_3 -ի հետ միասին նախօրոք պետք է չորացնել 180°C -ի տակ:

որտեղ՝ A—թասի կշիռը շոր մնացորդով, գ,

D—թասի կշիռը շիկացնելուց հետո, գ,

10—շիկացման կորուստը 1 լիտր ջրի համար վերածելու գործակից:

6. Լուծված հանձնային աղերի ընդհանուր ֆաեակության որոշումը

Իմանալով շոր մնացորդի կշիռը (X) և շիկացման կորուստը (X₁) 1 լիտր ջրում՝ տարբերությամբ կարելի է հաշվել ոռոգելի ջրում լուծված հանքային աղերի քանակությունը՝ X₂ գ/լ

$$X_2 = X - X_1$$

7. Ընդհանուր հիմնայնության որոշումը

Անալիզի ենթակա ջրից 50—100 մլ տեղափոխել 250 մլ կոնաձև կոլբայի մեջ, ավելացնել 2—4 կաթիլ 0,1 % մեթիլ-օրանժ և անընդհատ խառնելով տիտրել աղաթթվի 0,05—0,02 ն. լուծույթով, մինչև լուծույթի դեղնագույնից բաց վարդագույնի փոփոխվելը: Ընդհանուր հիմնայնությունը՝ մգ-էկվ լ հաշվել ըստ հետևյալ բանաձևի՝

$$X = \frac{V_1 \cdot N \cdot 1000}{V},$$

որտեղ՝ V₁—տիտրման վրա ծախսված աղաթթվի ծավալն է, մլ,

N—աղաթթվի նորմալությունը,

V—անալիզվող ջրի ծավալը, մլ:

8. Հիդրոկարբոնատ-իոնի որոշումը՝ կարբոնատ-իոնի բացակայության դեպքում

Անալիզի ենթակա ջուրը տիտրում են աղաթթվի 0,05—0,02 ն. լուծույթով՝ ալյանայեն, ինչպես ընդհանուր հիմնայնությունը որոշելիս (մեթիլ-օրանժի ներկայությամբ): Հիդրոկարբոնատ-իոնի քանակությունը հաշվում են ըստ հետևյալ բանաձևերի՝

$$\text{HCO}_3^- \text{ մգ-էկվ/լ} = \frac{V_1 \cdot N \cdot 1000}{V}$$

$$\text{HCO}_3^- \text{ մգ/լ} = \frac{V_1 \cdot N \cdot 61 \cdot 1000}{V},$$

որտեղ՝ V₁—տիտրման վրա ծախսված աղաթթվի ծավալն է, մլ

N—աղաթթվի նորմալությունը,

61—1,0 ն. աղաթթվի լուծույթի 1 մլ-ին համապատասխանող հիդրոկարբոնատ-իոնի քանակը, գ:

9. Կարբոնատ և հիդրոկարբոնատ-իոնների որոշումը
ճրանց միաժամանակյա առկայության դեպքում

Անալիզի ենթակա ջրից 50—100 մլ վերցնել կոնաձև կոլբայի մեջ, ավելացնել 5 կաթիլ՝ 1-տոկոսանոց ֆենոլֆթալեինի լուծույթ և տիտրել աղաթթվի

0,02 ն. լուծույթով մինչև լուծույթի անգոռնացումը: Գրանցել տիտրացիայի ժամանակ ծախսված թթվի ծավալը՝ V_1 :

Այնուհետև նույն լուծույթին ավելացնել 3 կաթիլ մեթիլ-օրանժ և շարունակել տիտրացիան աղաթթվի 0,02 ն. լուծույթով, մինչև լուծույթի դեղնագույնից բաց վարդագույնի փոխվելը:

CO_3^{2-} և HCO_3^- իոնների պարունակությունը հաշվում են ըստ հետևյալ բանաձևերի՝

$$\text{CO}_3^{2-}\text{մգ-եկվ/լ} = \frac{2V_1 \cdot N \cdot 1000}{V}$$

$$\text{CO}_3^{2-}\text{մգ/լ} = \frac{2V_1 \cdot N \cdot 30 \cdot 1000}{V}$$

$$\text{HCO}_3^-\text{մգ-եկվ/լ} = \frac{(V_2 - V_1) \cdot N \cdot 1000}{V}$$

$$\text{HCO}_3^-\text{մգ/լ} = \frac{(V_2 - V_1) \cdot N \cdot 61 \cdot 1000}{V}$$

որտեղ՝ V_1 —անալիզի համար վերցրած V ծավալ ջրի համար, ֆենոլֆտալինի ներկայությամբ, ծախսված աղաթթվի ծավալը, մլ,

V_2 —անալիզի համար վերցրած V ծավալ ջրի համար, մեթիլ-օրանժի ներկայությամբ ծախսված աղաթթվի ծավալը, մլ,

N —աղաթթվի նորմալությունը,

30—1 մլ 1 ն. աղաթթվին համապատասխան CO_3^{2-} մգ,

60—1 մլ 1 ն. աղաթթվին համապատասխան HCO_3^- մգ:

10. Նատրիում և կալիում-իոնների որոշումը բոցասպեկտոֆոտոմետրիկ եղանակով³

Նատրիում և կալիում-իոնների որոշման այս եղանակը լայն կիրառություն է ստացել տարբեր բնագավառներում, այդ թվում նաև ջրերի հետազոտություններում:

Ոռոգման ջրերում նատրիում և կալիում իոնները բոցային սպեկտրոֆոտոմետրիկ եղանակով որոշելիս անհրաժեշտ է պատրաստել օրինակելի լուծույթ հետևյալ ձևով՝

ա) անալիտիկ կշեռքի վրա կշռել 2,542 գ ք. մ. NaCl և 1,907 գ KCl , զգուշությամբ տեղափոխել 1 լիտրանոց շափիչ կոլբայի մեջ, լուծել թորած ջրում, լրացնել նիշը ջրով և լավ խառնել: Ստացված լուծույթը կալարունակի՝ 1000 մգ/լ $\text{Na}^+ \text{K}^+$

բ) 1000 մգ/լ $\text{Na}^+ \text{K}^+$ -ի օրինակելի լուծույթից պատրաստել բանվորական օրինակելի լուծույթի շարք համաձայն № 1 աղյուսակի:

³ Մեթոդի մանրամասն նկարագրությունը կարգալ՝ «Агрохимические методы исследования почв», М., изд. «Наука», 1965, стр. 285.

Աղյուսակ 1

1000 մգ/լ Na^+K^+ օրինակելի լուծույթից բանվորական լուծույթի շարքի պատրաստելը
(250 մլ ծավալում մգ/լ Na^+K^+)

Գոլրայի №	1	2	3	4	5	6	7	8	9
մգ/լ Na^+K^+	1000	800	400	200	100 ¹	80	40	20	10
Վերցրած օրինակելի լուծույթի ծավալը-մլ	250	200	100	50	25	200	100	50	25

1) 80, 40, 20, 10 մգ/լ Na^+K^+ բանվորական օրինակելի լուծույթի շարքը ստանալու համար պետք է հիմք ընդունել 100 մգ/լ Na^+K^+ բանվորական լուծույթը:

11. Նատրիում և կալիում իոնների փափակությամբ որոշումը հաշվման եղանակով

Նատրիումի որոշումը հաշվման եղանակով մեծ մասամբ տալիս է բավարար տվյալներ, եթե մնացած կատիոնների ու անիոնների որոշումը կատարված է ճիշտ:

Ենթադրենք անալիզի համար վերցրած ջուրը բաղկացած է՝

Կատիոններ՝	մգ/լ	մգ-էկվ/լ
Ca^{2+}	110,00	5,50
Mg^{2+}	88,00	7,30
		12,80

Անիոններ՝	մգ/լ	մգ-էկվ/լ
SO_4^{2-}	148,40	3,038
Cl^-	866,00	24,40
NO_3^-	10,00	0,16
HCO_3^-	152,50	2,50
		30,14

Na^+ և K^+ մգ/էկվ գումարը հավասար է $30,14 - 12,80 = 17,34$:

Քանի որ ընդհանուր առմամբ բնական ջրերի մեջ K^+ պարունակությունը քիչ է, ապա պայմանական իոնների էկվիվալենտների տարբերությունը կհամապատասխանի նատրիումին: Այստեղից նատրիումի պարունակությունը կլինի՝ $17,34 \text{ մգ/էկվ} \times 23 = 508,8 \text{ մգ/լ Na}^+$:

12. Ամոնիում իոնի որոշումը ֆենոլատ-հիպոբրոմիտային ռեակցիայով

Անալիզը կատարել հատուկ սենյակում, որտեղ բացակայում է ամիակի ամենաչնչին քանակությունն անգամ:

Անալիզի ընթացքը.— Հետազոտվող ջրից 50 մլ տեղափոխել 100 մլ շափիչ կոլբայի մեջ, ավելացնել 10 մլ 50 տոկոսանոց սեգնետյան աղի լուծույթ, 2 մլ նատրիումի ֆենոլատ, խառնել, ավելացնել 15 մլ նատրիումի հի-

պորրոմիտ, դարձյալ խառնել: Բոլոր ռեակտիվներն ավելացնելուց հետո նիշը լրացնել ջրով, $20-25^{\circ}\text{C}$ -ի տակ թողնել 50 րոպե և կոլորիմետրել (վիզուալ կամ ֆոտոէլեկտրոկոլորիմետրով, կարմիր լուսաֆիլտրով): Ճիշտ նույն ձե- վով կատարել ամոնիումի քլորիդի ֆիկսանալից պատրաստած օրինակելի շարքի մշակումը (0,01, 0,04, 0,05, 0,1, 0,3, 0,5, 0,6, և 1,0 NH_4^+ մգ/լ) մե- թոդի զգայնությունը տատանվում է 0,01—0,1 մգ NH_4^+ /լ սահմաններում: Ամոնիում-իոնի քանակությունը հետազոտվող ջրի մեջ հաշվել բառ բանա- ձևերի

$$\text{NH}_4^+\text{մգ/լ} = \frac{K \cdot 1000}{V}$$

$$\text{NH}_4^+\text{մգ-էկվ/լ} = \frac{\text{NH}_4^+\text{մգ/լ}}{18}$$

որտեղ՝ K —կորագծից NH_4^+ -ի պարունակությունը, մգ.
 V —անալիզի համար վերցրած ջրի ծավալը,
 18 — NH_4^+ գ էկվիվալենտը:

ԱՆԿՐԱԾ ԵՂՄ ՌԵԱԿՏԻՎՆԵՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄ

1. Ամիակ չպարունակող թորված ջուր կարելի է ստանալ մի քանի բյուրեղ KMnO_4 -ի և 1—2 կաթիլ ծծմբաթթվի ներկայությամբ ջուրը կրկնակի թորելով:

2. Սեգնետյան աղի լուծույթ 50 %.—250 գ սեգնետյան աղը լուծել 700 մլ ջրում և գոլորշիացնելով ծավալը հասցնել 500 մլ:

3. Նատրիումի ֆենոլատ.—1 գ ք. մ. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ աղը լուծել 100 մլ ամիակազուրկ ջրում: Ստացված թիոսուլֆատի լուծույթին ավելաց- նել 9 գ ք.մ. NaOH և 10 գ 181°C -ում թորված ֆենոլ: Լուծույթը ամիակազուրկ ջրով նոսրացնել մինչև 300 մլ: Այս եղանակով պատրաստված նատրիումի ֆենոլատը մոտ 3—4 ամսվա ընթացքում պիտանի է աշխատանքի համար:

4. Նատրիումի հիպոբրոմիտ.—Ամիակազուրկ ջրով պատրաս- տել մոտ 5—6 տոկոսանոց նատրիումի հիպոբրոմիդ, որը գոլորշիացնելով խը- տացնել մինչև 9 տոկոս (50 գ NaOH լուծել մոտ 700 մլ ջրի մեջ և ապա գոլոր- շիացնելով հասցնել 500 մլ): 100 մլ 9 տոկոսանոց NaOH -ի լուծույթին ավե- լացնել 1,5 մլ բրոմ, զգուշությամբ խառնել ու պահել մուգ գույնի ապակե ամա- նի մեջ: Նատրիումի հիպոբրոմիտի պատրաստված ալդ լուծույթը $20-25^{\circ}\text{C}$ պայմաններում պիտանի է 10—12 օր:

5. Ամոնիում քլորիդի օրինակելի լուծույթ.— 105°C -ում շորացված 3,81 գ ք.մ. ամոնիում քլորիդը վերցնել 1 լ տարողությամբ չափող կլորայի մեջ, ավելացնել 700 մլ թորած ջուր, 2 մլ քլորոֆորմ (կոնսեր- վացման համար) և թորած ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը: Այս լուծույթի 1 մլ պարունակում է 1 մգ N կամ 1,29 մգ NH_4^+ :

6. Բանվորական օրինակելի լուծույթ.—Հիմնական օրի- նակելի լուծույթից վերցնել 10 մլ և ամիակազուրկ ջրով նոսրացնել մինչև 1 լ: Այս լուծույթի 1 մլ պարունակում է 0,01 մգ N կամ 0,0129 մգ NH_4^+ :

13. Կալցիումի և մագնեզիումի որոշումը տրիլոնոմետրիկ տիտրացիայով

ա) Կալցիում և մագնեզիում իոնների գումարը որոշումը:

Կոնաձև կոլլայի մեջ վերցնել հետազոտվող ջրից 50 մլ, ավելացնել այն-
քան աղաթթու, որքան ծախսվել է ընդհանուր հիմնայնության չեզոքացման
համար (տալով նույն թթվից 1 մլ ավելցուկ), եռացնել 5 ր. (կարբոնատների
քայքայման համար), ապա ավելացնել 1—2 կաթիլ 0,1 տոկոսանոց մեթիլ
կարմիր, որից հետո թթվի ավելցուկը չեզոքացնել 10 տոկոսանոց NH_4OH -ի
լուծույթով:

Այնուհետև ավելացնել 5 մլ ամոնիակային բուֆեր, 8—10 կաթիլ $\text{FT}-00$
և անընդհատ թափահարելով տիտրել տրիլոն Բ-ի 0,05 ն. լուծույթով մինչև
լուծույթի գինու կարմրավուն գունից կապտաերկնագույնի անցնելը:

Կալցիումի ու մագնեզիումի գումարը հաշվել ըստ հետևյալ բանաձևի՝

$$(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \text{ մգ-էկվ/լ} = \frac{V_1 \cdot N \cdot 1000}{V},$$

որտեղ՝ V_1 —ծախսված տրիլոն Բ-ի ծավալն է, մլ,

N —տրիլոն Բ-ի նորմալությունը,

V —անալիզի համար վերցրած ջրի ծավալը, մլ:

բ) Կալցիում-ի ու մագնեզիում-ի որոշումը.—Անալիզի ենթակա ջրից 50 մլ
վերցնել կոնաձև կոլլայի մեջ, ավելացնել նույնքան աղաթթու, որքան ծախս-
վել է ընդհանուր հիմնայնության որոշման ժամանակ, տալով 1 մլ ավելցուկ:
Կոլլայի պարունակությունը եռացնել, հետո հովացնել ու կոնգո կարմիր թրդ-
թի ներկայությամբ աղաթթվի մնացորդը չեզոքացնել 2 մլ 2 ն. NaOH -ի լու-
ծույթով, մինչև թղթի կարմրելը: Ապա ավելացնել 2 մլ 2 ն. NaOH և մու-
րեքսիդի ներկայությամբ տիտրել տրիլոն Բ 0,05 ն. լուծույթով, մինչև լու-
ծույթի կարմրավարդագույնից բաց մանիշակագույնի փոխվելը:

Կալցիում-իոնի պարունակությունը հաշվել ըստ բանաձևերի՝

$$\text{Ca}^{2+} \text{ մգ-էկվ/լ} = \frac{V_1 \cdot N \cdot 1000}{V}$$

$$\text{Ca}^{2+} \text{ մգ/լ} = \frac{V_1 \cdot N \cdot 20 \cdot 1000}{V},$$

որտեղ՝ V_1 —ծախսված տրիլոն Բ-ի ծավալը, մլ,

N —տրիլոն Բ-ի նորմալությունը,

V —անալիզի համար վերցրած ջրի ծավալը, մլ,

20—1 մլ 1 ն. տրիլոնին համապատասխան Ca^{2+} մգ:

գ) Մագնեզիում-ի որոշումը.—Իմանալով անալիզի են-
թակա ջրի կոշտությունը (կալցիում և մագնեզիում իոնների գումարը) մգ-էկվ/լ
և կալցիում-իոնի պարունակությունը՝ մգ-էկվ/լ, տարբերությամբ կարելի է
հաշվել մագնեզիում-իոնի պարունակությունը՝

$$\text{Mg}^{2+} \text{ մգ-էկվ/լ} = [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - \text{Ca}^{2+}] \text{ մգ-էկվ/լ}$$

$$\text{Mg}^{2+} \text{ մգ/լ} = 12 \cdot \text{Mg} \text{ մգ-էկվ/լ}$$

դ) Մազնեզիում - իոնի որոշումը կալցիումի որոշելուց հետո նույն ժամկետում. — Կալցիումի որոշելուց հետո նույն լուծույթին կաթիլ-կաթիլ ավելացնել HCl -ի շն. լուծույթը՝ մինչև կոնգո կարմիր թղթի կապտելը. լրացուցիչ տալ ևս մի քանի կաթիլ աղաթթու և յս դեպքում աղաթթվի ներգործությամբ մուրեքսիդը գունաթափվում է: Ավելացրած աղաթթվի ավելցուկը չեզոքացնել 10 տոկոսանոց NH_4OH , ապա ավելացնել 5 մլ ամոնիակային բուֆերը և $\text{ET}-00$ ինդիկատորի ներկայությամբ տիտրել տրիլոն Բ-ի 0,05 ն. լուծույթով մինչև գինու կարմրավուն գույնի փոխվելը կապտաերկնագույնի:

ե) Կալցիում - իոնի որոշումը մեծ քանակությամբ մազնեզիում - իոնի ներկայությամբ. — Տրիլոնմետրիկ տիտրացիայով կալցիում և մազնեզիում-իոնների որոշման ժամանակ խիստ կարևոր է հաշվի առնել այդ էլեմենտների քանակական փոխհարաբերությունը: Երբեմն պատահում է, որ մազնեզիումն ավելի է լինում կալցիումից: Այդ դեպքում կալցիումի որոշման ժամանակ՝ հիմնային միջավայրում ($\text{pH}=11-12$) մազնեզիումը կարող է նստել $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -ի ձևով, որը աղսորդում է կալցիումի որոշմասը: Այս երևույթը կանխելու համար անալիզի ենթակա ջրին պետք է ավելացնել 2 մլ 10 տոկոսանոց սախարոզայի լուծույթ, որով կալցիումը փոխվում է լուծելի սախարատի:

14. Սուլֆատ-իոնի որոշումը տրիլոնմետրիկ եղանակով

Տրիլոնմետրիկ եղանակով սուլֆատ-իոնի որոշումը հիմնված է բարիումի քլորիդի լուծույթի ավելացնելու հետևանքով BaSO_4 նստվածքի առաջացման և ապա նստեցման ռեակցիային չմասնակցած BaCl_2 -ի լուծույթի ավելցուկը տրիլոն Բ լուծույթի հետ տիտրելու սկզբունքի վրա:

Անալիզի ընթացքը⁴. — Հետազոտվող ջրից 50 մլ վերցնել կոնաձև կոլբայի մեջ, թթվեցնել 0,1 ն. HCl -ի լուծույթով (մեթիլ-կարմիրի ներկայությամբ): Տաքացնել մինչև եռալը և բյուրեղակայից՝ կաթիլ-կաթիլ ավելացնել 5—10 մլ $\text{BaCl}_2 + \text{MgCl}_2$ (1 : 1) 0,05 ն. լուծույթից: Կոլբան պարունակությամբ թողնել 1 ժամ կամ հաջորդ օրը, հետո չեզոքացնել աղաթթվի ավելցուկը 10%-անոց NH_4OH -ի լուծույթով, ավելացնել 5 մլ ամոնիակային բուֆեր, 10—15 կաթիլ $\text{ET}-00$ և տիտրել տրիլոն Բ-ի 0,05 ն. լուծույթով, մինչև գինու կարմրավունից կապտաերկնագույնի անցնելը:

Սուլֆատ-իոնի պարունակությունը հետազոտվող ջրի մեջ հաշվել ըստ բանաձևերի՝

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ մգ-էկվ/լ} = \frac{[\text{A} - (\text{B} - \text{C})] \text{N} \cdot 1000}{\text{V}}$$

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ մգ/լ} = \frac{[\text{A} - (\text{B} - \text{C})] \text{N} \cdot 48 \cdot 1000}{\text{V}},$$

որտեղ՝ A —սուլֆատ-իոնի նստեցման համար վերցրած $\text{BaCl}_2 + \text{MgCl}_2$ խառնուրդի⁵ վրա ծախսված տրիլոն Բ-ի քանակությունը, մլ,

⁴ Սուլֆատ-իոնի որոշման ժամանակ անհրաժեշտ է վերցնել հետազոտվող ջրի այնպիսի ծավալ, որքան որ վերցվել է $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ որոշելու ժամանակ:

⁵ Սուլֆատ-իոնի նստեցման ժամանակ BaCl_2 -ի հետ հավասար չափով MgCl_2 -ի խառնուրդի դեպքում տիտրացիայի փոխանցման կետում լուծույթի գույնի անցումն առավել ցայտուն է լինում:

Б—անալիզի ընթացքում՝ տիտրացիայի ժամանակ ծախսված տրիլոն Բ-ի քանակությունը, մլ,

[վերջինս իրենից ներկայացնում է՝ $\text{BaCl}_2 + \text{MgCl}_2$ -ի լուծույթի ավելցուկ քանակությունը և հետադրովող ջրի վերցրած ծավալում եղած $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ վրա ծախսված տրիլոն Բ-ի քանակությունը, մլ

С—անալիզի համար վերցրած ջրի ծավալում եղած $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ վրա ծախսված տրիլոն Բ-ի քանակությունը, մլ

Н—տիտրացիայի ժամանակ օգտագործվող տրիլոն Բ-ի լուծույթի նորմալությունը.

48—1 մլ 1 ն. տրիլոն Բ-ի համապատասխան SO_4^{2-} մգ

1000—1 լ ջրի դեպքում:

Նկարագրված մեթոդների կիրառման համար անհրաժեշտ ռեակտիվները և նրանց պատրաստումը

1. 0,05 ն. տրիլոն Բ-ի լուծույթ.—9,3 գ տրիլոն Բ լուծել 1 լ թորած ջրում: Տրիլոն Բ-ի տիտրը ստուգել CaCl_2 -ի և MgCl_2 -ի 0,05 ն. լուծույթների խառնուրդով (3 մաս CaCl_2 + 1 մաս MgCl_2) հետևյալ կերպ՝ 10 մլ $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ -ի խառնուրդից տեղափոխել 150 մլ տարողության կոնս-ձե կոլբայի մեջ, ավելացնել 40 մլ թորած ջուր, 5 մլ ամոնիակային բուֆեր և 8—10 կաթիլ $\text{ET}-00$ -ի ներկայությամբ տիտրել տրիլոն Բ-ի 0,05 ն. լուծույթով, անընդհատ թափահարելով, մինչև լուծույթի գինու կարմրավուն գույնից կապտաներկնագույնի անցնելը (վերջին կաթիլները տալ շատ զգուշությամբ, որպեսզի տրիլոնի ավելցուկ չլինի):

$$\text{Տրիլոնի նորմալությունը հաշվել հետևյալ ձևով՝ } N = \frac{N_1 \cdot V}{V_1},$$

որտեղ՝ N_1 — $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ լուծույթի խառնուրդի նորմալությունն է,

V —որոշման համար վերցրած խառնուրդի ծավալը, մլ.

V_1 —տիտրացիայի ժամանակ ծախսված տրիլոնի ծավալը, մլ:

2. 0,05 ն. CaCl_2 և 0,05 ն. MgCl_2 -ի օրինակելի լուծույթ ներկայ պատրաստումը.—Քիմիապես մաքուր CaCO_3 և MgCO_3 6 ժամ պահել շորացնող պահարանում $105-110^\circ$ -ի տակ, ախտահատել յուրաքանչյուրից պատրաստել օրինակելի լուծույթ հետևյալ ձևով՝

0,05 ն. CaCl_2 -ի պատրաստումը.—Անալիտիկ կշեռքով կշռել 2,5 գ ք. մ. CaCO_3 տեղափոխել լիտրանոց չափող կոլբայի մեջ, ավելացնել 3—5 մլ խիտ աղաթթու: CaCO_3 -ը լրիվ լուծվելուց հետո թորած ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը. լավ խառնել: Լուծույթի տիտրը ստուգել մանգանոմետրիկ տիտրացիայով:

0,05 ն. MgCl_2 -ի պատրաստումը.—Անալիտիկ կշեռքով կշռել 2,108 գ ք. մ. MgCO_3 և տեղափոխել լիտրանոց չափող կոլբայի մեջ: Լուծել 4—5 մլ խիտ աղաթթվի մեջ, ծավալը հասցնել ջրով մինչև նիշը: Լուծույթի տիտրը ստուգել կոշային եղանակով՝ մագնեզիումի պիրոֆոսֆատի ձևով:

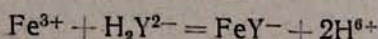
$(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ խառնուրդն ստանալ նշված լուծույթներից՝ 3 մաս CaCl_2 խառնելով 1 մաս MgCl_2 -ի հետ: 0,05 ն. BaCl_2 լուծույթ պատրաստել 0,1 ն. BaCl_2 աղի ֆիկսանալից:

Ամոնիակային բուֆերի պատրաստումը.—20 գ ք. մ. NH_4Cl լուծել 500 մլ թորած ջրում, ավելացնել 100 մլ 25 %-անոց NH_4OH և խառնուրդի ծավալը թորած ջրով հասցնել 1 լիտրի:

2. ն. NaOH -ի լուծույթ.—80 գ նատրիումի հիդրօքսիդը լուծել 1 լ ջրի մեջ: Մուրեքսիդի խառնուրդ.—0,5 գ մուրեքսիդ տրորել 9,5 գ K_2SO_4 -ի հետ: Խրոմօգեն սև կամ $\text{ET}-00-0,2$ գ խրոմօգեն սևը 100 մլ շափիչ կոլբայում լուծել 10 մլ ամոնիակային բուֆերի մեջ և էթիլ սպիրտով լուծույթի ծավալը հասցնել մինչև նիշը: Պահել մութ տեղում:

15. Եռաժեֆ երկաթ և ալյումին-իոնների որոշումը ջրի միկնույն ծավալի մեջ տրիլոնոմետրիկ տիտրացիայով

ա) Եռաժեֆ երկաթ-իոնի որոշումը.—Եռաժեֆ երկաթ-իոնի որոշումը տրիլոնոմետրիկ տիտրացիայով հիմնված է տրիլոն Բ-ի այն հատկության վրա, որ Fe^{3+} $\text{pH}=1,0-1,5$ -ի միջավայրում տրիլոն Բ-ի հետ առաջացնում է կայուն կոմպլեքս միացություն հետևյալ սխեմայով՝



Անալիզի ընթացքը.—Կոնաձև կոլբայի մեջ վերցնել 50—100 մլ անալիզի ենթակա ջրից, ավելացնել 5 մլ 1 ն. HCl և 2 մլ 10 տոկոսանոց սուլֆոսալիցիլաթթու, տաքացնել մինչև եռալը ու տիտրել տրիլոն Բ-ի 0,01 ն. լուծույթով մինչև կարմրամանիշակագույնի անգուանալը:

Fe^{3+} -ի պարունակությունը հաշվել ըստ բանաձևերի՝

$$\text{Fe}^{3+} \text{ մգ-ի կլ/լ} = \frac{V_1 \cdot N \cdot 1000}{V}$$

$$\text{Fe}^{3+} \text{ մգ/լ} = \frac{V_1 \cdot N \cdot 28 \cdot 1000}{V},$$

որտեղ՝ V_1 —ծախսված տրիլոն Բ-ի ծավալը, մլ,

N —տրիլոն Բ-ի նորմալությունը:

Ալյումին-իոնի որոշումը.—Ալյումին-իոնի որոշումը տրիլոնոմետրիկ տիտրացիայով հիմնված է տրիլոն Բ-ի այն հատկության վրա, որ Al^{3+} -ը $\text{pH}=5,2$ -ի միջավայրում Տրիլոն Բ-ի հետ առաջացնում է կայուն կոմպլեքս միացություն:

Անալիզի ընթացքը.—Երկաթի որոշելուց հետո նույն լուծույթին, բյուրեղային ավելացնել 10 մլ 0,01 ն. տրիլոն Բ-ի լուծույթ: Տաքացնել կոլբայի պարունակությունը մինչև եռալը և տաք վիճակում շեղոքացնել 5 տոկոսանոց NH_4OH -ի լուծույթով (կոնզո-կարմիր թղթի ներկայությամբ), ավելացնել 10 մլ ացետատային բուֆեր, հովացնել մինչև սենյակի ջերմաստիճանը և մնացորդային տրիլոն Բ-ի հետ տիտրել եռաժեֆ երկաթի աղի 0,01 ն. լուծույթով, մինչև դեղնաադյուսագույնի ստացումը:

6 Fe^{3+} -ի դրամ-էկվիվալենտը այս դեպքում հավասար է՝ 28,00՝ հետևյալ հաշվից՝

$$\frac{\text{ատոմ. կշ.}}{2} = \frac{55 \cdot 85}{2} = 27,93$$

Այլումին-իոնի պարունակությունը հաշվել ըստ բանաձևերի՝

$$Al^{3+} \text{ գ-էկվ/լ} = \frac{(V_1 N - V_2 N_1) \cdot 1030}{V}$$

$$Al^{3+} \text{ գ/լ} = \frac{(V_1 N - V_2 N_1) \cdot 13,48 \cdot 1000}{V},$$

որտեղ՝ V_1 —ավելացրած տրիլոն Բ-ի ծավալը, մլ,

N —տրիլոն Բ-ի նորմալությունը,

V_2 —հտ տիտրման համար ծախսված Fe^{3+} աղի լուծույթի ծավալը մլ N_1 նորմալությամբ,

V —անալիզի համար վերցրած ջրի ծավալը, մլ,

Թեակտիվների պատրաստումը.

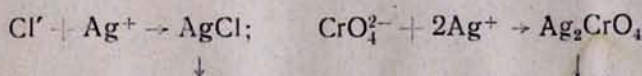
ա) Տրիլոն Բ-ի 0,01 ն. լուծույթի պատրաստումը.—0,05 ն. տրիլոն Բ-ի լուծույթից վերցնել 100 մլ և թորած ջրով նոսրացնել մինչև 1 լիտր:

բ) Ացետատային բուֆերի պատրաստումը.—540 գ նատրիումի ացետատը լուծել 1 լիտրում, խառնել 1 լ 2 ն. քաղաքացիական հետ: Ստացված բուֆերային խառնուրդի $pH=4,8-5,0$: Պահել ամուր փակվող խցանով սրվակի մեջ:

գ) Երկաթ սուլֆատի 0,01 ն. լուծույթի պատրաստումը.—վերցնել $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ աղից 0,9369 գ, լուծել 1 լիտրում: Ստացած լուծույթի տիտրը որոշել կշռային եղանակով:

16. Քլոր իոնի որոշումը արգենտոմետրիկ ծավալային եղանակով՝ կալիումի ֆրոմատի ներկայությամբ

Որոշումը հիմնված է քլոր և արծաթ իոնների նստվածքային միացման վրա, օգտագործելով կալիումի քրոմատը որպես ինդիկատոր: Թույլ հիմնային կամ չեզոք միջավայրում առաջանում է արծաթի քլորիդի նստվածքը: Արծաթ նիտրատի առաջին ավելցուկ կաթիլն առաջացնում է արծաթի քրոմատի նրստվածք, որը լուծույթը ներկում է գորշ ալյուսակարմիր գույնով: Իոնակառնեակցիաները կարելի է պատկերացնել հետևյալ ձևով.



Անալիզի ընթացքը.—վերցնել հետազոտվող ջրից 25—50 մլ հախճապակյա թասի մեջ, ավելացնել 0,5 մլ K_2CrO_4 -ի 10-տոկոսանոց լուծույթ և ապակյա ձողիկով խառնելով, տիտրել $AgNO_3$ -ի 0,01 ն. կամ 0,005 ն. լուծույթով մինչև հեղուկի գորշ ալյուսակարմրավուն գույնի երևալը: Քլոր իոնի պարունակությունը հաշվել ըստ բանաձևերի.

$$Cl^- \text{ գ-էկվ/լ} = \frac{V_1 N \cdot 1000}{V}$$

$$Cl^- \text{ գ/լ} = \frac{V_1 N \cdot 35,4 \cdot 1000}{V},$$

7 Al^{3+} -ի գրամ էկվիվալենտը այս ուսուցիչայում հավասար է 13,48 հետևյալ հաշվից՝

$$\frac{\text{ատոմ. կշ.}}{2} = \frac{26 \cdot 97}{2} = 13,48$$

որտեղ՝ V—արծաթ նիտրատի լուծույթի ծավալը, մլ.

N—արծաթ նիտրատի լուծույթի նորմալուկյունը.

V—հետազոտվող ջրի ծավալը, մլ.

35,4—1 մլ 1 ն. արծաթ նիտրատին համապատասխան Cl' մգ.

17. Նիտրիտի իոնի որոշումը Գրիսսի ռեակցիայով

Հետազոտվող ջրից 100 մլ շափիչ կոլբայի մեջ վերցնել 50 մլ, ավելացնել 4 մլ սուլֆանիլաթթվի լուծույթ, խառնել, ապա ավելացնել 4 մլ ալֆա-նաֆ-տիլամինի լուծույթ, կրկին խառնել, նիշը լրացնել ջրով, ևս խառնել, 20 բուլեանց ֆոտոկոլորիմետրել՝ կանաչ լուսաֆիլտրով, 30,065 մմ լուծույթի շերտի հաստությամբ կտրվածք ունեցող կյովետով՝

Նիտրիտ-իոնի պարունակությունը հաշվել ըստ բանաձևերի՝

$$\text{NO}_2' \text{մգ/լ} = \frac{K \cdot 1000}{V} \cdot 0,742$$

$$\text{NO}_2' \text{մգ-էկվ/լ} = \frac{\text{NO}_2' \text{մգ/լ}}{46},$$

որտեղ՝ K—կորագծից՝ նիտրատ իոնի պարունակությունն է, մգ,

V—անալիզի համար վերցրած ջրի ծավալը, մլ

0,742—նիտրատ իոնի քանակությունը նիտրիտ իոն վերածելու գործակից:

1000—1 լ ուղղելի ջրում.

46—NO₂ գ էկվիվալենտը:

18. Նիտրատ իոնի որոշումը ըստ Շաֆերշտեյնի

Ուղղելի ջրից փորձանոթի մեջ վերցնել 5 մլ, ավելացնել 5 մլ 1,5 ն. NH₄OH և 0, 1 գ ցինկի փոշի: Փորձանոթը փակել ռետինե խցանով և ուժգին թափահարել 2—3 բուլե, այնուհետև արագ ֆիլտրել նախօրոք պատրաստած արագ ֆիլտրող թղթի միջոցով չոր փորձանոթի մեջ (ֆիլտրացիան պետք է կատարել հնարավորին շափ արագ, որպեսզի խուսափել NO₂ իոնի հետագա վերականգնումից): Ստացված ամիակային քաշվածքից վերցնել 5 մլ, 100 մլ-ոց շափիչ կոլբայի մեջ, վրան ավելացնել 30—40 մլ թորած ջուր, 4 մլ սուլֆանիլաթթվի քացախաթթվային լուծույթից, խառնել, անմիջապես ավելացնել 4 մլ ալֆանալթիլամինի քացախաթթվային լուծույթ, նորից խառնել, նիշը լրացնել թորած ջրով և ստացված վարդագույն լուծույթը ֆոտո-կոլորիմետրել:

Նիտրատ իոնի պարունակությունը հաշվել ըստ բանաձևերի՝

$$\text{NO}_3' \text{մգ/լ} = \frac{K \cdot 1000}{2,5} \text{ կամ } \text{NO}_3' \text{մգ/լ} = 400 \cdot K$$

$$\text{NO}_3' \text{մգ-էկվ/լ} = \frac{\text{NO}_3' \text{մգ/լ}}{62},$$

որտեղ՝ K—ֆոտոկոլորիմետրի ցուցումին համապատասխանող NO₃' իոնի քանակությունն է կորագծի վրա, մգ,

⁸ Անալիզին ղուլընթաց կատարել «կուլը» անալիզ:

1000—1 լիտր ոռոգելի ջրում,

2,5—կոլորիմետրման համար վերցրած ջրի ծավալը, մլ:

Այս մեթոդով NO₃ որոշելիս անսպաժման պետք է հաշվի առնել NO₂ քանակությունը:

Ա ն հ ր ա ժ ե շ ա ո ճ ա կ տ ի վ ն ե Ր Ը և ն ր ա ն ց պ ա տ ր ա ս տ ու մ ք

1. Ցինկի փոշի.—պահել ուտինեն խցանով փակվող սրվակի մեջ:

2. 1,5 ն. NH₄OH լուծույթ—լաբորատորիայում ունեցած ամիակից վերցնել 2 մլ, ավելացնել 20—30 մլ թորած ջուր և մեթիլ-կարմիրի ներկայությամբ տիտրել 1 ն. HCl լուծույթով: Եթե նորմալություներ 1,5-ից բարձր է, ջրով նոսրացնել:

3. Սուլֆանիլաթթվի լուծույթ.—0,5 գ սուլֆանիլաթթուն լուծել 150 մլ 20-տոկոսանոց քաղախաթթվի մեջ (տաքացնելով):

4. Ալֆա-նաֆտիլամինի լուծույթ.—0,1 գ ալֆա-նաֆտիլամինը լուծել 20 մլ տաք ջրում և ֆիլտրել 180 մլ 30-տոկոսանոց քաղախաթթվի վրա:

3 և 4 ռեակտիվները պահել ամուր փակվող սրվակներում, մթության մեջ:

Կ ա լ ի ն ու մ ի ն ի տ ր ա տ ի օ Ր ի ն ա կ ե լ ի լ ու ծ ու յ թ ի
պ ա տ ր ա ս տ ե լ ք

ա) Ք. մ. KNO₃ (վերաբյուրեղացրած 100—120° C) վերցնել 3,26 գ 1 լ տարողության չափիչ կոլբայի մեջ և լուծել թորած ջրում:

Այս լուծույթի 1 մլ համապատասխանում է 2 մգ NO₃:

բ) Հիմնական օրինակելի լուծույթ.—ա. լուծույթից վերցնել 10 մլ, 500 մլ չափիչ կոլբայի մեջ, կոլբան լրացնել թորած ջրով մինչև նիշը:

Ստացված լուծույթի 1 մլ համապատասխանում է 0,04 մգ NO₃: Այս լուծույթից պատրաստել հիմնական օրինակելի լուծույթի շարքը, որի համար 9 հատ 100 մլ չափիչ կոլբաներում վերցնել 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50 մլ և ապա մինչև նիշը լրացնել թորած ջրով: Կոլբաները ամուր փակել ուտինեն խցանով:

Կորագիծը կազմելու համար յուրաքանչյուր կոլբայից վերցնել 5 մլ լուծույթ, ավելացնել 5 մլ 1,5 ն. NH₄OH և 0,1 գ ցինկի փոշի, կոլբայի բերանը փակել ուտինեն խցանով, թափահարել 2 րոպե, արագ ֆիլտրել շոր փորձանոթի մեջ:

Ֆիլտրատից վերցնել 5 մլ 100 մլ չափիչ կոլբաների մեջ նոսրացնել 30—40 մլ թորած ջրով, ավելացնել 4 մլ սուլֆանիլաթթվի լուծույթից, խառնել, ապա ավելացնել 4 մլ ալֆա-նաֆտիլամինի լուծույթից, կրկին խառնել, որից հետո նիշը լրացնել թորած ջրով և ապա 20 րոպեից ֆոտոկոլորիմետրել:

Այսպիսով, նիտրատ իոնի քանակությունը կհամապատասխանի՝ 0,005, 0,01, 0,02, 0,025, 0,03, 0,035, 0,04, 0,05 մգ NO₃ 100 մլ ծավալում:

19. Նիտրատ իոնի կոլորիմետրիկ որոշումը դիսուլֆոֆենոլաքսիլով,
ըստ Գրանդվալ կլածուի

Հետազոտվող ջրից հախճապակյա թասի մեջ վերցնել 50—100 մլ մեթիլ-օրանժի ներկայությամբ չեզոքացնել 0,1 ն. ծծմբաթթվով և ավելացնել ար-

ծաթ սուլֆատի լուծույթ (Cl-իոնին էկվիվալենտ քանակով) և զոլորչիացնել ջրային բաղնիքի վրա մինչև լավ շորանալու: Թասի մեջ եղած շոր մնացորդին ավելացնել 1 մլ դիսուլֆոֆենոլաթթու, զգուշությամբ տրորել ապակյա ձողով (ծայրը տափակացրած), մինչև միատարր զանգվածի ստացումը: Ուղիղ 10 րոպե թողնելուց հետո ավելացնել 10 մլ թորած ջուր, լուծույթը չեզոքացնել (տիտրել) 10 տոկոսանոց NH_4OH -ի լուծույթով, լակմուսի թղթի ներկայու-թյամբ: Նիտրատ-իոնի առկայության դեպքում չեզոքացման կետում լուծույթը դեղնում է: Այնուհետև ֆիլտրելով, Թասի պարունակությունը տեղափոխել շա-փիշ կոլբայի մեջ և թորած ջրով ֆիլտրը լվանալով լրացնել մինչև նիշը: Այս-խառնուրդը հետո կոլորիմետրել ֆոտոէլեկտրոկոլորիմետրի օգնությամբ՝ օգ-տագործելով կապույտ լուսաֆիլտր (հետազոտվող ջրի անալիզին զուգընթաց կատարել «կույր» անալիզ): Նիտրատ իոնի պարունակությունը հաշվել ըստ բանաձևերի՝

$$\text{NO}_3^- \text{mg/l} = \frac{K \cdot 1000}{V}$$

$$\text{NO}_3^{-} \text{aq-hq/l} = \frac{\text{NO}_3^{-} \text{aq/l}}{62},$$

որտեղ՝ K —կորագծից հաշված NO_3 ՝ քանակությունը, մգ,
 V —անալիզի համար վերցրած ջրի ծավալը, մլ,
 62 — NO_3^- գ էկվիվալենտը:

Անհրաժեշտ նեպոլիվները և ցանց պատրաստումը

1. Դիսուլֆոֆենոլաթթվի պատրաստումը.—150 մլ H_2SO_4 -ի (տես. կշ-1,84) մեջ լուծել 25 գ ք.մ. ֆենոլ և 6 ժամվա ընթացքում պահել ջրախն բաղնիքի վրա, հետագայում օդալին սառնարանի օգնությամբ (խցանք պետք է ունենալ լինի): Ստացված դիսուլֆոֆենոլաթթուն պահել մուգ գույնի, ամուր փակվող ապակյա սրվակի մեջ:

2. Արծաթ սուլֆատ.—4,4 գ Ag_2SO_4 լուծել 1 լ թորած ջրում (այս լուծույթի 1 մլ կհաստեցնի 1 մգ Cl'):

3. Կալիֆոռնի նիտրատի օրինակելի լուծույթի պատրաստումը.— Հիմնական օրինակելի լուծույթ—բ. մ. չոր կալիֆոռնի նիտրատից կշռել 0,1631 գ, լուծել 1 լ ջրում: Ստացված լուծույթի 1 մլ պարունակում է 1 մգ NO₃:

Բանվորական օրինակելի լուծույթ.—Հիմնական օրինակելի լուծույթից 10 մլ տեղափոխել 1 լ տարողությամբ չափիչ կոլբայի մեջ, թորած ջրով լրացնել մինչև նիշը և լավ խառնել:

Այս լուծույթի 1 մլ պարունակում է 0,01 մգ NO_3^- : Օրինակելի լուծույթի շարքի համապատասխան կորը ստանալու համար այս վերջին լուծույթից վերցնել 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50 մլ և մշակել նույն ձևով, ինչպես շարադրված է վերևում հետազոտվող ջրի համար:

20. Լուծված ֆոսֆորաթթվի որոշումը

100 մլ չափիչ կուլբայի մեջ զերցնել 50 մլ հետազոտվող ջրից, ավելացնել 1—2 կաթիլ ֆ դինիտրոֆենոլի հադեցած լուծույթ և թորած ջրով ծավալը հասցնել մոտավորապես 80 մլ: Ապա բյուրեղեկայի օգնությամբ ավելացնել

4 մլ ամոնիում մոլիբդենատի և ծծմբաթթվի խառնուրդ, լրացնել մինչև նիշը թորած ջրով և կաթեցնել 6 կաթիլ անագբլորիդի թարմ լուծույթ: Կոլբայի պարունակությունը խառնել, 5—10 րոպեից հետո կոլորիմետրել (ֆոտոէլեկտրոկոլորիմետրով, կարմիր լուսաֆիլտրով): P_2O_5 -ի պարունակությունը հաշվել ըստ հետևյալ բանաձևի՝

$$P_2O_5 \text{ մգ/լ} = \frac{K \cdot 1000}{V},$$

որտեղ՝ K —կորագծից՝ P_2O_5 քանակությունը, մգ,

V —ջրի ծավալը, մլ:

Ռեակտիվների պատրաստումը

1. Ամոնիում մոլիբդենատի և ծծմբական թթվի խառնուրդի պատրաստումն ըստ Տրուտզի և Մեյերի.—25 գ. ամոնիում մոլիբդենատը լուծել 100 մլ $60^\circ C$ տաքացրած ջրում, ֆիլտրել: Առանձին վերցնել լիտրանոց շափիչ կոլբայի մեջ 400 մլ թորած ջուր, վրան զդուշումբյամբ ավելացնել (անընդհատ խառնելով) 280 մլ խիտ ծծմբաթթու (տես. կշ. 1,84) և թողնել, որ սառչի: Այա ամոնիում մոլիբդենատի պատրաստված լուծույթը լցնել շափիչ կոլբայի մեջ արդեն հովացած և նոսրացրած ծծմբաթթվի վրա (անընդհատ խառնելով): Երկու լուծույթները միմյանց խառնելուց հետո նրանց ընդհանուր ծավալը թորած ջրով հասցնել մինչև նիշը: Պատրաստած լուծույթը պահել մուգ գույնի սրվակի մեջ: Այս լուծույթը անալիզի համար պիտանի է մի քանի ամիս:

2. Անագբլորիդի լուծույթ.—0,1 գ մանրացրած մետաղական անագը (մկնդեղ չպարունակող) տեղափոխել 10 մլ բաժանումներով փորձանոթի մեջ ավելացնել 2 մլ խիտ աղաթթու և 2—4 կաթիլ 4 տոկոսանոց $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ -ի լուծույթ: Փորձանոթը պահել ջրային բաղնիքի մեջ մինչև անագի լուծվելը: Այնուհետև փորձանոթի պարունակությունը հովացնել և լրացնել թորած ջրով մինչև 10 մլ: Անագբլորիդի այս լուծույթը պետք է պատրաստել անալիզի օրը: (Մետաղական անագը մանրացնելու համար պետք է հախճապակյա թասի մեջ վերցնել հատիկավոր անագ, տաքացնել էլեկտրական պլիտայի վրա մինչև հալվելը և արագ խառնել հախճապակյա սանդի գլխիկով):

3. Հիմնական օրինակելի լուծույթ.—0,1917 գ վերաբյուրեղացրած K_2HPO_4 լուծել և նոսրացնել ջրով մինչև 1 լ:

4. Բանվորական օրինակելի լուծույթ.—Հիմնական օրինակելի լուծույթից վերցնել 100 մլ, լցնել 1 լ շափիչ կոլբայի մեջ և թորած ջրով լրացնել մինչև նիշը: Այս լուծույթի 1 մլ պարունակում է 0,01 մգ P_2O_5 : Օրինակելի լուծույթի կորը ստանալու համար 100 մլ տարողության շափիչ կոլբաների մեջ բանվորական օրինակելի լուծույթից վերցնել 1, 2, 3, 4, 5, 6 մլ և մշակել նույն ձևով, ինչպես հետազոտվող ջուրը:

5. Յ դինիտրոֆենոլի հազեցած լուծույթ.—0,1 գ Յ դինիտրոֆենոլը լուծել 100 մլ հոացող ջրում:

21. Ընդհանուր ազոտի և ֆոսֆորաթթվի որոշումը ջրի նմուշի նույն ծավալի մեջ բերթոլետյան աղի օգտագործմամբ

Այս եղանակով օրգանական նյութերի այրումը կատարվում է ոչ ուշ, քան 1,0—0,5 ժամվա ընթացքում:

Ան ալիզիլը թաց քը.— Հետադոստովող ջրից 200—250 մլ տեղափոխել 300—350 մլ տարողության Կլեյզալի այրման կոլբայի մեջ, ավելացնել 2—4 մլ խիտ H_2SO_4 (տես. կշ. 1,84), գոլորշիացնել մինչև սպիտակ գոլորշիների անջատվելը: Ապա կոլբան ծածկել ապակյա խցանով և շարունակել այրումը ևս 30 րոպե: Այնուհետև կոլբայի պարունակությունը հովացնել և անընդհատ թափահարելով կաթիլ-կաթիլ ավելացնել բերթոլետյան աղի 5-տոկոսանոց լուծույթ մինչև կոլբայի պարունակության անգունացումը (ստացվում է թույլ դեղնագույն երանգ): Բերթոլետյան աղը ավելացնելուց հետո կրկին եռացնել 10 րոպե: Ապա ավելացնել 15—20 մլ ամիակազուրկ ջուր և 50 մգ Na_2SO_3 կամ նույնքան օքսալաթթու: Շարունակել այրումը ևս 15—20 րոպե (բերթոլետյան աղի ավելցուկը քայքայելու համար): Այրումը վերջացնելուց հետո Կլեյզալի կոլբայի պարունակությունը տեղափոխել 100 մլ չափիչ կոլբայի մեջ: Տեղափոխելու ժամանակ այրման համար օգտագործված կոլբան որքան կարելի է քիչ ջրով լվանալ: Թորած ջրով ծավալը հասցնել մինչև նիշը, լավ խառնել: Ստացված լուծույթի մի մասը օգտագործել ընդհանուր ազոտի որոշման համար, մյուսը՝ ֆոսֆորաթթվի:

ա) Ընդհանուր ազոտի որոշումը կոլորիմետրիկ և թորման եղանակով:

Կոլորիմետրիկ եղանակով ազոտի որոշումը կատարվում է ֆենոլատ-հիպորիտմիտային ռեակցիայով:

Ան ալիզիլը թաց քը.— Այրված լուծույթից վերցնել 10—20 մլ և տեղափոխել 50 մլ չափիչ կոլբայի մեջ, ավելացնել 10 մլ 50-տոկոսանոց սեղ-նետյան աղի լուծույթ: Առանձին կոլբայում վերցնել նույնքան լուծույթ, որքան վերցված է չափող կոլբայում: Այստեղ լակմուսի ներկայությամբ, ավելացնել NaOH 2 ն. մոտ 3,5 մլ, ապա չեզոքացումը շարունակել NaOH 0,1 ն. լուծույթով (ձիշտ չեզոքացումը շատ կարևոր է, քանի որ ֆենոլատ-հիպորիտմիտային ռեակցիան ընթանում է PH^7 -ից բարձր: Այնուհետև իմանալով լուծույթի չեզոքացման վրա ծախսված հիմքի քանակությունը, նույնքան ավելացնել չափիչ կոլբայում վերցրած լուծույթի վրա:

Հետո ավելացնել 2 մլ նատրիումի ֆենոլատի լուծույթ, խառնել, ավելացնել 15 մլ նատրիումի հիպորիտմիտ ու թորած ջուր ավելացնելով, լուծույթի ծավալը հասցնել մինչև նիշը, 50 րոպեից հետո կոլորիմետրի (կարմիր լուսաֆիլտրով):

ձիշտ նույն ձևով մշակում են օրինակելի լուծույթի շարքը համապատասխան կորագիծ ստանալու համար:

Օրինակելի լուծույթ պատրաստելը.—

1. Քիմիապես մաքուր $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ից վերցնել 2,3545 գ 500 մլ տարողության չափիչ կոլբայում և լուծել թորած ջրում: Այս լուծույթի 1 մլ համապատասխանում է 1 մգ N (լուծույթի տիտրը ստուգել ֆորմալդեհիդային-ծաւալային եղանակով): Այնուհետև այս լուծույթից վերցնել 100 մլ դարձյալ 500 մլ չափիչ կոլբայի մեջ և նիշը լրացնել H_2SO_4 2 ն. լուծույթով:

Ստացված լուծույթի 1 մլ համապատասխանում է 0,2 մգ N:

2. Օրինակելի լուծույթի շարքը պատրաստելու համար 12 հատ 100 մլ չափիչ կոլբաներում այս երկրորդ լուծույթից վերցնել՝ 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 25, 30, 35, 40 մլ և նիշը լրացնել H_2SO_4 -ի 2 ն. լուծույթով:

Կոլբաները ամուր փակել ապակյա խցաններով, լավ խառնել: Օրինակելի

լուծույթի այս շարքին համապատասխանում է՝ 0,2, 0,6, 1,2, 1,8, 2,4, 3,0, 3,6, 4,2, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0 N մգ/100 մլ:

Օրինակելի լուծույթի այս շարքից կորագիծ կազմելու համար հարկավոր է յուրաքանչյուր կոլբայից վերցնել 5 մլ լուծույթ, 50 մլ չափիչ կոլբայի մեջ և կոլորիմետրելու համար մշակել այնպես, ինչպես առաջարկված է փորձարկվող նմուշի անալիզի համար: Կորագիծը կազմելու համար վերցրած լուծույթի այդ շարքին համապատասխանում է՝ 0,01, 0,03, 0,06, 0,09, 0,12, 0,15, 0,18, 0,21, 0,25, 0,30, 0,35, 0,40 N մգ/50 մլ ծավալում:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ազոտի որոշումը քոբման եղանակով

Ազոտի թորումը կարելի է կատարել միկրո կամ կիսամիկրո թորման սարքի միջոցով, կլանված ամիակի անմիջական տիտրացիայով: Այս նպատակի համար թորման սարքի ընդունարանում վերցնել 4-տոկոսանոց H_2BO_3 -ի լուծույթ (10—25 մլ): Թորման հետևանքով առաջացած բորաթթվական ամոնիումը՝ $(NH_4)_3BO_3$ -ը տիտրել H_2SO_4 0,02 N. լուծույթով 2 մլ Տաշիրի ինդիկատորի ներկայությամբ: Ընդհանուր ազոտի պարունակությունը 1 և հետազոտվող ջրում հաշվել ըստ բանաձևերի՝

$$N_{\text{մգ-էկվ/լ}} = \frac{V_1 N \cdot 1000}{V}$$

$$N_{\text{մգ/լ}} = \frac{V_1 \cdot N \cdot 14 \cdot 1000}{V},$$

որտեղ՝ V_1 —տիտրացիայի ժամանակ ծախսված H_2SO_4 , մլ,

N —այդ ծծմբաթթվի նորմալությունը,

V —այրելուց հետո թորման համար վերցրած լուծույթի ծավալը,

14—1 մլ 1 N. H_2SO_4 համապատասխան N մգ:

Տաշիրի ինդիկատորի պատրաստումը

0,1-տոկոսանոց մեթիլ-սպիրտային լուծույթ,

0,1-տոկոսանոց մեթիլենի կապույտ սպիրտային լուծույթ.

ա) Հիմնական լուծույթի պատրաստումը՝ 40 մլ 0,1-տոկոսանոց մեթիլ կարմիրի լուծույթին խառնել 10 մլ 0,1-տոկոսանոց մեթիլենի կապույտի լուծույթ:

բ) Բանվորական խառնուրդ՝ 1 ծավալ հիմնական լուծույթին ավելացնել 1 ծավալ էթիլ սպիրտ և 2 ծավալ թորած ջուր:

Ստացված խառնուրդը օգտագործել պատրաստելուց 1—2 ժամ հետո: Պահել մուգ գույնի սրվակի մեջ:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ֆոսֆորաթթվի որոշումը

Հետազոտվող ջուրը այրելուց հետո ստացված լուծույթից (100 մլ չափիչ կոլբայից) վերցնել 10 մլ, տեղափոխել 50 մլ չափիչ կոլբայի մեջ և չեզոքացնել 10-տոկոսանոց NH_4OH -ով 1—2 կաթիլ β դինիտրոֆենոլի ներկայությամբ մինչև լուծույթի բաց դեղնավուն դառնալը: Ապա շարունակել լուծույթի մշա-

կումը կոլորիմետրման համար այնպես, ինչպես ասված է լուծված ֆոսֆորա-
թթվի որոշման համար (էջ 74): Օրինակելի լուծույթի կորն ստանալու համար
օգտագործել 50 մլ չափիչ կոլբաներ: Ընդհանուր P_2O_5 -ի պարունակությունը
հաշվել հետևյալ բանաձևով՝

$$P_2O_5 \text{ մգ/լ} = \frac{K \cdot 1000}{V},$$

որտեղ՝ K —կորագծից ստացված P_2O_5 մգ,

V —կոլորիմետրման համար վերցրած լուծույթի ծավալը:

22. Զրույթ լուծված օրգանական նյութի որոշումը

Ոռոգման ջրի մեջ լուծված կամ կախված միջնակում գտնվող օրգանական
նյութերի ընդհանուր քանակության որոշումը կատարվում է բիբրոմատային
եղանակով՝ ըստ Տյուրինի: Զրեբի համար այն ստուգված է նիկոլաեայի կող-
մից:

Անալիզի ընթացքը.—կոնաձև կոլբայի մեջ վերցնել 100—200 մլ
հետազոտվող ջրից, դանդաղ գոլորշիացնել (թույլ տաքացնող պլիտայի վրա)
մինչև 5—6 մլ: Հետո կոլբան տեղափոխել ջրային բաղնիքի վրա և մնացորդը
գոլորշիացնել մինչև շորանալը:

Զոր մնացորդին ավելացնել 100 մգ չոր Ag_2SO_4 , ապա բյուրեղային
լցնել 10 մլ 0,4 ն. կալիումի բիբրոմատի ծծմբաթթվական խառնուրդից, կոլ-
բան ծածկել ապակյա փոքրիկ ձագարով, դնել նախօրոք տաքացված պլիտայի
վրա (180—200° C) ու հանգիստ եռացնել ուղիղ 5 րոպե (հաշվելով եռալու-
սկիցը առաջին պղպշակների երևալուց): Այնուհետև կոլբայի պարունակու-
թյունը հովացնել, ձագարը լվանալ թորած ջրով (ոչ ավելի 1 մլ), ավելացնել
3—5 կաթիլ 0,2-տոկոսանոց ֆենիլանտրանիլաթթվի լուծույթ⁹ և ռեակցիային
շմանակցած քրոմական խառնուրդը տիտրել 0,2 ն. Մորի աղի լուծույթով,
անընդհատ թափահարելով, մինչև կարմրամանիշակագույնից մուգ կանաչա-
վուն գույնի փոխվելը: Միաժամանակ կատարել «կույր» անալիզ քրոմական
խառնուրդի և Մորի աղի հարաբերությունը որոշելու համար:

Այս նպատակի համար վերցնել 10 մլ քրոմական խառնուրդ և կատարել
բոլոր գործողությունները, ինչ հետազոտվող ջրի նմուշի հետ է կատարվում:

Օրգանական նյութերի ընդհանուր քանակության որոշումը հաշվել հետե-
յալ ֆորմուլայով՝

$$X = 8N(V_1 - V_2) \frac{1000}{V},$$

որտեղ՝ V_1 —10 մլ քրոմական խառնուրդի վրա ծախսված («կույր անալիզի»)
Մորի աղի լուծույթի ծավալը, մլ,

V_2 —հետազոտվող ջրի վրա ծախսված Մորի աղի լուծույթի ծավալը մլ,

N —Մորի աղի լուծույթի նորմալությունը,

V —անալիզի համար վերցրած ջրի ծավալը, մլ,

8—թթվածնի էկվիվալենտ կշիռը:

⁹ В. И. Симакон, Применение фенилантраниловой кислоты при определении гу-
муса по методу Тюрина. «Почвоведение», 1957, № 8.

ա) 0,4 ն. $K_2Cr_2O_7$ -ի ծծմբաթթվական խառնուրդ.—19,6 գ ք. մ. $K_2Cr_2O_7$ լուծել 500 մլ թորած ջրում և լուծվելուց հետո աստիճանաբար ավելացնել 500 մլ ք.մ. H_2SO_4 (տես. կշ. 1,84):

բ) 0,2 ն. Մորի աղի լուծույթ.—76,8 գ Մորի աղը լուծել թորած ջրում, ապա ավելացնել 20 մլ H_2SO_4 (տես. կշ. 1,84) և ծավալը լրացնել թորած ջրով մինչև 1 լ:

Մորի աղի լուծույթի նորմալուրյան որոշումը

Կոնաձև կոլբայի մեջ լցնել 1 մլ H_2SO_4 (տես. կշ. 1,84), ավելացնել 10 մլ Մորի աղի լուծույթ, ծավալը նոսրացնել 50 մլ թորած ջրով և տիտրել $KMnO_4$ -ի 9,1 ն. լուծույթով (առանց նախնական տաքացման) մինչև թույլ վարդագույն դոնավորում:

գ) 0,2-տոկոսանոց ֆենիլանտրանիլաթթվի լուծույթ.—0,2 գ ֆենիլանտրանիլաթթու հախճապակյա թասի մեջ տրորել մի քանի մլ 0,2-տոկոսանոց Na_2CO_3 -ի լուծույթով: Ստացված մածուցիկ մասսան սողայի լուծույթի օդ-նոթյամբ տեղափոխել 100 մլ չափիչ կոլբայի մեջ և ծավալը լրացնել 0,2-տոկոսանոց սողայի լուծույթով: Ստացված ինդիկատորի լուծույթը օդաազործման համար պիտանի է մի քանի ամիս:

Հավելված 1

23. Մի քանի էլեմենտների և նրանց միացությունների վերահաշվման գործակիցները

0,742	Na $\longleftrightarrow$ Na_2O	1,348
0,830	K $\longleftrightarrow$ K_2O	1,205
0,715	Ca $\longleftrightarrow$ CaO	1,399
0,603	Mg $\longleftrightarrow$ MgO	1,658
0,333	S $\longleftrightarrow$ SO_4	3,060
0,776	N $\longleftrightarrow$ NH_4	1,288
0,304	N $\longleftrightarrow$ NO_2	3,284
0,266	N $\longleftrightarrow$ NO_3	4,427
0,436	P $\longleftrightarrow$ P_2O_5	2,291
1,338	$PO_4 \longleftrightarrow P_2O_5$	0,747
0,699	$Fe^{3+} \longleftrightarrow Fe_2O_3$	1,430
0,529	$Al^{3+} \longleftrightarrow Al_2O_3$	1,890

О. Б. ГАСПАРЯН

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОРОСИТЕЛЬНЫХ ВОД

(Инструкция—указатель)

Резюме

Составлено краткое инструктивное указание для определения количественного состава важнейших элементов в водах оросительных систем и других источников (озер и рек).

В работе изложены проверенные и принятые в гидрохимических исследованиях, а также разработанные автором более быстрые и упрощенные методы количественного анализа природных вод.

Для определения химического состава оросительных вод рекомендуется нижеследующий порядок и методика анализов.

1. Предварительная консервация взятых проб серной кислотой (для определения азотсодержащих ионов) и хлороформом (для остальных анализов).

2. Определение активной реакции воды (рН) потенциометрическим способом.

3. Определение взвешенных частиц и растворимых веществ в воде (сумма органических и минеральных веществ) весовым методом.

4. В одной пробе воды определение карбонатных и гидрокарбонатных ионов.

5. Пламенно-фотометрический метод определения натрия и калия в одной пробе.

6. Определение формы соединения азота — NH_4 — колориметрически, фенолят-гипобромитной реакцией по В. Т. Каплину, NO_2 — по реакции Грисса, NO_3 — Грядваля-Ляжу или методом Шаферштейна (восстановлением нитратов до нитрит).

7. Трилонометрическое определение кальция и магния как в отдельности, так и в одной пробе.

8. Определение трехвалентного железа и алюминия в одной пробе, трилоном Б в присутствии сульфосалициловой кислоты.

9. Определение общего содержания азота и фосфора в одной пробе с применением раствора бертолетовой соли в качестве окислителя. Определение минерализованного азота колориметрическим методом при помощи фенолят-гипобромитной реакции или объемным методом, поглощая аммиак 4%-ным раствором борной кислоты. Определение фосфора по Труога и Мейера.

10. Определение воднорастворимых органических веществ бихроматным методом с применением в качестве индикатора фенилантраниловой кислоты.

В конце инструкции-указателя приведены пересчетные коэффициенты важнейших ионов.

Упрощены формулы расчетов анализа.

Даны способы приготовления химических реактивов и составления калибровочных кривых при определении отдельных ионов.

Для составления инструкции-указателя использовано 17 литературных названий.

О. В. GASPARYAN

CHEMICAL ANALYSIS OF IRRIGATING WATERS

Summary

A short manual-reference-book has been compiled for the quantitative determination of the most important substances contained in the waters of irrigation and other sources, such as, various rivers and lakes

ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ

1. О. А. Алекин. Химический анализ вод суши, Л., Гидрометеониздат, 1954.

2. «Агрохимические методы исследования почв». М., изд. «Наука», 1965.

3. «Анализ минерального сырья», Л., Госхимиздат, 1959.

4. Е. В. Ариянушкина. Руководство по химическому анализу почв, М., 1961.

5. М. Б. Ананевская, Л. Г. Шекагурина. Руководство по химическому анализу воды, 1960.
6. К. В. Веригина. Применение трилона Б для целей анализа почв, «Почвоведение», 1956, № 5.
7. О. Б. Гаспарян. Применение трилона Б в почвенных анализах, «Сообщения Лаборатории агрохимии АН АрмССР», 2, 1959.
8. О. Б. Гаспарян, О. В. Григорян. Применение фенолят-гипобромитной реакции при агрохимических исследованиях. «Сообщ. Ин-та агрохимических проблем и гидропочвы», 1, 7, 1966.
9. О. Б. Гаспарян, Н. Р. Мелконян. Применение «нового метода» для определения нитратов в орошаемых водах, атмосферных осадках и питательных растворах (отчет за 1964 г.).
10. К. Е. Гинзбург, Г. М. Щеглова, Е. В. Вульфус. Ускоренный метод сжигания почв и растений, «Почвоведение», 1963, № 5.
11. П. Г. Грабаров. Определение сульфатов в водных вытяжках и природных водах трилонометрическим методом. «Изв. АН Каз. ССР», сер. биол. и почвов., вып. 2, 1961.
12. В. Г. Дацко и В. Ги. Каплин. Использование фенолят-гипобромитной реакции на аммиак для его определения в природных водах. «Гидрохимические материалы», XXIX, 1959.
13. Ю. Н. Добрицкая. Применение ускоренных методов при полном валовом анализе почв. «Агрохимия», 9, 1964.
14. В. Т. Каплин, А. Д. Семенов, В. Г. Дацко. Опыт быстрого сжигания органического вещества при определении фосфора и азота в природных водах. «Гидрохимические материалы», XXIX, 1959.
15. А. А. Резников, Е. П. Муликовская, И. Ю. Соколов. Методы анализа природных вод. М., Госгеолтехиздат, 1963.
16. Е. А. Николаева. О бихроматном методе определения окисляемости в пресных водах. «Гидрохимические материалы», XXI, 1953.
17. И. Я. Шаферштейн, Н. Е. Савва, И. М. Липкинд. Определение нитратов в почве методом восстановления до нитритов. «Почвоведение», 9, 1962.