

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QISHLOQ VA SUV

XO'JALIGI VAZIRLIGI

SAMARQAND QISHLOQ XO'JALIK INSTITUTI

**Agrokimyo, tuproqshunoslik va
o'simliklarni himoya qilish kafedrası**

R E F E A T

**Мавзу: TUPROQ KOLLOIDLARI, VA TUPROQNING
SINGDIRISH QOBILİYATI**

Бажарди: 209-guruh Ostonaqulova D

S A M A R Q A N D - 2016

TUPROQ KOLLOIDLARI, VA TUPROQNING SINGDIRISH QOBILIYATI

- 1. Tuproq kolloidlari, ularning hosil bo'lishi va tarkibi.**
- 2. Tuproq kolloidlarining tuzilishi va holati.**
- 3. Tuproqning singdirish qobiliyati va uning turlari.**
- 4. Tuproq singdirish qobiliyatining ekologik ahamiyati.**

Tuproq paydo bo'lish jarayonlari natijasida turli tog' jinslari, minerallar va organik moddalarning to'xtovsiz maydalanishi va parchalanishi yuzaga keladi, hamda tuproq tarkibida zarralar aralashmasi- *dispers sistema* hosil bo'ladi. Dispers sistemadagi o'lchami 0,2 dan 0,001 μ (mikron) gacha bo'lgan zarrachalarga tuproq kolloidlari deyiladi. Ularning miqdori har xil bo'lib, tuproq massasiga nisbatan 1-2 dan 30-40 foizgacha o'zgarib turadi. Tuproq kolloidlari ham boshqa barcha kolloidlar singari xossalarga ega bo'lsa-da, ayrim xususiyatlari jumladan, ularni tashkil etuvchi moddalarning sifat tarkibi bilan farq qiladi. Odatda zarrachalar o'lchami 1 mikrondan kichik bo'lganda kolloid xossasi ro'y beradi. Shuning uchun kolloidlarga qadarli fraksiyalar (1-0,2 μ) ham ajratiladi. Kolloidlar xossasiga ega bo'lgan barcha zarrachalar yig'indisiga *tuproqning kolloid kompleksi* yoki K.K. Gedroys bo'yicha *tuproqning singdirish kompleksi* (TSK) deyiladi.

Tuproqning singdirish kompleksi jumladan kolloidlar tuproqda kechadigan moddalarning singdirishi va almashinishi kabi jarayonlarida bevosita ishtirok etadi. Tuproqning turli qattiq, suyuq va gazsimon moddalarni o'zida singdirishi yoki kolloidlar yuzasida ular konsentrasiyasini oshirish xossasiga *tuproqning singdirish qobiliyati* deyiladi.

Tuproqning eritmadan ba'zi moddalarni o'zida singdirib qolish qobiliyati uzoq o'tmishdan ma'lum. Yunon olimi Aristotel (eramizgacha 384-322 y) va XVI asrda Bekon Berberi sho'r suvni tuproq qatlamlari orqali o'tkazib, chuchuk suv olish tajribalarini o'tkazadi.

Angliyalik olimlar Tompson va Spens 1845 yilda dastlabki laboratoriya tadqiqotlarida tuproqda almashinish qobiliyatiga ega bo'lgan asoslar borligi ko'rsatib o'tildi. Angliyalik olim D.T.Uey tuproq eritmadagi birikmalarni tuz holda emas, balki tuzlarning asoslarinigina singdiradi; tuproq bilan eritma orasidagi almashinish reaksiyasi juda tez-darhol va ekvivalent miqdorida bo'ladi. Agar eritmada erkin holdagi ishqorlar (NaOH, KOH kabi) bo'lsa, ular tuproqda to'liq singdiriladi (adsorbilanadi) degan xulosalarga keldi.

V.V.Dokuchayev, P.A.Kostichev, A.N.Sabaninlar o'z tadqiqotlarida tuproqning singdirish qobiliyatini o'rganishga alohida e'tibor berdilar. Ayniqsa tuproq kolloidlari va singdirish qobiliyatini o'rganish borasida jahon miqyosidagi yangiliklar bilan boyitgan olim K.K.Gedroysning xizmatlari alohida ahamiyatga ega. Ko'p yillik ilmiy-tadqiqod ishlarining natijalari akademik K.K.Gedroysning «Tuproqning singdirish qobiliyati haqida ta'limot» (1922) asarida bosilib chiqdi.

Tuproqning singdirish qobiliyati haqidagi ta'limotni keyinchalik yanada rivojlanishida G.Vigner, S.Matson, Ye.N.Gapon (20-30 yillarda) va so'ngra

A.N.Sokolovskiy, N.P.Remezev, A.f.Tyulin, I.N.Antipov-Karatayev, S.N.Alyoshin, N.I.Gorbunov, F.Kelli va boshqalarning xizmatlari katta bo'ldi. Tuproqning singdirish jarayonlarida kolloidlar asosiy ahamiyatga ega. Tuproq kolloidlari asosan ikki yo'l: yirik zarralarning mexanik va kimyoviy nurab, maydalanishi hamda molekulalar va ionlarning kimyoviy, fizikaviy yo'llar bilan birikishi (kondensasiyasi) natijasida hosil bo'ladi. Tarkibiga ko'ra tuproq kolloidlari *mineral*, *organik* va ular kompleksidan iborat *organik-mineral* gruppalariga bo'linadi. Tuproq kolloidlarining xarakterli xususiyati ular solishtirma yuzasi: (ya'ni ma'lum massa yoki hajmdagi tuproq zarrachalarining yuzasi, m^2 yoki sm^2 hisobida) ning katta bo'lishi va shunga ko'ra sathiy energiyasining yuqori bo'lishidir. Buni tasavvur etish uchun 1 sm^3 hajmdagi qattiq jismni tashkil etuvchi barcha kublar yuzasi maydonini hisoblashdan olingan quyidagi raqamlarni keltirish kifoya (22-jadval).

22-jadval

Kublar tomonlari yuzasining maydoni (K.K.Gedroys bo'yicha)

Qirrasining uzunligi, sm	Kublar soni	Tomonlarining umumiy maydoni, sm^2
1	1	6
0,1	10^3	60
0,01	10^6	600
0,001	10^9	6000
0,0000001	10^{21}	60000000

Demak, $1sm^3$ hajmdagi maydonni million marotaba maydalaganda, barcha kublar tomonlarining umumiy maydoni 60000000 sm^2 yoki 0,6 ga ni tashkil etadi. Kolloidlarning solishtirma yuzasi tuproqning kimyoviy aktivligini belgilovchi sharoitlardan biridir. Turli tuproqlar singdirish qobiliyatining xususiyatlari, ko'pincha tuproq singdirish kompleksi (TSK) jumladan kolloidlarning tarkibi va tuzilishiga bog'liq.

Har qanday jismni parchalash yoki eritish yoki boshqa yo'l bilan turli kattalikdagi zarrachalarga qadar maydalash mumkin. Jism changlangan holatda dispers sistemani tashkil etadi, qaysiki unda ikki qism ajratiladi: dispers faza va dispers muhit. Dispers faza – maydalangan jism zarrachalarining yig'indisi. Dispers muhit – ushbu zarrachalar tarqalgan suyuqlik, gazsimon yoki kattiq jism.

Tuproq, doimiy bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashuvdagi, barcha tipdagi dispers sistemalar yig'indisi hisoblanadi.

Tuproq kolloidlarining tuzilishi va holati.

Tuproq kolloidlari nihoyatda kichik ultramikroskopik zarracha bo'lsada juda murakkab tuzilgan. Kolloid zarracha, ular yuzasidagi ionlar qatlami bilan birga kolloid misella deyiladi. (14-rasm).

Kimyoviy tarkibidan qat'iy nazar kolloid misella asosan uch qavatdan - *yadro*, *ichki qavat* va *sirtqi qavatdan* iborat. Kolloid misella asosini uning yadrosi tashkil etadi. Yadro kimyoviy jihatdan murakkab birikma bo'lib, amorf yoki kristalik tuzilishlidir. Mineral kolloidlar yadrosi asosan alyumokislotalar hamda ba'zan kremniy kislota, temir va alyuminiy oksidlaridan tashkil topgan. Organik kolloidlar yadrosi asosan gumin kislotasi, fulvokislotalari, protein, kletchatka va boshqa murakkab organik moddalardan iborat. Yadro ustida ikkita qarama-qarshi

zaryadlangan ionli qatlam joylashgan. Bevosita yadro ustida joylashgan ionlarga *potensiallarni aniqlovchi* (potensiallovchi) ionlar, tashqi qatlamdagi ionlarga *kompensirlovchi* yoki *harakatsiz ionlar* qatlami deyiladi.

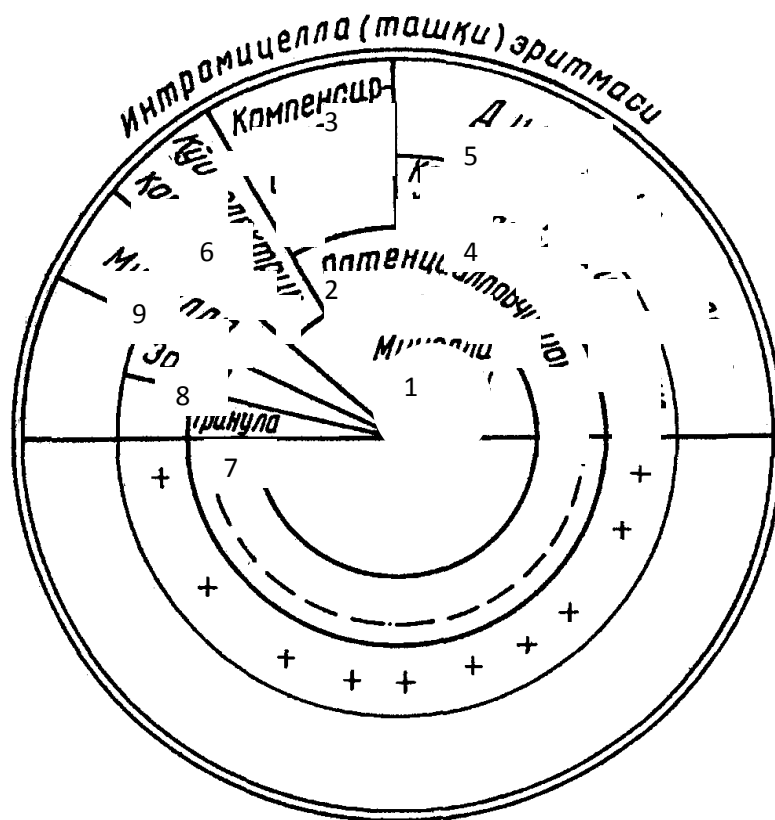
Potensiallarni aniqlovchi ionlar qatlami ko'pincha manfiy zaryadlangan bo'lib, kompensirlovchi qatlam esa, shu manfiy zaryadlarga teng keladigan miqdordagi musbat ionlari zaryadlaridan iborat. Kompensirlovchi ionlar tuproqshunoslikda *almashinuvchi* yoki *singdiriluvchi kationlar* ham deyiladi. Ko'pchilik singdirilgan kationlar potensiallarni aniqlovchi ionlar yonida joylashgan bo'lib, harakatsiz ionlar qatlamini tashkil etadi. Singdirilgan kationlarning oz qismi potensiallarni aniqlovchi ionlar qatlamidan ancha uzoqroq masofada joylashib, *diffuziya* qatlamini hosil qiladi. Misella yadrosi potensiallarni aniqlovchi ionlar qatlami bilan birga *granula* deyiladi. Granula kompensirlovchi ionlarning harakatsiz qatlami bilan birga *kolliod zarracha* deb ataladi.

Zaryadlanishiga ko'ra tuproq kolloidlari uch gruppaga ajratiladi.

Asidoidlar - zarracha manfiy zaryadlangan bo'lib almashinuvchi ionlar vodorod va boshqa kationlar hisoblanadi.

Bazoidlar - zarracha musbat zaryadlangan bo'lib, almashinuvchi ionlar gidroksil va boshqa ionlardan tashkil topgan.

Amfolitoidlar - zarracha musbat yoki manfiy zaryadlangan bo'lishi mumkin. Eritmadagi vodorod ionlarining konsentrasiyasiga ko'ra amfolitoidlarda almashinuvchi vodorod yoki gidroksil ionlari mavjud bo'ladi. Shuning uchun ular muhit reaksiyasiga qarab asidoid yoki bazoidlarga o'xshaydi. Amfolitoidlarga temir va alyuminiy gidroksidlarining kolloidlari kiradi. Kolloid zarrachalar elektr zaryadiga ega bo'lganligi sababli suv molekulalarini tortib olib gidratlanadi va o'z yuzasida suv pardasini hosil qiladi. Suv pardasining qalinligi kolloidlarning tarkibi, tabiati va zaryadlari miqdoriga ko'ra har xildir.



14-rasm. Misellaning tuzilishi. (N.I. Gorbunov buyicha)

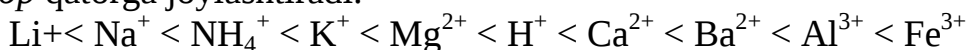
1. Misella yadrosi, 2. Potensiallovchi ionlar, 3. Kompensirlovchi ionlar qavati, 4. Kompensirlovchi ionlarning harakatsiz qatlami, 5. Diffuziya qatlami, 6. Qo'sh elektrik qatlam, 7. Granula, 8. Zarra, 9. Kolloid misellasi

Qalin suv pardasi bilan o'ralgan kolloidlarga *gidrofil* va yaxshi gidratlanmagan kolloidlarga *gidrofob* kolloidlar deyiladi. Tuproqdagi gumus kislotalari, oqsillar va kremniy kislotasining kolloidlari gidrofil bo'lib, temir va alyuminiy gidrati oksidlari va kaolinit gruppasi minerallarining kolloidlari gidrofobdir. Suv pardasi kolloid zarrachalarning bir-biriga ta'sir kuchini pasaytiradi, ularning birikishi kamayib, qiyin koagullanadi.

Tuproq kolloidlari ham boshqa kolloidlar kabi ikki, ya'ni *zol* va *gel* holida bo'ladi. Zol holidagi kolloid suyuq muhitda erigan va tarqoq holatda bo'lib, bir xil zaryadli (ko'pincha manfiy) bo'lganida to'xtovsiz harakat qilib turadi. Gel holidagi kolloid aksincha har xil zaryadli bir qancha kolloid zarrachalar yig'indisidan iborat, yopishqoq quyqa shaklda bo'lib, suyuq muhitda osonlik bilan cho'kish xususiyatiga ega. Zol holidagi kolloidlarning turli omillar ta'sirida bir-biri bilan yopishib, tuplanib cho'kma hosil qilishi, ya'ni gel holatiga o'tishiga *koagulyasiya*, aksincha, gel holatidagi kolloidlarning yana qayta tarqalib zol hosil bo'lishiga *peptizasiya* jarayoni deyiladi. Koagulyasiya asosan turli elektrolitlar ta'sirida zoldagi zaryadlarning yo'qolib, neytrallanish natijasida yuzaga keladi. Shuningdek, tabiatda koagullanish tuproqning qurishi yoki muzlashi natijasida ham ro'y beradi. Bunday sharoitda elektrolitlarning zollarga ta'sir kuchi yuqori bo'ladi.

Gidrofob kolloidlarning elektrolitlar ta'sirida koagullanishi oson bo'lib, gidrofil kolloidlarda esa faqat yuqori konsentrasiyalı elektrolitlar bo'lganda yuzaga keladi. Gidrofil kolloidlar ko'pincha zol hosil qilib, peptizasiya jarayonlarini kuchaytiradi. Bunda ayniqsa kolloidlarning gidroksil (OH^-) ionlari va yuqori gidratlangan kationlar (masalan, Na) bilan to'yinganligi katta rol o'ynaydi. Peptizasiya natijasida tuproq strukturasi buzilib, uning fizikaviy va suv xossalari yomonlashadi. Kolloidlar koagullanishi asosan kolloidlar bilan elektrolitlar, ya'ni tuproqning suyuq qismidagi tuz, kislotalar va ishqorlarning o'zaro ta'siri natijasida vujudga keladi. Chunki bu elektrolitlar (CaCl_2 , NaOH , HCl) dissosilanish natijasida musbat kationlar (Ca^{2+} , Na^+ , H^+) va manfiy zaryadli (Cl^- , OH^-) anionlarga ajraladi. Ana shu kation yoki anionlar ta'sirida kolloid zarrachalar neytrallanadi va boshqa kolloid misella tomonidan tortib olinib, koagullanadi. Tuproq kolloidlari ko'pincha manfiy zaryadlanganligi sababli, bu hodisa musbat zaryadli ionlar ta'sirida ro'y beradi.

Koagullanishning borish tezligi, shu jarayonda ishtirok etadigan kation yoki anionlarning valentligiga, kolloidlar turiga va tuproqning mexanik hamda kimyoviy tarkibiga bog'liq. Mineral kolloidlar organik kolloidlarga nisbatan reyaksiyaga tezroq kirishadi, shuningdek bir valentli (Na^+ , K^+) kationlar ikki va uch valentli (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+}) kationlarga nisbatan koagullanishda sust ishtirok etadi. K.K.Gedroys koagullanish qobiliyatiga ko'ra barcha kationlarni quyidagi *liotrop* qatorga joylashtiradi:



Bir valentli kationlar bilan to'yingan kolloidlar asosan zol holatda bo'ladi; bir valentli kationlar ikki va uch valentli kationlar bilan almashganda gel holatiga o'tadi. Masalan, tuproq singdirish kompleksining natriy bilan to'yinishi natijasida zol hosil bo'lib, tuproqning chang holatga kelishiga, tuproq kolloidlari zaryadining oshishi va gidratlanishiga sabab bo'ladi. Natriyning kalsiy bilan almashinishi esa koagullanishga va tuproqda suvga chidamli strukturaning yuzaga kelishiga olib keladi. Ishqoriy reaksiya turli oksidlar kolloidlarining cho'kmaga tushishi va organik hamda ba'zi mineral kolloidlarning zol holatiga o'tishini kuchaytiradi. Kolloidlar koagullanishi *qaytar* va *qaytmas* bo'ladi. Bir valentli kationlar (Na^+ , K^+ , H^+) ta'sirida vujudga kelgan gel osonlik bilan yana zolga o'tganligi uchun uni *qaytar koagullanish* deyiladi. Ikki va uch valentli (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+}) kationlar ta'sirida paydo bo'lgan gel yana qayta zolga o'tmaganligi uchun *qaytmas koagullanish* deb ataladi. Qaytmas koagullanish tuproqdagi suvga chidamli strukturalarni hosil qiladi va uni uzoq saqlab qoladi.

Musbat zaryadlangan kolloidlar koagullanishida anionlar qatnashadi. Lekin ko'pchilik tuproq kolloidlari manfiy bo'lganidan, bu xildagi koagullanish kam uchraydi. Tuproq qatlamlarida to'planadigan manfiy zaryadli organik va mineral moddalarning musbat kolloidlari bir-biri bilan aralashib, o'zaro ta'sirlashuvidan elektrolitsiz koagullanish vujudga keladi. Ana shunday koagullanish podzol va sho'rtob tuproqlarning illyuvial gorizontlarida ko'p uchraydi. Neytral va unga yaqin reaksiyalı karbonatli tuproqlar (qora, kashtan va bo'z tuproqlar) dagi koagullanish natijasida turli mayda zarrachalar birikib, mikrostrukturali va keyinchalik yirik donador strukturalarni paydo qiladi. Natijada tuproqlarning fizik-

suv, fizik-mexanik xossalari yaxshilanadi. Demak tuproq kolliodlari bilan bevosita bog'liq bo'lgan koagullanish va singdirish jarayonlari dehqonchilikda muhim ahamiyatga ega.

Tuproqning singdirish qobiliyati va uning turlari.

Tuproq komponentlari (qattiq, suyuq, gazsimon va biologik fazalari) ning tevarak – atrof muhitdan turli qattiq, suyuq va gazsimon moddalar, ayrim molekulalar, kationlar va anionlarni almashinib yoki almashmasdan singdirish xossasiga uning singdirish qobiliyati deyiladi.

Tuproqda kechadigan singdirish jarayonlari o'z tabiati bilan nihoyatda murakkab bo'lib, jumladan, turli moddalarning zarrachalar yuzasida yutilib, ushlanib qolinishi yoki ularning bevosita singdirilmasligi kabi xilma-xil hodisalar yig'indisini o'z ichiga oladi. Tuproqning singdirish qobiliyati turli kimyoviy, fizikaviy, fizik-kimyoviy va biologik jarayonlar ta'sirida ro'y beradi. Akademik K.K.Gedroys tuproqda moddalarning singdirilishi (yutilishi) va bunda yuz beradigan turli jarayonlarni e'tiborga olib, tuproqning singdirish qobiliyatini: *mexanik, biologik, kimyoviy, fizikaviy* va *fizik-kimyoviy* kabi besh turga ajratadi.

Mexanik singdirish qobiliyati. Atmosfera yog'inlari va sug'orish suvlaridagi mayda loyqa zarrachalarning tuproq qatlamlarida to'liq yoki qisman ushlanib qolinishiga *mexanik singdirish* deyiladi. Masalan, yerni loyqa suv bilan sug'organda undagi mayda gard holdagi zarrachalar tuproqning g'ovaklarida mexanik ravishda saqlanib qoladi. Mexanik singdirish tuproqning mexanik tarkibi va g'ovakligiga bog'liq. Og'ir qumoq va soz mexanik tarkibli tuproqlarda qumloq va qumli tuproqlarga nisbatan bunday singdirish yuqori bo'ladi. Tuproq zarrachalari orasidagi kapillyar g'ovaklar qanchalik kichik bo'lsa, unda o'lchami kattaroq zarrachalar shuncha ko'p to'planadi, shuningdek, zichlangan tuproqlarda g'ovaklikka nisbatan mexanik singdirish kuchliroqdir.

Mexanik singdirish tuproqning muhim xossasi hisoblanadi. Bahorgi oqim suvlardagi ko'plab loyqa zarrachalari va undagi oziq moddalar suv sizib o'tgandan keyin, tuproqda singdirilib qolinadi. Tuproqning mexanik singdirish qobiliyatidan dehqonchilikda va sug'orish amaliyotida keng foydalaniladi. Masalan, dehqonlarimiz azaldan toshloq va qumli yerlarning fizik holatini yaxshilash, suvning sizib ketishini kamaytirish maqsadida maydonlarga suv bilan loyqa yuborib, yotqizishgan (kolmataj). Ana shu yo'l bilan toshloq yerlarni yaroqli holga keltirishgan. Loyqa yotqizish hozirgi vaqtda g'ovak gipsli tuproqlarning fizikaviy xossalari yaxshilab borishda ham keng foydalanilishi mumkin.

O'rta Osiyoning qator daryolarining loyqa suvlari bilan (masalan, Amudaryo suvida loyqa ko'p bo'ladi) yerni sug'organda tuproqda mexanik singdirilish natijasida, loyqa bilan birga ko'plab oziqaviy moddalar to'planadi va tuproq unumdorligi ham oshib boradi.

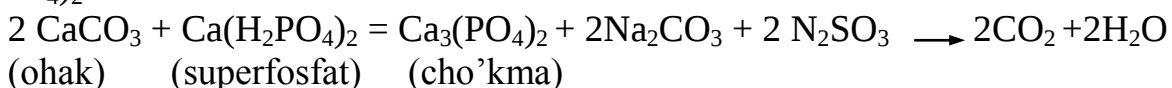
Biologik singdirish qobiliyati o'simliklar va tuproq mikroorganizmlarining hayot faoliyati bilan bog'liq. O'simliklar rivojlanish davrida tuproq eritmasidan o'ziga kerakli moddalarni tanlab oladi va ularni organik moddalarga aylantirib, tuproqda mustahkam ushlab qoladi. Natijada o'simliklarning ildizi tarqalgan tuproq qatlamlarida organik moddalar bilan bir qatorda, ko'plab har xil kul elementlari va azot to'planadi va yuvilishdan saqlanib qolinadi. Dukkakli

o'simliklarning 2 metrdan oshadigan ildizlari tuproqning pastki qatlamlaridan kaliy, fosfor, kalsiy, oltingugurt kabi elementlarni so'rib olib, tuproqning yuqori qatlamlarida to'playdi. Tuproq mikroorganizmlari organik moddalarni parchalab, kul elementlarini aktiv o'zlashtiradi. Ba'zilar atmosferadagi azotni fiksasiyalab, ularni oqsil moddalarning birikmalari holida tuproqda ushlab, mustahkamlaydi. Demak, biologik singdirish natijasida tuproqda o'simliklar uchun zarur oziqa moddalar, jumladan, azot to'planadi va tuproq unumdorligi yaxshilanib boradi. Ye.N.Mishustin ma'lumoticha, madaniylashgan chimli podzol tuproqlarning har gektarida bir yilda biologik singdirilish natijasida 120 kg azot, 40 kg fosfor, 25 kg kaliy to'planadi.

Kimyoviy singdirish qobiliyati. Tuproqda kechadigan kimyoviy reaksiyalar natijasida eritmadagi birikmalarning qiyin eriydigan holda cho'kmaga tushishi va tuproqda mustahkam ushlanib qolinishiga *kimyoviy singdirish* deyiladi. Kimyoviy yo'l bilan tuproqda anionlardan SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , H_2PO_4 , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} , kationlardan Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} singarilar singdirilishi mumkin. Tuproqqa tushadigan atmosfera yog'inlari, sizot va sug'orish suvlari tarkibidagi kation va anionlar tuproq eritmasidagi tuzlar bilan erimaydigan va qiyin eriydigan birikmalar hosil qiladi va natijada tuproqda singib qoladi. Masalan:

- 1) $\text{TSK}[\text{Ca}^{2+} + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{TCK}]2\text{Na} + \text{CaSO}_4$;
- 2) $\text{TSK}[\text{Ca}^{2+} + 2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{TSK}] 2 \text{Na} + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \downarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2$;
- 3) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$;
- 4) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{AlPO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$;

Agar karbonatli yerga tarkibida fosfor kislotaning eriydigan tuzi bo'lgan superfosfat $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ solinsa, u holda bu tuz tuproq eritmasidagi kalsiy tuzlari bilan quyidagicha reaksiyaga kirishib, suvda qiyin eriydigan uch kalsiy fosfat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ hosil bo'ladi:



Ana shunday singdirilish natijasida o'simliklarning fosfordan foydalanish koeffitsiyenti juda kam (20-25 foiz). Shu sababli hozirgi vaqtda qishloq xo'jaligida yaxshiroq eriydigan va o'simliklar uchun qulay bo'lgan o'g'it-ammofos qo'llanilmoqda.

Kislotali tuproqlar (podzol, chimli-podzol, qizil tuproqlar) da temir va alyuminiy gidrooksidlari ko'p bo'lganidan fosfor kislotasi ionlari bilan reaksiyaga kirib, qiyin eriydigan temir va alyuminiy fosfatlari vujudga keladi.

Demak, fosforli o'g'itlardan foydalanilayotganda tuproqning kimyoviy singdirish qobiliyatiga alohida e'tibor berish lozim. *Fizikaviy singdirish qobiliyati.* Tuproqning mayda dispers (kolloid) zarrachalari yuzasida turli moddalar konsentrasiyasi oshirilishiga *fizikaviy singdirish qobiliyati* deyiladi. Tuproqdagi mayda zarrachalarning yuza energiyasi ta'sirida turli gaz va suv bug'lari, mikroorganizmlar va organik moddalar fizik yo'l bilan singdiriladi hamda ularni tuproqdan yuvilib ketishdan saqlaydi. Fizikaviy singdirishda adsorbiylanish ya'ni kolloidlar yuzasida moddalar konsentrasiyasining ko'payishi yuz berganidan, bu singdirishga *molekulyar singdirish* yoki *adsorbiylanish* deb ham

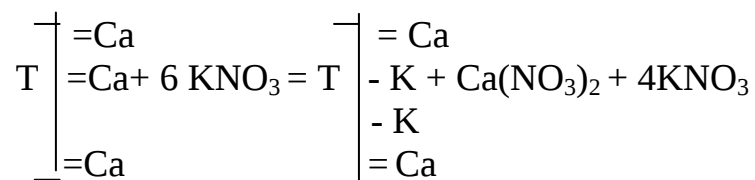
yuritiladi. Fizikaviy singdirish tuproqning mexanik va mineral tarkibiga, gumus miqdoriga bog'liq. Mexanik zarrachalar qanchalik mayda va gumus ko'p bo'lsa adsorbilanish xususiyati shuncha yuqori bo'ladi. Fizik yoki molekulyar adsorbilanish natijasida organik moddalardan hosil bo'lgan ammoniy kabi azot birikmalari hamda eritmadagi turli tuzlar tuproqda singdirilib, yuvilishdan saqlanib qoladi.

Fizik-kimyoviy singdirish qobiliyati. Tuproqning kolloid zarrachalari yuzasida turli ionlarning singdirilishi va eritmadagi ionlar bilan ekvivalent miqdorida almashinish qobiliyatiga *fizik-kimyoviy* yoki *o'rin almashinadigan adsorblanish* (singdirish) deyiladi. Almashinadigan singdirishda kationlar va anionlar ishtirok etadi. Ammo tuproq tarkibida ilgari aytilganidek, manfiy zaryadlangan kolloidlar ko'proq bo'lganligi sababli, aksariyat hollarda kationlar almashuvi ro'y beradi.

Kationlarning singdirilishi. Tuproqdagi kationlar turli yo'llar jumladan, o'zaro almashinish reaksiyalari natijasida erimaydigan cho'kma hosil qilishi tufayli va kompensirlovchi ionlar qatlamida kationlarning o'rin almashinuvi yo'li bilan hamda potentsiallarni aniqlovchi ionlar qatlamida almashinmaydigan holda mustahkam ushlanib qolinishi natijasida singdiriladi.

Demak, tuproqdagi singdirilgan kationlar almashinuvchi va almashinmaydigan holda bo'lishi mumkin. Tuproq eritmasidagi kationlar bilan tuproq orasidagi o'zaro ionlar almashinuvida nafaqat kimyoviy balki, fizik-kimyoviy jarayonlar ham kechadi. K.K.Gedroys va boshqa olimlarning tadqiqotlaridan ma'lumki, almashinish reaksiyasi qat'iy ekvivalent nisbatlarda kechadi va almashinuv tezligi energiyasi kationlarning xossalriga, kolloidlar tarkibi hamda eritmaning konsentrasiyasiga bog'liq.

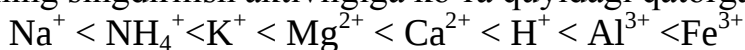
Tuproq eritmasi ionlari kolloid zarrachalarining diffuziya va tashqi kompensirlovchi (harakatsiz) qatlamidagi ionlar bilan qat'iy nisbatda (gramm-ekv hisobida) almashinadi. Masalan, tuproq kolloid qismiga kalsiy kationi singdirilgan bo'lsa, tuproqqa neytral tuz (masalan, KNO_3) eritmasi quyilganda reaksiya quyidagicha kechadi:



Eritmadagi kaliy tuproq tomonidan singdirilib, eritmaga esa ekvivalent miqdorida kalsiy chiqadi.

Turli kationlarning almashinuv singdirishdagi energiyasi aktivligi bir xil emas. Almashinish energiyasi kationlar valentligiga bog'liq. Valentligi qancha yuqori bo'lsa, almashinuv energiyasi ham shuncha katta bo'ladi va tez almashinib, tuproqda mustahkam ushlanib qoladi. Bir xil valentlikdagi kationlarning singdirishdagi aktivligi esa ular atom og'irligining ko'payishi va ionlar

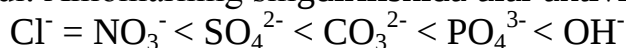
gidratasiyasining kamayishi bilan kuchayadi. Tuproqda uchraydigan kationlarni ularning singdirilish aktivligiga ko'ra quyidagi qatorga joylashtiriladi:



Valentligi jihatdan vodorod bu qatorda alohida o'rin egallaydi va qonuniyatga bo'ysunmaydi. Vodorod bir valentli bo'lsa-da, aktivligi jihatdan ikki valentli kalsiydan yuqori. Buning asosiy sababi, vodorod ioni o'z atrofiga faqat bir molekulali suv biriktirib olganligidan gidratasiya qatlamining qalin bo'lmashligidir. Aktivligi katta bo'lgan kationlar tuproqda tez va mustahkam singdiriladi. Kationlar singdirilishida eritmaning konsentrasiyasi ham muxim rol o'ynaydi. Konsentrasiyaning oshishi bilan bir valentli kationlarning konsentrasiyasi kamayganda esa ikki valentli kationlarning singdirilishi aktivlashadi. Demak, tuproq qurib, undagi namning kamayishi bilan eritma konsentrasiyasi oshadi va bir valentli kationlar ko'proq singdiriladi. Shuning uchun ham sho'rtoblarni kimyoviy meliorasiyalayotganda (gipslashda) kalsiyning singish samarasini oshirish maqsadida yerda ko'proq nam to'plab, uni saqlab turish chora-tadbirlarini ko'rish lozim. Kationlarning singdirilishida kolloid zarrachalarning tarkibi va tuzilishi ham muhim ahamiyatga ega. Masalan, ko'p qavatli kristall panjaralarga ega bo'lgan gilli minerallar (montmorillonit, kaolinit va gidroslyudalar) da singdirish sifati va energiyasi uning turli qavatlarida bir xil emas. Xullas, kationlarni singdirilish energiyasi tuproqda kechadigan turli jarayonlarni o'rganishda muhim ahamiyatga ega.

Tuproqdagi almashinmaydigan singdiriluvchi kationlar. Tuproqda almashinuvchi kationlar bilan bir qatorda ma'lum miqdorda almashinmaydigan yoki fiksasiyalangan kationlar ham bo'ladi. Bu kationlar tuproqni neytral tuz eritmalari bilan ishlaganda, undan siqib chiqarilmaydi. Tuproqda almashinmaydigan tarzda barcha kationlar singdirilsa-da, ammo K^+ va NH_4^+ kationlari ko'proq fiksasiyalanib, tuproqda mustahkam ushlanib qolinish xususiyatiga ega. Almashinmaydigan holda singdirilgan kationlar tuproq bilan birikish mustahkamligiga ko'ra, kristall panjaralardagi ionlar va singdiriluvchi kompleksdagi almashinuvchi kationlar oralig'ida turadi. Almashinmaydigan singdirish noqulay hodisa bo'lib, uning natijasida kaliy va ammoniy o'simliklarga juda kam o'tadigan holatga o'tadi. Almashinmaydigan holda singdiriladigan kationlar miqdori tuproqning mexanik tarkibi, kolloidlarning mineralogik tarkibiga hamda gumus miqdoriga bog'lik. Demak, og'ir soz tuproqlarda yengil mexanik tarkibli tuproqlarga nisbatan almashinmaydigan kationlar ko'proq bo'lib, gumusli gorizontlarda kamroq fiksasiyalanadi.

Anionlarning singdirilishi. Tuproqlar kationlardan tashqari ba'zi anionlarni ham singdiradi. Anionlarning singdirilishi turli omillarga: muhit reaksiyasiga, anionlarning xossalari, tuproq kolloidlarining tuzilishi, kimyoviy tarkibi va zaryadiga bog'liq. Anionlarning singdirilishida musbat zaryadangan kationlar katta rol o'ynaydi. Anionlarning singdirilishida ular aktivligi bir xil emas. Masalan:



Kationlar singari anionlarning singdirilishi ham ularning valentligiga bog'liq. Ammo bu keltirilgan qatordan ko'rinib turibdiki, OH^- (gidroksil) ionining singdirilishi uch valentli ionlarga nisbatan ham yuqori bo'lib, ularning asosiy

sababi singdirilganda qiyin eriydigan birikmalar hosil qilishidir. Kislota reaksiyali sharoitda anionlarning singdiriluvchanligi oshadi. Tuproqda ko'proq uchraydigan anionlarning singdirilish aktivligiga ko'ra quyidagi uch gruppaga bo'linadi. ()

B i r i n c h i g r u p p a g a tuproqda kimyoviy jihatdan yaxshi singdiriladigan anionlar kiradi. Bularga fosfor kislotasi anionlari (PO_4^{-3} , HPO_4^{-2} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$) kiradi. Muhit reaksiyasiga ko'ra eritmadagi bu anionlar nisbati o'zgaradi. Ko'proq bir kalsiy fosfat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) va natriy, ammoniy, kaliy fosfatlari ancha yaxshi eriydi. Kamroq eriydigan tuzlariga ikki kalsiy fosfat ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), yomon eruvchan tuzlariga uch kalsiy fosfat [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, shuningdek, alyuminiy, temir fosfatlari kiradi. Fosforning bu birikmalari qiyin yoki kam eriganligi sababli tuproqda singdirilib, fosfor tuproqdan yuvilib ketmaydi.

I k k i n c h i g r u p p a g a tuproqda singdirilmaydigan yoki manfiy singdiriladigan anionlar, jumladan, suvda qiyin eriydigan tuzlar hosil qilmaydigan Cl^- , NO_3^- anionlari kiradi.

U c h i n c h i g r u p p a g a singdirilishi jihatdan yuqoridagi har ikkala grupp oralig'ida turuvchi (SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , SiO_2^{-} kabi) anionlar kiradi. Bu anionlar muhit sharoitiga ko'ra yaxshi yoki yomon erishi mumkin. Sulfat kislotasi anionlarini tuproq juda kam singdiradi, ba'zan manfiy singdirilishi ro'y beradi. Tuproq tarkibida kalsiy miqdori ko'p va namligi kamayganda, CaSO_4 hosil bo'lib, cho'kmaga tushadi. Magniy, kaliy, natriy sulfat tuzlari suvda yaxshi eriydi. Sho'rlangan yerlarni yuvib, sulfat tuzlarini oson ketkazish mumkin. Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) suvda qiyin eriydi (1 l suvda 2 g) va ba'zi tuproqlarda to'planib, alohida gipsli gorizont shakllanadi.

Ko'mir kislotasi anioni (CO_3^{2-}) kalsiy bilan suvda qiyin eriydigan kalsiy karbonati (CaCO_3) ni hosil qiladi. Mo'tadil miqdordagi tuproq karbonatlari tuproq unumdorligida ijobiy rol o'ynaydi. Tuproqda hosil bo'ladigan Na_2CO_3 (soda) va K_2CO_3 suvda oson eriydi va zararli tuzlardan hisoblanadi. Eritmada ularning ko'payishidan ishqoriy reaksiya vujudga kelib, tuproq strukturasi buziladi, hamda o'simliklarga zararli ta'sir etadi. Sodali tuzlar bilan sho'rlangan yerlarni o'zlashtirish ancha qiyin.

Tuproqdagi singdirilgan (almashinuvchi) kationlar tarkibi, singdirilish sig'imi va ularning tuproq xossalariga ta'siri.

Turli tuproqlar almashinuvchi kationlar tarkibi bilan farq qiladi (23-jadval).

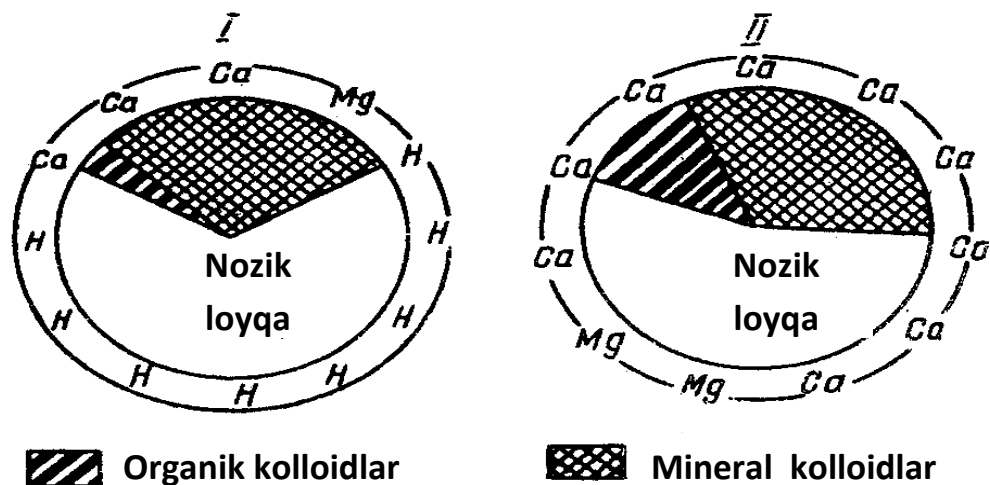
23-jadval

Asosiy tuproq tiplarida singdirilgan (almashinuvchi) kationlar miqdori va singdirish sig'imi. 100 g tuproqda mg-ekv. (N.I.Gorbunov, 1978)

Tuproq turlari	Tuproq gorizonti va chuqurligi, sm		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ Al ³⁺	Singdirish sig'imi
Chimli o'rtacha podzollashgan	A ₁	1-5	28,1	6,6	Yo'q	Yo'	10,5	45,2
	A ₂	20-30	1,9	1,4	-<>-	q	1,2	4,4
	B	50-60	6,2	2,1	-<>-	-<>-	6,5	14,8
	C	180-190	4,4	2,9	-<>-	-<>-	1,0	8,3
To'q tusli sur o'rmon	A ₁	0-7	35,4	3,5	asari	-<>-	yo'q	38,9
	A ₁ A ₂	20-30	14,3	2,0	-<>-	-<>-	-<>-	16,3
	B	70-80	11,9	3,0	-<>-	-<>-	1,0	15,9
	BC	170-180	14,9	3,0	-<>-	-<>-	0,8	18,7
Tipik qora	A	0-10	43,9	9,6	0,2	-<>-	yo'q	53,7
	AB	70-80	27,8	9,6	0,1	0,1	-<>-	37,5
	C	160-170	27,6	9,5	0,1	0,05	-<>-	37,2
Sho'rtob	A ₁	0-5	10,3	5,1	1,5	0,05	-<>-	17,2
	B ₁	18-23	16,1	9,3	1,3	0,5	-<>-	29,1
	B ₂	45-60	17,1	8,0	1,4	2,4	-<>-	29,4
	C	95-100	14,0	6,5	1,5	2,5	-<>-	24,7
Bo'z	A	0-5	7,8	0,4	0,1	2,7	-<>-	8,5
	AB	20-25	6,8	0,9	0,1	0,2	-<>-	8,0
	C	70-75	4,1	4,2	0,1	0,2	-<>-	8,6
Qizil	A	0-10	2,4	1,7	yo'q	0,2	7,3	11,4
	B	30-40	2,8	1,3	-<>-	yo'q	5,1	9,3
	C	150-200	0,3	0,9	-<>-	-<>-	10,8	12,0

Tuproqda singdirilgan kationlardan ko'pincha Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, NH₄⁺, H⁺, Al³⁺, Fe³⁺ singarilar bo'ladi. Tuproqdagi bu kationlar nisbati bir xil emas. Tuproqdagi almashinuvchi kationlar tarkibiga ko'ra K.K.Gedroys barcha tuproqlarni asoslar bilan to'yingan va to'yinmagan gruppalariga ajratadi. (15-rasm).

Asoslar bilan to'yingan tuproqlarga singdirish kompleksida singdirilgan asoslardan Sa²⁺, Mg²⁺, va Na⁺ saqllovchi, asoslar bilan to'yinmagan tuproqlarga esa asoslar bilan to'liq ravishda to'yinmagan hamda H⁺, Al³⁺, ionlari saqllovchi tuproqlar kiradi. Asoslar bilan to'yinish darajasi turli tuproqlarda bir xil emas. Qora tuproqlar, bo'z tuproqlar va kashtan tuproqlarda yuqori (100 foiz) bo'lib asoslar bilan to'yinmagan chimli-podzol, sariq va qizil tuproqlarda to'liq bo'lmasdan 30-60 foizni tashkil etadi.



15-rasm. Tuproqlarning asoslar bilan to'yinganlik darajasi

Almashinuvchi kationlar tarkibi tuproqlarning xossalari va o'simliklar o'sib rivojlanishiga keskin ta'sir etadi. K.K.Gedroys almashinuvchi kationlarning o'simliklarga bevosita o'tishi mumkinligini aniqlagan. TSKda kalsiy va o'simliklar uchun zarur boshqa kationlar bo'lganda, eng qulay sharoit yaratilgan bo'ladi. Singdirish kompleksida H^+ va Al^{3+} ionlari ko'payib ketganda tuproq eritmasining kislotaliligi oshadi, Na^+ bo'lganda esa (ko'pincha Mg^{2+} bilan birga) ishqoriyligi oshib, tuproq xossalarini yomonlashtiradi va o'simliklar uchun noqulay sharoit yuzaga keladi. Asoslar bilan to'yinmagan podzol va chimli podzol tuproqlarda Ca^{2+} , Mg^{2+} , uncha ko'p bo'lmasdan H^+ , va Al^{3+} , ning singdirish kompleksida ko'payishi natijasida tuproq eritmasining reaksiyasi kislotali holatga o'tadi. Tuproq strukturasi buziladi va umuman tuproq mineral qismining qator o'zgarishlariga sabab bo'ladi. Kalsiy va magniy kationlari yuqori aktivlikka ega bo'lib, tuproqdagi organik va mineral zarrachalar (zol) ning qaytmas koagulyasiyasini yuzaga keltiradi, natijada kolloid moddalar yuvilmasdan tuproqda to'planib qoladi. Koagulyasiya tufayli mexanik elementlar birikib turli agregatlarni va so'ngra agronomik nuqtai nazardan mustahkam struktura hosil bo'ladi. Tuproq eritmasining reaksiyasi neytral yoki unga yaqin bo'ladi. Ba'zan kalsiy va magniyning nisbati o'zgarib, Mg^{2+} ko'payib borsa tuproqning xossalariga salbiy ta'sir etadi. Almashinuvchi magniyning oshishi gumusli moddalarning eruvchanligini ko'paytiradi, magniy gumati o'simliklarning ildiz sistemasiga zaharli ta'sir etadi. Ba'zan natriy bilan birga magniy tuproqlarning sho'rtoblanishiga ham sabab bo'ladi. Magniyli sho'rtobsimon tuproqlar O'rta Osiyoning qator rayonlarida, jumladan, Dalvarzin cho'li va boshqa joylarda hisobga olingan (N.A.Rozanov, 1951). Sho'rtob va sho'rtobsimon tuproqlarning almashinuvchi kationlari tarkibida kalsiy kam bo'lib, natriy ko'payadi (aytilganidek ba'zan magniy ham rol o'ynaydi). Natriy, kolloidlarning gidrofillik xossasini oshiradi, ularning suv bilan kuchli peptizasiyalanishiga olib keladi. Natriy bo'lganda tuproq eritmasi ishqoriy reaksiyaga ega. Tuproq strukturasi buzilib, kolloidlar gidrofilligi natijasida tuproq kuchli ko'pchiydi va suvni o'tkazmaydi. Gidrofilligi tufayli tuproqda o'simliklar uchun foydali nam kamayib

ketadi. Demak, tuproqda natriyning ko'payishi, uning unumdorligini pasaytirib yuboradi.

K a t i o n l a r n i n g s i n g d i r i s h s i g' i m i. Eritmadagi neytral tuzlar ta'siri bilan tuproq tarkibidan siqib chiqarilishi mumkin bo'lgan kationlarning umumiy miqdori a l m a s h i n u v c h i k a t i o n l a r y i g' i n d i s i n i (S) tashkil etadi hamda 100 g tuproq ka nisbatan mg. ekv bilan ifodalanadi.

Almashinish xossasiga ega bo'lgan singdirilgan kationlar yig'indisiga tuproqning s i n g d i r i s h s i g' i m i yoki k a t i o n l a r n i n g a l m a s h i n i s h s i g' i m i (Ye) deyiladi. Singdirish sig'imi ham 100 g tuproqda mg/ekv hisobida aniqlanadi. Turli tuproqlarda singdirish sig'imi 100 g tuproqda 3-70 mg/ekv gacha o'zgarib turadi. Singdirish sig'imi tuproqdagi gumus miqdori, mexanik tarkibi, kolloidlarning mineralogik tarkibi va miqdoriga bevosita bog'liq. Singdirish sig'imi tuproq chirindisidagi gumin va fulvokislotalarning sifat ko'rsatkichlariga ham bog'liq. Silikatsiz temir va alyuminiyning gumus bilan hosil qilgan organik-mineral kompleksida singdirish sig'imi pasayadi. Chunki, Fe^{3+} va Al^{3+} , gumusning aktiv funksional qismini biriktirib, kationlar singishini kamaytiradi. Muhit reaksiyasining o'zgarishi bilan kationlarning singdirilishi ham har xil bo'ladi. Ishqoriy sharoitda gumus tarkibidagi gidroksil gruppaning aktivligi oshib, manfiy zaryadlar ko'payganligidan, singdirish sig'imi ham ortadi. Singdirish sig'imi turli tuproqlarning genetik gorizontlari bo'ylab ham o'zgaradi.

Bundan ko'rinib turibdiki, qora tuproqlarda kationlarning singdirish sig'imi yuqori bo'lib, ayniqsa ko'p gumusli qismi bu jihatdan aktivdir (100 g tuproqda 53,7 mg ekv). Chimli podzol tuproqlarda singdirish sig'imi juda o'zgaruvchan bo'lib, ayniqsa podzol (A_2) gorizontida ancha pastdir. Bo'z tuproqlarning singdirish sig'imi yuqori qatlamda biroz ko'p bo'lsada, umuman gorizontlari bo'yicha deyarli bir xil (8,0-8,6 mg/ekv). Singdirish sig'imi tuproqlarning muhim ko'rsatkichlaridan biri. Singdirish sig'imi qanchalik yuqori bo'lsa, o'simliklar uchun zarur kimyoviy elementlar (Ca, Mg, K) tuproqda yuvilishdan saqlanib qolinadi. Tuproq muhiti reaksiyasining mo'tadilligini va umuman tuproq unumdorligining yuqori holatda saqlanishini ta'minlaydi.

Tuproq singdirish qobiliyatining ekologik ahamiyati.

Singdirish qobiliyati tuproqning eng muhim xossalaridan biri hisoblanadi, chunki u tuproq paydo bo'lish va unumdorligining rivojlanish jarayonlarida qatnashadi. Singdirish qobiliyati, o'simliklar va mikroorganizmlar uchun oziqa elementlarining to'planishini taminlashi sababli, tuproqning oziqa rejimini tartibga soladi, bundan tashqari tuproq reaksiyasi, uning buferlik darajasi, suv – fizik xossalarini ham tartibga solishda ishtrok etadi.

Tuproqning singdirish qobiliyati xususiy tuproq paydo qiluvchi jarayonlarning rivojlanishida ham muhim ahamiyatga ega. Masalan, tuproq paydo bo'lishi maxsulotlarining to'planish jadalligi va gumusli – akkumulyativ gorizontning shakllanishiga tuproqning singdirish qobiliyati sezilarli darajada ta'sir etadi.

Tuproqning singdirish qobiliyatini, uning ayrim genetik gorizontlarini, tuproq, ona jinslar komponentlarini va boshqalarni nadqiq qilishda tadqiqotchilar va amaliyotchilar kationlarning almashinish sig'imi o'lchamining katta turli –

tumanligiga duch keladi. Ushbu turli tumanlikni quyidagicha gruppalashtirish mumkin.

Kationlar almashinish sig'imi, 100 g tuproqda mg-ekv.	Tadqiqot obyektlari
3 - 5	Singdirish qobiliyati eng past, qariyb butunlay kremnezem va kvarsdan tashkil topgan, podzol tuproqlar elyuvial gorizontida kuzatiladi.
5 - 10	Juda past miqdor. Bular dalashpatli qumlar, qumli va qumloq tuproqlar, granulometrik tarkibida changli fraksiyalarni ko'p saqlaydigan karbonatli lesslar, kam gumusli bo'z, sur tusli qo'ng'ir va qumli cho'l tuproqlarida kuzatiladi.
10 – 15	Singdirish qobiliyati past. Bu yengil qumoq tarkibli tuproqlarga xos va shuningdek nam tropik va subtropiklar uchun, erkin temir va alyuminiy oksidlarini ko'p saqlaydigan tuproqlar va nurash qobiqlari uchun xarakterli.
15 – 25	Kationlar almashinish sig'imi o'rtacha. Odatda, yuviladigan suv rejimli va gumus miqdori ko'p bo'lmagan (sur va qung'ir tusli o'rmon tuproqlari) tuproqlarda kuzatiladi.
25 – 35	Singdirish qobiliyati o'rtachadan yuqori. Bu quruq dasht va yarim cho'l tuproqlarining gumusli gorizontlari, smektitli minerallar, gidroslyudalar, kaolinitlar nisbatan bir tekis aralashgan lessimon, qoplama va boshqa loylar va qumloqlar uchun xarakterli.
35 – 45	Singdirish qobiliyati yuqori. Ko'pchilik qora tuproqlar, sletozemlar (zich tuproqlar), smektitli minerallar (montmorillonit, beydellit va x.z.) bilan boyigan turli kelib chiqishga ega bo'lgan loylar, slitogenetik (zichgenetik) va illyuvial-loyli gorizontlar uchun xarakterli.
45 – 60	Kationlar almashinish sig'imi juda yuqori. Bular gumus miqdori o'rtacha va gumusli gorizonti juda qalin qora tuproqlar, turli kelib chiqishga ega bo'lgan tuproqlarning gumusli akkumulyativ chimli gorizontlarida kuzatiladi.
60 va undan ko'p	Singdirish qobiliyati juda yuqori. Faqat tuproq massasining ayrim komponentlari gumus moddalari, smektitli minerallar, vermikulit va x.k. uchun xarakterli.

Ayrim singdirilgan kationlarning tuproqda sodir bo'ladigan turli xildagi xodisalar mohiyatiga ta'siri natijasi birxil ahamiyatga ega emas. Ayrim almashinuvchi kationlarning ekologik ahamiyatini quyidagi umumlashtirilgan ma'lumotlar asosida bilish mumkin:

Kalsiy (Ca^{2+}) – Almashinuvchi kalsiy, ko'p qirrali ahamiyati tufayli – unumdorlikni saqlovchi kation hisoblanadi. U so'zsiz barcha tuproqlarda, ammo

turli miqdorda va boshqa kationlar bilan turli nisbatda uchraydi. Uning optimal miqdori kationlar almashinish sig'imidani 80-90%. Ushbu miqdor tipik qora tuproqlar uchun xarakterli. Ca^{2+} ning ushbu miqdorda mavjudligi kolloidlar sistemasining 99,9 foiz koagulyatsiyasini va shuningdek o'tchil o'simliklar ildiz sistemasining aktiv faoliyati tufayli yuqori darajada strukturaning shakllanishi va yetarli miqdorda gumus moddalarining hosil bo'lishi uchun zamin yaratiladi. Ammo, montmorillonit tipidagi yuqori darajada bukadigan loyli minerallarning ko'p miqdorda bo'lishi, Ca^{2+} ion optimal miqdorda bo'lsa ham donador va uvoqli strukturaning hosil bo'lishiga qarama qarshi ularoq, slitogenetik (zich tuproq paydo bo'lishi) xodisaning sodir bo'lishiga sababchi bo'ladi.

Ca^{2+} o'simlik ildizlari tomonidan ion almashinish singdirish qobiliyatiga ega. Ammo o'simliklar oziqlanishining ushbu usuli, odatda e'tiborga olinmaydi, chunki kalsiy har doim eritmalarda mavjud, biosferada tanqis ion hisoblanmaydi.

Magniy (Mg^{2+}) – Almashinuvchi magniy har doim Ca^{2+} bilan birgalikda uchraydi. $\text{Ca}:\text{Mg}$ ning tipik nisbati = 5:1. Shunday miqdorda uning ta'siri Ca^{2+} nikiga o'xshaydi. Ishqoriy tuproqlarda tuproqning singdirish kompleksida (TSK) Ca^{2+} miqdorining ozayishi hisobiga, magniy miqdorining ko'payishi, ya'ni $\text{Ca}:\text{Mg}$ nisbatining magniy tomonga o'zgarishi tufayli tuproq muhitida ekologik garmoniya (uyg'unlik) ning buzilishi yuzaga kelishi mumkin. Bunday holatda Mg^{2+} ning o'zi, tuproq muhitida magniy karbonati va bikarbonatining mavjudligi tufayli yuqori ishqoriylikni keltirib chiqaradi. Masalan, Kavkaz oldi lessimon sozlari va qumoblari hamda O'zbekistonning karbonat magniyli, sho'rlangan o'tloq tuproqlari va x.z. larda kuzatiladi, qaysiki ularda ishqoriylik pH - 8,6 – 9,1 gacha yetishi mumkin. Tuproqning singdirish kompleksida magniyning ko'pligi tuproqning sho'rtoblanish xossalari yuzaga kelishi va xatto ayrim holatlarda maxsus tuproqlar – magniyli sho'rtoblarning hosil bo'lishiga olib keladi.

Kaliy (K^+) – Almashinuvchi kaliy o'simliklar oziqlanishida – o'zlashtiriladigan kaliyning asosiy manbai. Kompensirlovchi qavatdagi ionlarga qarama qarshi ularoq, kaliyning minerallar kristal panjaralariga o'tib, almashinmaydigan singdirilishi qayd qilingan.

Natriy (Na^+) - Natriyning miqdori kationlar almashinish sig'imidani 3% dan kam bo'lganda – tuproq sistemasining funksiyalanishida biosenozlar uchun zarur optimal komponent hisoblanadi. Bunday holatda element kolloidlar dispersiyaligini 0,1% ga yaqin darajada bo'lishini ta'minlaydi, bu esa gumus moddalarining xarakatlanishi, dinamikligi va minerallanishida birinchi navbatdagi zaxira ekanligida va tuproq eritmasini biologik zarur komponentlar bilan ta'minlashda muhim hisoblanadi.

Ammo natriyning tuproqshunoslikda va agronomiyadagi ushbu roli yetarli darajada o'rganilmaganligini ta'kidlash joiz.

Na^+ almashinuvchi kation sifatida uning tuproq eritmasidagi konsentratsiyasi kaogulyasiyalanish oldi (porogi) holatidan past bo'lganda kolloidlarning aktiv peptizatori hisoblanadi. Bunda barcha kolloidlar sistemasi zol holatiga o'tadi, tuproq sho'rtoblanish xossasiga ega bo'lib, oquvchi, strukturasiz bo'lib qoladi, eritmalarda ishqoriy tuzlar paydo bo'ladi, pH- 9,5 – 10,0 gacha ko'tarilishi mumkin. Maxsus tuproqlar – sho'rtoblar hosil bo'ladi. Tuproqlarning sho'rtoblanishini va sho'rtoblarni o'rganish – tuproqshunoslikning maxsus bo'limi hisoblanadi.

Vodorod (H^+) - Almashinuvchi vodorod – tuproq kislotaligining manbaidir. Karbonatsiz tuproqlarda, ya'ni CaCO_3 saqlamaydigan tuproqlarda uning ishtroki yuqori. pH - 6,5 dan 7,2 bo'lganda vodorodning TSK dagi miqdori kationlar almashinish sig'imiga nisbatan 5% dan kam. Bunday sharoitda almashinuvchi H^+ ekologik neytral hisoblanadi. Almashinish sig'imiga nisbatan 5% dan ko'p bo'lsa tuproqning kislotali xossasiga ta'sir eta boshlaydi va kolloidli singdirilgan vodorodning miqdori qancha ko'p bo'lsa, kislotalik shuncha oshadi. Almashinadigan kationlar yig'indisiga nisbatan vodorodning miqdori 40-50% ni tashkil etganda tuproq muhitining maksimal kislotaligi kuzatiladi, bunda tuproq reaksiyasi kislotali va kuchli kislotali bo'ladi (pH 3 - 5). Tuproqning singdirish kompleksida vodorodning maksimal miqdori almashinuvchi kationlar sig'imidan 80% gachani tashkil etishi mumkin.

Alyuminiy (Al^{3+}) - Singdirilgan holatdagi alyuminiy - kolloidlarning jadal kaogulyatori. Nordon tuproqlarda diqqat e'tibor beriladigan obyekt hisoblanadi. Tuproq eritmasiga o'tganda gidrolitik nordon tuz hosil qiladi, qaysiki tuproq muhitida Al^{3+} ning yuqori peptizasiyalanishiga olib keladi, shuning uchun tuproq kislotaligini aniqlashda vodorod ioniga teng tarzda hisobga olinadi. Al^{3+} fiziologik zaharli kation sifatida o'rganiladi.

Fe^{3+} - Nam tropik tuproqlardagi alyuminiy singari, kolloidlarni jadal kaogulyatori hisoblanadi. Struktura mikroagregatlarining shakllanishida ishtrok etadi, bu esa ferrallitlik tuproqlarda tuproq massasining qumlanishiga o'xshash taassurot qoldirishga sabab bo'ladi. Odatda bunday tuproqlar yolg'on qumli tuproqlar sifatida hisobga olinadi. Temirlashgan tuproqlar plastikligi past bo'lishga moyil.

NH_4^+ - Singdirilgan ammoniy ioni – o'simliklar uchun qulay azot to'planishining yagona imkoniyatidir. Ammonifikasiya jarayonlarida kolloidlar tomonidan singdiriladi. O'simlik ildiz sistemalari tomonidan oson o'zlashtiriladi. To'planadigan miqdori kationlar almashinish sig'imiga nisbatan 3% dan oshmaydi. Fizik va fizik - kimyoviy ahamiyati yetarlicha o'rganilmagan. Shu sababdan ammoniyli azot, shu jumladan singdirilgan holatdagisi – agrokimyoviy tadqiqotlarning alohida mavzusi hisoblanadi.

Tuproqning singdirish qobiliyatini tahlil qilish natijasida quyidagi umumlashtirilgan xulosaga kelish mumkin:

1. Tuproq singdirish kompleksining tarkibi tuproq muhitining reaksiyasi va uning barqarorligini belgilaydi. Neytral, kislotali yoki ishqorli tuproq sharoitlari to'g'ridan – to'g'ri singdirilgan kationlar tarkibiga bog'liq.

2. Tuproqning singdirish kompleksi kolloidlarning elektrostatik tabiati tufayli atmosfera suvlari ta'sirida sizot suvlariga yuvilib ketishdan himoyalangan, o'simliklar uchun qulay biofil kationlarni saqlaydigan joy. O'zining barqarorligi va samaradorligi bo'yicha TSK o'simliklar oziqlanishini regulyatori sifatida tuproq eritmasidan ancha ustun turadi. Bu Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , shuningdek metal xususiyatga ega bo'lgan barcha mikroelementlarga taalluqlidir. Ayniqsa shuni ta'kidlash zarurki, o'simliklarning kaliy bilan oziqlanishi faqat kolloidlardagi almashinadigan kaliy hisobiga amalga oshiriladi, agroximiklar tomonidan aniqlanadigan o'simliklarga qulay kaliy – kolloidli – almashinadigan kelib chiqishga ega elementdir.

3. Kolloidli massaning holati, amalda yaxlit sistema sifatidagi tuproqning barcha fizikaviy tavsifini, va birinchi navbatda strukturasi, zichligi, havo sig'imi, nam sig'imi va tuproq namligining holatini belgilaydi. Ko'pchilik o'simliklar, hayvonlar va boshqa organizmlar uchun tuproq fizik holatining ekologik optimal darajasi kolloidlarning 99,9% gel holatida va 0,1% - zol holatida bo'lgan muhitda yuzaga keladi.

4. Tuproqning singdirish kompleksi og'ir metallar va radionukleidlarning kation – ifloslantiruvchilari uchun geokimyoviy baryer hisoblanadi. Ammo kation – kolloidli singdirishni absolyutlashtirish ham mumkin emas. Yuvilmaydigan suv rejimli tuproqlarda singdirilgan kationlar almashinish yo'li bilan o'simliklar tomonidan o'zlashtiriladi va oziqlanishning biologik zanjiriga o'tadi. Yuviladigan tipdagi suv rejimli tuproqlarda, ifloslantiruvchilarning H^+ bilan almashinib siqib chiqarilishi va keyichalik landshaftdagi harakati muqarrar.