

TUPROQ TARKIBIDAGI UMUMIY AZOT MIQDORINI ANIQLASH

Boqiyev Q.S.¹

Sayfiyev M.N.²

Ziyayev D.A.³

¹O'zbekiston Milliy universiteti o'qituvchisi. O'zbekiston, 100174, Toshkent, Universitet ko'chasi 4. E-mail: qudratboqiyev1997@gmail.com Tel: +998912146568

²O'zbekiston Milliy universiteti o'qituvchisi. O'zbekiston, 100174, Toshkent, Universitet ko'chasi 4. E-mail: maqsudsayfiyev9@gmail.com Tel: +998993356512

³O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, O'zbekiston, 100174, Toshkent, Universitet ko'chasi 4.

E-mail: dil_analitik@mail.ru Tel: +998977463763

<https://doi.org/10.5281/zenodo.8213455>

Annotatsiya. Azot – o'simliklarning o'sishi uchun javobgar makroelement hisoblanadi. Ildizlarning oziqlanishi uchun mas'ul bo'lgan asosiy element. U fotosintez reaksiyalarida qatnashadi, hujayralardagi metabolizmni tartibga soladi, shuningdek yangi kurtaklar o'sishiga yordam beradi. Ushbu element ayniqsa vegetatsiya davrida o'simliklar uchun zarurdir. O'simlik tanasida sodir bo'ladigan barcha metabolik jarayonlar, xlorofillni sintez qilishdan tortib, vitaminlarni so'rilishigacha azot ta'sirida faollashadi. Azot etishmasligi bilan o'simliklarning o'sishi sekinlashadi, gullash intensivligi pasayadi, vegetatsiya davri qisqaradi, o'simlik tarkibidagi oqsil miqdori kamayadi va natijada hosil kamayadi. Barglar och yashil rangga aylanadi, yorqinligini yo'qotadi. Uzoq muddatli azot etishmovchiligi bilan barglarning xira yashil ranglari turli xil sariq, to'q sariq ranglarga ega bo'ladi, barglar quriydi va muddatidan oldin tushadi. Tadqiqot ishimizda tuproq tarkibidagi azotning umumiy miqdorini sodda va aniqligi yuqori bo'lgan usuli ishlab chiqildi. Bundan tashqari aniqlash jarayoni uchun yangi indikator yaratildi.

Kalit so'zlar: fiksanal, keldal apparati, sulfat kislota, natriy gidroksid, gumin kislota, fulvo kislota.

Azot o'simliklarning oziqlanishining eng muhim elementlaridan biridir, shuning uchun tuproqda azotning umumiy ta'minlanishi uning potentsial unumdorligining ko'rsatkichlaridan biridir. Azotning umumiy miqdori granulometrik tarkibi bo'yicha qumli tuproqlarda 0,03-0,05% dan, boy gilli chernozemlarda 0,6-0,8% gacha o'zgarib turadi. Tuproqda azot asosan organik moddalarda uchraydi. Tuproqlarning gumus gorizontlarida organik birikmalar azoti uning umumiy tarkibining 93-97% ni tashkil qiladi, azotning 70-90% gacha o'ziga xos gumus moddalarining bir qismi[1].

Tuproqdagi barcha azot organik va minerallarga bo'linadi. Tuproq azotining asosiy miqdori tuproqning organik moddalarida to'plangan. Tuproqning organik moddalari azoti o'simliklar uchun to'g'ridan-to'g'ri erisha olmaydi, shuning uchun tuproqning o'simliklarning azot bilan ta'minlanishi tuproqdagi mineral azotning miqdori bilan baholanadi, bu umumiy azot miqdorining 1-5% ni tashkil qiladi. U asosan nitrat (nitratlar) va azotli (nitritlar) kislotalarning tuzlari, shuningdek ammoniy tuzlari (masalan, sulfatlar, ammoniy xloridlar va boshqalar), qattiq ammoniy (mineral panjaralarda joylashgan) bilan ifodalanadi. Nitratlar va almashinadigan ammoniy o'simliklarning oziqlanishini ta'minlaydigan azotning asosiy manbalari hisoblanadi[2].

Tuproq ekotizimlarning muhim tarkibiy qismi bo'lib, o'simliklarning o'sishi va qishloq xo'jaligi hosildorligini qo'llab-quvvatlashda muhim rol o'ynaydi. O'simliklar uchun zarur bo'lgan azot tuproqda turli shakllarda mavjud. Tuproqdagi azotning umumiy miqdorini aniq aniqlash tuproq unumdorligini baholash, ozuqa moddalari darajasini boshqarish va ekinlar yetishtirishni optimallashtirish uchun juda muhimdir. Umumiy azotni aniqlash uchun keng qo'llaniladigan usullardan biri Kjeldahl usuli bo'lib, u Kjeldahl hazm qilish usuli yoki Kjeldahl protsedurasi sifatida ham tanilgan.

Keldal usuli: Keldal usuli ikki bosqichli jarayonni o'z ichiga oladi: eritmaga o'tkazish va distillash. Eritmaga o'tkazish bosqichida tuproqdagi organik azot birikmalari konsentrlangan sulfat kislota (H_2SO_4) va katalizator, odatda kaliy sulfat (K_2SO_4) va mis sulfat ($CuSO_4$) aralashmasi bilan eritish orqali ammoniy ionlariga (NH_4^+) aylanadi. Bu bosqich murakkab organik azot birikmalarini keyingi tahlil qilish uchun oddiyroq shakllarga ajratadi. Eritmaga o'tkazishdan keyin hosil bo'lgan aralashmada ammoniy ionlari va boshqa birikmalar mavjud. Keyingi qadam distillash bo'lib, ammoniy ionlari ammiak (NH_3) shaklida haydaladi. Keyin haydalgan ammiak borat kislotasi (H_3BO_3) eritmasiga ushlanib, ammoniy digidro borat ($NH_4H_2BO_3$) hosil qiladi. Ammoniy digidro borat eritmasi keyinchalik mavjud ammiak miqdorini aniqlash uchun standartlashtirilgan kislota, odatda xlorid kislotasi (HCl) bilan titrlanadi. Jami azot miqdorini hisoblash. Tuproqdagi umumiy azot miqdori titrlashda ishlatiladigan kislotaning hajmi va konsentratsiyasi va reaksiyaning stexiometriyasi asosida hisoblanadi. Azot miqdori titrlashda ishlatiladigan kislota hajmini kislota konsentratsiyasiga ko'paytirish va namuna og'irligi yoki hajmiga bo'lish yo'li bilan aniqlanadi. Ushbu hisob-kitob tuproq namunasidagi umumiy azot miqdorini ta'minlaydi.

Afzalliklari va kamchiliklari. Keldal usuli ishonchliligi va soddaligi tufayli tuproqdagi umumiy azotni aniqlashda keng qo'llaniladi. Bu usulda azotning umumiy miqdorini, shu jumladan organik va noorganik shakllarni aniq o'lchashi mumkin. Ammo shuni ta'kidlash kerakki, Keldal usuli nitrat (NO_3^-) va ammoniy (NH_4^+) kabi turli xil azot shakllarini farqlamaydi. Muayyan azot shakllarini aniqlash uchun qo'shimcha testlar, masalan, kolorimetrik yoki spektroskopik usullar kerak bo'lishi mumkin [3].

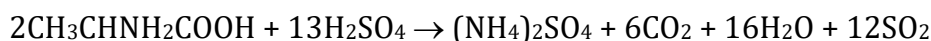
Azot zahiralarning gumusli moddalar guruhlari bo'yicha taqsimlanishi:

Tuproq	Jami azot, kg/ga	Gumin kislotalarning azoti		Fulvo azoti		Gumin azoti		Azotli dekaltsifikatsiya va o'ziga xos bo'lmagan moddalar	
		kg/ga	jami %da	kg/ga	jami %da	kg/ga	jami %da	kg/ga	jami %da
Sod-o'rtacha podzolik	3560	341	9.6	620	17.4	1628	45.7	625	17.6
Oddiy qora tuproq	9890	1720	17.4	864	8.7	5158	52.1	1224	12.4

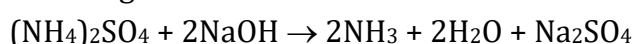
Serozem	3420	348	10.2	326	9.5	1824	53.3	555	16.2
---------	------	-----	------	-----	-----	------	------	-----	------

Usul tuproqning organik moddalarini qaynatish paytida konsentrlangan sulfat kislota bilan parchalanishi (kullanishi) va hosil bo'lgan azotning keyingi miqdoriy hisobiga asoslangan.

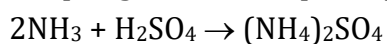
Organik moddalar qaynayotgan sulfat kislota bilan o'zaro ta'sirlashganda, organik birikmalarning uglerod va vodorodi CO₂ va H₂O ga oksidlanadi va azotning oksidlanishi reaksiya jarayonida hosil bo'lgan oltingugurt dioksidi bilan oldini oladi, shuning uchun u qaytarilgan shaklda qoladi va ammoniy sulfatga aylanadi. Sxematik ravishda, tuproq gumusining tarkibiy qismlaridan biri bo'lgan alanin misolidan foydalangan holda, reaksiya quyidagicha davom etadi:



Ammoniy sulfatni o'z ichiga olgan eritma distillash kolbasiga o'tkaziladi, unda ammiak sulfat tuzidan gidroksidi bilan almashtiriladi:



Chiqarilgan ammiak qabul qiluvchiga distillanadi va sulfat kislota yordamida titrlanadi.



Organik moddalarning yonishini tezlashtirish uchun katalizatorlar qo'shiladi - mis, simob yoki selen va qaynash nuqtasini oshirish uchun - kaliy sulfat. Oltingugurt dioksidi chiqib ketmasligi uchun kolba bir uchi sharsimon kengaygan, ikkinchi uchi toraygan maxsus shisha tiqin bilan yopiladi.

Kjeldahl usuli yordamida tuproqning umumiy azot miqdorini aniqlash uchun bizga quyidagi reaktivlar va uskunalar kerak bo'ladi:

Reaktivlar:

1. Sulfat kislota (konsentrlangan).
2. Natriy gidroksid.
3. Borat kislotasi
4. Fenolftalein indikator.
5. Distillangan suv.
6. Kalibrlash uchun standart ammoniy sulfat eritmasi (0,1 M yoki 0,2 M).
7. Sulfat kislota fiksanal yoki standart eritmasi.

Uskunalar:

1. 250 ml yoki 500 ml hajmli issiqlikka chidamli shisha kolba.
2. Distillash apparati: distillangan ammiakni yig'ish va o'lchash uchun distillash kolbasi, Liebig kondensatori, qabul qiluvchi kolba va ulash trubkasidan iborat.
3. Bunsen gorelkasi.
4. Titrlash uskunasi: byuretkalar, pipetkalar, byuretkalar stendlari va yig'ilgan ammiakni titrlash uchun indikator (masalan, metiloranj yoki bromotimol ko'ki).
5. pH metr yoki pH indikator qog'ozi: Distillatning pH qiymatini sozlash uchun.
6. Shisha idishlar: reagentlar va suyultirish uchun stakanlar, o'lchash silindrlari va o'lchov kolbalari.
7. Analitik tarozi.
8. Xavfsizlik uskunalari: laboratoriya xalati, qo'lqoplar, himoya ko'zoynaklari va xavfli kimyoviy moddalar uchun tegishli chiqindilarni yo'q qilish konteynerlari.

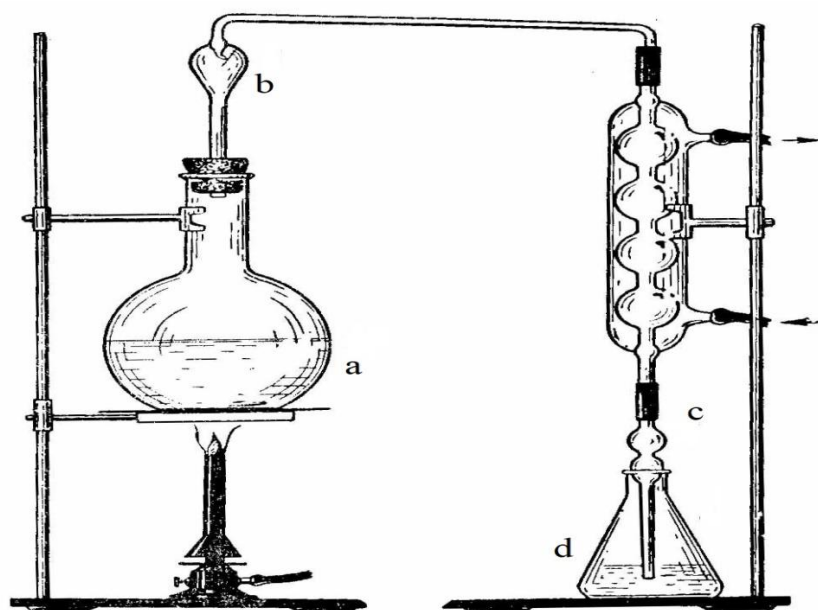
Tahlil jarayoni . Umumiy chirindini aniqlash uchun tayyorlangan tuproq namunasidan 1-5 g quruq toza probirkaga analitik tarozida tortiladi, shunda uning tarkibida 20-40 mg azot bo'ladi. Probirkaning muhrlangan uchiga bir bo'lak rezina nay qo'yiladi va uning yordami bilan probirka quruq Kjeldahl kolbasiga solinadi . Naycha imkon qadar chuqurroq, deyarli kolba tubiga tushiriladi va tuproq purkamasligi uchun ehtiyotkorlik bilan quyiladi.

Naycha kauchuk naychadan chiqariladi va tortiladi. Tuproqli va tuproqsiz probirkaning og'irligi o'rtasidagi farq umumiy azot miqdorini aniqlash uchun olingan tuproq namunasining qiymatini topish uchun ishlatiladi.

Kjeldahl kolbasiga ikki yoki uch dona selen yoki 1 g mis sulfat (yoki 0,5 g mis oksidi) va 10 mg K_2SO_4 tuproq namunasi olinadi . Devorlar bo'ylab, chang zarralarini yuvish va butun tuproqni namlash uchun 10 ml konsentrlangan H_2SO_4 quyiladi. Kolba tarkibidagi moddalar dumaloq harakatda sekin aralashtiriladi, kolbaning nok shaklidagi kengaytmasiga suspenziyani surtmaslikka ehtiyot bo'ling. Barcha tuproq kislota bilan namlanmaguncha, tarkibni isitishni boshlash mumkin emas, chunki qizdirilganda quruq tuproq yonib ketadi va azotning qisman yo'qolishi sodir bo'ladi. Bundan tashqari, tuproq kislota bilan namlanmagan joyda, shisha haddan tashqari qizib ketishdan yorilishi mumkin. Kolba ochiq turgan shisha tiqin bilan yopiladi, qaynash paytida suyuqlik kolbadan chiqib ketmasligi uchun qizdirish moslamasiga egilgan holatda o'rnatiladi va sekin qizdiriladi. Past haroratda isitishni boshlang. Oq "tuman" ning ko'p emissiyasi boshlanganda, issiqlik kuchayadi va kolbaning tarkibi yumshoq qaynatishga keltiriladi, bu eritma shaffof va deyarli rangsiz bo'lguncha davom etadi va cho'kma oq rangga ega bo'ladi. Sulfat kislotaning qaynashi $(NH_4)_2SO_4$ ni yo'qotmaslik uchun doimo kuchsiz bo'lishi kerak. Qaynatish jarayonida aralashmaning shishishi sodir bo'lmasligi kerak. Kuchli ko'pik paydo bo'lganda, kolba olovdan chiqariladi, bir oz sovishini kuting va tarkibini aralashtiramiz, ko'pik nok shaklidagi kengayishdan yuqoriga chiqmasligiga ishonch hosil qiling, so'ngra kolbani yana olovga qo'ying.

Suyuqlik tozalangandan so'ng va tuproq cho'kmasi oq rangga aylangandan so'ng, reaksiyaning to'liq bajarilishini ta'minlash uchun aralash yana 1-2 soat qaynatiladi.

Ammiakni haydash. Haydash uchun 750 yoki 1000 ml hajmli issiqqa chidamli yassi tubli distillash kolbasi, tomchi ushlagich, muzlatgich va 250 ml li konussimon qabul qiluvchi kolbaga tushirilgan allonjdan iborat apparat yig'iladi.



Guruch. 4. Ammiakni tozalash apparati: *a* - distillash kolbasi, *b* - tomchi ushlagich, *c* - distillash trubkasi, *d* - titrlangan kislota eritmasi bilan qabul qiluvchi.

Distillangan suv sovutilgan Keldal kolbasiga quyiladi, burchak ostida, ehtiyotkorlik bilan, kichik qismlarda, devorlari va tiqinlari yuviladi, taxminan 50 ml hajmda olinadi va eritma distillash kolbasiga o'tkaziladi. Cho'kma bir necha marta distillangan suvning kichik qismlari bilan yaxshilab yuvilishi kerak, yuvish suvini distillash kolbasiga to'kib tashlang. Hammasi bo'lib, distillash idishida 300 - 400 ml dan ko'p bo'lmagan suyuqlik bo'lishi kerak. Yuvilgan tuproqning qolgan qismini o'tkazish kerak emas.

Shundan so'ng, qabul qilgichni tayyorlang. Azot miqdoriga qarab 250 ml li konussimon kolbaga byuretkadan 20 ml 0,02-0,05-0,1 n H₂SO₄ eritmasidan quyib, kislota eritmasini qizil-binafsha rangga aylantiradigan Groak indikatoridan bir necha tomchi tomiziladi. Titrlangan kislota solingan kolba allonj ostiga tayanch ustiga qo'yiladi, shunda uning uchi kislotaga taxminan 5 mm ga ozgina botiriladi.

Eritmasi devor bo'ylab e'gimli holatda o'tkazilgan tozalovchi kolbaga 4 barobar hajmdagi 40% NaOH eritmasi yonish uchun olingan kislotaga ehtiyotkorlik bilan quyiladi. Kolbaning devorlari bo'ylab pastga tushayotganda, ishqor engilroq suyuqlik bilan aralashmasdan pastga tushadi, bu ammiakni yo'qotish xavfini kamaytiradi. Suyuqlik bir tekis qaynashini ta'minlash uchun 2-3 tomchi fenolftalein va mayda donador sink yoki shisha kapillyar qo'shing. Kolba distillash moslamasiga biriktirilgan bo'lib, tomchilarni ushlab turish uchun distillangan suv bilan namlangan rezina tiqin bilan mahkam yopiladi. Qurilmaning to'liq sızdırmazlığını ta'minlash uchun tomchilatib qo'yuvchi trubka yaqinidagi va kolba bo'yinining kengayishi bilan aloqa qilish joyidagi tiqin bir necha tomchi distillangan suv bilan namlanadi, bunda suv pastga tushmasligiga ishonch hosil qiling. kolba va uning tubini namlantirmaydi. Suvni muzlatgichga qo'ying va idishning tarkibi dumaloq harakatlar bilan yaxshilab aralashtiriladi. Kolbadagi suyuqlikning qizil-rangli eritmaning ishqoriy reaksiyasidan dalolat beradi. Etarli darajada to'liq bo'lmagan aralashtirish distillash kolbasining pastki qismidagi suyuqlikning mahalliy qizib ketishiga, shiddatli efervesansiyaga va hatto kolbaning portlashiga olib kelishi mumkin. Aralashtirilgandan so'ng darhol kolba asbest to'rga qo'yiladi va bo'yin engil mahkamlanadi. Eritma asta-sekin qaynaguncha isitiladi, bu distillashning oxirigacha bir xil va kuchli bo'lmasligi kerak.

Ammiakni distillash jarayonida suyuqlik qabul qiluvchi kolbadan sharsimon kengaytmali naychaga so'riladi. Qabul qiluvchi suyuqlikni distillash kolbasiga tashlash xavfli portlash bilan birga keladi. Suyuqlikni trubaga intensiv, uzluksiz so'rib olishda portlashni oldini olish uchun qabul qiluvchi kolbani pastga tushirish va probirkani eritmadan olib tashlash kerak. Agar buni suv distillash boshlanishidan oldin qilish kerak bo'lsa, NH₃ ning mumkin bo'lgan yo'qotishlari tufayli tahlilni takrorlash kerak.

Qaynatish boshlanganidan bir muncha vaqt o'tgach (6-8 minut), suv distillangandan so'ng, suyuqlikni qabul qilgichdan distillash kolbasiga o'tkazmaslik uchun qabul qiluvchi konussimon kolbani pastga tushirish va trubkani eritmadan olib tashlash kerak. Eritilgan ammiakli suv qabul qilgichga oqib tushadi. 30-40 daqiqadan so'ng distillashning to'liqligi lakmus qog'ozi yordamida tekshiriladi. Agar distillashning keyingi tomchisi ko'k lakmus qog'oziga olib kelmasa, u holda eritmani isitishni to'xtating va muzlatgichni o'chiring. Naychanning uchi ichkaridan va tashqaridan distillangan suv bilan yuviladi, uni qabul qiluvchi kolbaga soladi. Qabul qiluvchidagi sulfat kislotaning ortiqcha eritmasi ammiakni yutish uchun

olingan kislota bilan bir xil konsentratsiyali NaOH eritmasi bilan titrlanadi. Azot miqdori ammiak bilan bog'langan sulfat kislota miqdori bo'yicha hisoblanadi:

$$N\% = \frac{(V_1 \cdot n_1 - V_2 \cdot n_2) \cdot 0,014 \cdot 100}{m},$$

bu yerda V_1 - qabul qiluvchiga olingan sulfat kislota miqdori, ml; V_2 - qayta titrlash uchun ishlatiladigan ishqor miqdori, ml; n_1 - kislota normalligi; n_2 - gidroksidi normalligi; 0,014 - grammdagi azot miqdori, 1 meq ga to'g'ri keladi . ammiak; m - mutlaqo quruq tuproq namunasi; 100 - 100 g tuproq uchun konversiya koeffitsienti.

Hisoblash usuli. Qabul qiluvchi kolbaga 20 ml 0,02 N dan olindi. H_2SO_4 eritmasi . Kislota qoldig'ini titrlash uchun 14,6 ml 0,022 N sarflandi. NaOH eritmasi . Tuproq namunasi 1,016 g, azot miqdori:

$$N\% = \frac{(20 \cdot 0,02 - 14,6 \cdot 0,022) \cdot 0,014 \cdot 100}{1,016} = 0,109\%.$$

Tuproqdagi azot miqdorining olingan qiymatidan reagentlarning tozaligi uchun blanka yoki nazorat tajribasi davomida topilgan azot miqdori chiqariladi.

Tahlil qilish uchun quyidagi reagentlar qo'llaniladi:

1. Konsentrlangan sulfat kislota ($p=1.84$ g/ml), tarkibida ammoniy tuzlari bo'lmagan.
2. 40% NaOH eritmasi . 400 g NaOH quruq chinni oynaga yoki 1 litr belgilangan issiqqa chidamli idishga solinadi. 600 ml CO_2 bo'lmagan distillangan suvni to'kib tashlang va tarkibini to'liq eriguncha yaxshilab aralashtiring. Bunday holda, suyuqlikning kuchli isishi sodir bo'ladi. Eritma qog'oz bilan qoplanadi va keyingi kunga qoldiriladi, shundan so'ng u belgiga keltiriladi va CO_2 ni o'zlashtiradigan askaritli kaltsiy xlorid trubkasi bo'lgan tiqin bilan yopilgan idishga saqlash uchun o'tkaziladi .
3. NaOH va H_2SO_4 ning standart eritmasi. Tegishli konsentratsiyali eritmalar fiksanallardan tayyorlanadi.
4. Groak aralash indikator. 1 hajm 0,4 % li metil qizilning spirt eritmasi 1 hajm 0,2 % li metilen ko'kning spirt eritmasi bilan aralashtiriladi. Aralash indikator eritmasi qorong'i shishada saqlanadi.

References:

1. Мамонтов В.Г. Методы определения содержания и состава гумуса почвы. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2006.
2. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. – М.: Изд-во Высшая школа, 2005.
3. Bremner J.M., Mulvaney C.S. (1982). Nitrogen-total. In A.L. Page et al. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties (2nd ed., pp. 595-624).