

A TERMŐFÖLD

IRTA
BALLENEGGER RÓBERT

KIADJA:
AZ ETHIKA TUDOMÁNYTERJESZTŐ ÉS KÖNYVKIADÓ K.T.
HUNGÁRIA KÖNYVNYOMDA ÉS KIADÓÜZLET BUDAPEST
1921

TARTALOM

ELŐSZÓ

I. FEJEZET.

A fizikai mállás

II. FEJEZET.

A talaj homokos és agyagos részei.

III. FEJEZET.

A talaj és a víz.

IV. FEJEZET.

A chemiai mállás.

V. FEJEZET.

A biológiai mállás.

VI. FEJEZET.

A tőzegképződmények.

VII. FEJEZET.

A nitrogén körforgalma a talajban.

VIII. FEJEZET.

A talaj tápsói.

IX. FEJEZET.

A talaj termékenységé.

X. FEJEZET.

A talajok osztályozása.

XI. FEJEZET.

Laterites talajok.

XII. FEJEZET.

A podszolos talajok.

XIII. FEJEZET.

A csernoszjomok.

XIV. FEJEZET.

A félsivatagok és sivatagok taljai.

XV. FEJEZET.

A láptalajok.

XVI. FEJEZET.

A szikes talajok.

XVII. FEJEZET.

Magyarország talajviszonyainak áttekintése.

Irodalom.

*Feleségemnek
ajánlom ezt a kis könyvet,
mert szeretetteljes közreműködése
nélkül sohasem irtam volna meg.*

ELŐSZÓ

Ez a kis könyv azokat az előadásokat tartalmazza, melyeket 1920 tavaszán a műegyetem közgazdasági szakosztályának hallgatói számára tartottam. Az előadásokat némileg átdolgoztam, hogy a főiskolát nem végzett művelt nagyközönségnek is hozzáférhetőek legyenek.

Előadásaim célja a termőföldről szóló ismereteinknek dióhéjban való feltüntetése volt. A termőfölddel sok tudományág foglalkozik, így különösen a mezőgazdasági vegytan és a földtan. Ezeknek művelői azonban a talajjal csak bizonyos szempontokból foglalkoznak, látószögük kicsiny, nem öleli fel a talajról szóló ismereteink összességét. A tudomány haladásával a termőföldről szóló ismereteink, különösen az utóbbi években, annyira fejlődtek, hogy immár külön tudományszámba mennek. A tudomány ezen új hajtásának megismertetését célozza az «Ethika» könyvkiadó vállalat, amikor ezt a kis munkát szárnyaira bocsátja.

A munka összefoglaló jellege miatt nem tárgyalhattam bővebben a tudomány eredményeinek gyakorlati vonatkozásait. Be kellett érnem ezeknek a kérdéseknek egyszerű megvilágításával, mert részletesebb tárgyalásuk külön munka célja lesz. Kivételt csupán a szikes talajokkal tettem, amelyeknél kissé bővebben foglalkoztam a hasznosítás kérdésével, nagy nemzetgazdasági fontossága miatt.

Azzal az óhajtással adom át ezt a kis könyvet a nyilvánosságnak, hogy mindazok, akik létünk alapja, a termőföld iránt érdeklődnek, találjanak benne valamit, adatot vagy gondolatot, amely kedvet keltsen bennük arra, hogy a tudománynak ezzel az új hajtásával behatóbban foglalkozzanak.

Budapest, 1920 Szilveszter napján.

B. R.

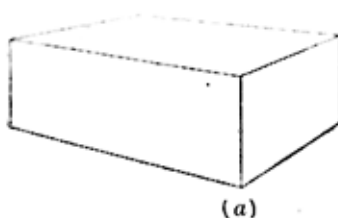
I. FEJEZET. A fizikai mállás

A Föld felszínét laza talajtakaró borítja, mely óriási szőnyeg módjára takarja el a Föld kérgének szilárd kőzeteit. Volt idő, amikor ez a talajtakaró még hiányzott, s a Föld felszínét csak szilárd kőzet alkotta. A talajtakaró ma is állandóan változik, sajátos életet él, keletkezik, átalakul és elmulik. Ebben a kis könyvben éppen azokkal a természeti törvényekkel ismerkedünk meg, amelyek a talajok keletkezését és elmulását szabályozzák és amelyek az egyes talajok sajátosságait megszabják. Ezek a sajátosságok az emberiség boldogulása szempontjából rendkívül fontosak, hiszen ezek állapítják meg azt, hogy Földünk adott helyén mennyi ember éljen meg és mennyi jusson nekik a kultúrából osztályrészül.

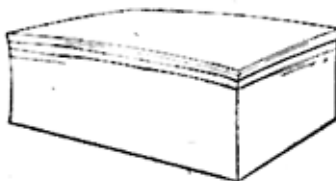
A mállás. A laza talajtakaró a Föld kérgének szilárd kőzeteiből keletkezett és keletkezik ma is. A természetben sok olyan erő működik, amely a szilárd kőzetet felaprítja és átalakítja. Azt a folyamatot, melynek során a szilárd kőzet laza talajjá alakul át, *mállásnak* mondjuk, míg azok az erők, melyek azt létre hozzák, a mállás tényezői. Ezek az erők három csoportba oszthatók, u. m. a fizikai, a kémiai és a biológiai mállás tényezőinek csoportjába.

A fizikai mállás erői felaprítják a szilárd kőzetet, a keletkezett törmelékkel elszállítják és bizonyos rendszer szerint osztályozva ismét lerakják. Az így keletkezett laza kőzettörmelékkel kémiai erők átalakítják és a biológiai tényezőkkel egyetemben megteremtik azokat a sajátosságokat, melyek lehetővé teszik, hogy az elmállott kőzeten növényeket termelhessünk, vagy más szóval a kőzetet termőtalajjá alakítják át.

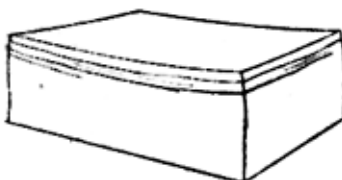
Tulajdonképpen a Nap melege az az erő, amely a kőzeteket elpusztítja. A kőzetek felmelegedése és lehülése, a szél és a csapadék mennyisége, eloszlása és ereje mind a Nap melegével függnek össze.



(a)



(b)



(c)

Az egyenlőtlen felmelegedés hatása a kőzetre.

a) az egyenletesen felmelegedett kőzetet mutatja; b) azt, hogy terjed ki a kőzet felső része, ha felmelegedik; c) hogy húzódik össze, ha lehül. Ha a kiterjedés és az összehúzódás elég nagy, a kőzet felszíni részei összeropedeznek. (VAN HISE után.)

A hőmérsékletváltozás okozta mállás. A Nap sugarai a kőzetet felmelegítik (*inszoláció*), éjjel a hősugárzás folytán a kőzet kihül (*radiáció*). Ennek az egyszerű folyamatnak mélyreható következményei vannak.

Az inszoláció által felmelegített kőzetnek csak a külső része melegszik fel, mert a kőzet rossz hővezető. A kőzet felmelegedett külső része kiterjed, míg a belső része, mely nem melegedett fel, nem követi ezt a kiterjedést. Ennek következtében a kőzet külső, felmelegedett részében feszültség keletkezik, mely oly nagy lehet, hogy hatására a kőzet összeropedezik. Éjjel viszont a kőzet külső része hamarabb hül le, összehúzódik, ennek következtében a nappal keletkezett repedések még nagyobbak lesznek és a kőzet darabokra esik szét.

Szépen látható ennek a folyamatnak az eredménye a sivatagban, ahol a nappali és éjjeli hőmérséklet közti különbség vagy 60-80 fokot is elér. Itt a felszínt a hőmérsékletváltozások hatására keletkezett éles törmelék borítja be. A hegycsúcsok lejtőit takaró törmelék jó része is így keletkezett.

A hőmérséklet változásai a kőzet egyes ásványait is ugyanígy érintik, mint az egész kőzetet: Miután az ásványok nem terjednek ki egyformán a meleg hatására, az aránylag durva szemű kőzetekben, úgymint a gránitokban, szabálytalan feszültségek keletkeznek, melyek az egyes ásványokat helyükből eltolni igyekeznek és végeredményben az egész kőzetnek az őt alkotó ásványokra való szétesésére vezetnek. Az egyes ásványok színe is befolyásolja ezt a folyamatot, mert a sötét ásványok erősebben melegednek fel, mint a világos színűek. A tarka kőzetek ennél fogva hamarabb esnek szét, mint az egyszínűek.



*Egyenlőtlen felmelegedés hatására szétrepedt gránitszikla.
(WALTHER után.)*

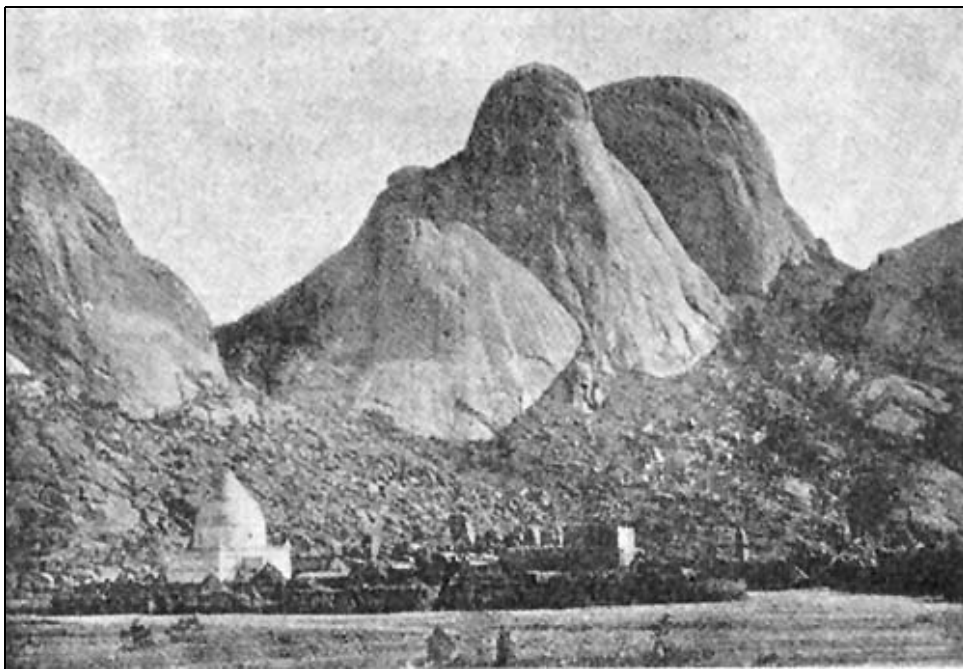
Maguk az egyes ásványok is összeropedezhetnek a hőmérsékletváltozás következtében beállt feszültség miatt. A jól hasadó ásványokban, p. o. a földpátokban ily módon számtalan finom repedés keletkezik, amelyek mentén a levegő és a víz behatolnak az ásvány belsejébe és megkezdik annak kémiai elbontását. Hatásukra a földpát elhomályosodik, színét veszti és ez a folyamat a finom repedések mentén befelé halad.

A fagy repesztő munkája. Mérsékelt éghajlat alatt nagy szerepe van a kőzetek szétrepesztésében a *fagy* munkájának. Amikor a víz megfagy, térfogatának egy tizedével kiterjed és ezzel hatalmas repesztő munkát végez. Ha a hőmérsékletváltozások következtében keletkezett repedésekben levő víz megfagy, nagy kőzettömegeket repeszthet le. A magas hegységekben a szirtek lábánál levő törmelék legnagyobb része a fagy munkájának eredménye. A fagy hatására azok a kőzetek esnek szét leghamarább, melyek teljesen átitatódnak vízzel. Ilyen a legtöbb márga. A fagynak azonban ellenállnak a kőzetek akkor, ha a víz nem tölti ki egészen a pórusokat és a megfagyó víz kiterjedhet bennük anélkül, hogy a kőzet részeit szét kellene tolnia.

A szél koptató munkája. Nagy szerepe lehet még a kőzetek elkoptatásában a szélnek. A szélnek ezt a munkáját, mely a szél által hordott anyag segítségével történik, *eolikus korróciónak* mondjuk. A homokszemek, melyeket a szél a szikláknak vagy egyéb tárgyaknak hajt neki, lekoptatják, lecsiszolják a felületeket, melyekhez hozzáütődnek. A szélnek ez a munkája egyes helyeken igen jelentékeny, így p. o. Walther felemlíti, hogy a Transkáspai vasúti vonal mentén levő távíró drótokat 11 év múltán ki kellett cserélni, mert átmérőjük felére csökkent a homokfúvás okozta kopás következtében. Egleston pedig reámutatott arra, hogy a városok utcáiból kifújt por, melyet a szél sírköveknek hajt neki, elég arra, hogy idővel a feliratokat elhomályosítsa, lekoptassa.

Egyéb aprító erők. Sok kőzetet aprít még fel a hullámverés, továbbá a folyók és a gleccserek munkája. De élőlények is készíthetnek törmeléket. Állatcsordák porrá zúzhatják a kőzetet, mely felett elhaladnak. Az emberi munka is sok port hoz létre. Valószínű, hogy az a por-mennyiség, mely az országuton keletkezik nehéz vagy gyors forgalom által, sokkal nagyobb, mint az a finom törmelék, melyet egy éppoly széles medrű folyam hoz létre.

A törmelék elszállítása. A különböző módon keletkezett törmelék ritkán marad meg keletkezési helyén. A lejtőről állandóan legurul vagy lecsúszik, a lejtő alján felhalmozódik és törmeléklejtőt képez. A törmeléklejtő hajlásának szöge az anyag nagyságától és alakjától függ, rendszerint 26 és 43° közt van.



*A Dzsebel Kaszala nevű gránithegyet félig elfödő törmelék.
(WALTHER után.)*

Száraz éghajlat alatt a törmelék a lejtő lábánál fel is halmozódik, ezeken a helyeken egész hegyláncokat találunk saját törmelékük alatt félig eltemetve. Ilyenek Belső-Ázsia, továbbá az Amerikai Egyesült Államok nyugati részének hegyláncjai.

A folyó munkája. Nedves éghajlat alatt a lejtőn végigfutó vadpatakok a törmeléket eltávolítják, a törmelék egészen el is tűnhet a hegy lábától. Az esővíz, amely a törmeléklejtőn végigfolyik, szintén sok anyagot visz el. A törmelék a folyóba kerül, amely tovább szállítja. A szállítás alatt a törmelék egymáshoz ütődik, egymást súrolja, koptatja, és minél tovább tart a szállítás, annál apróbb szemű a folyó hordaléka.

Hohenburger a Mura folyón tanulmányozta a hordalék felaprózódását és azt találta, hogy a folyó hordalékának átlagos nagysága

		Gráznál	224 cm ³
a 10	km-re levő	Gössendorfnál	184 "
az 56	"	Unterschwarzanál	81 "
a 83	"	Leitersdorfnál	50 "
a 120	"	Untermauthdorfnál	21 "

A távolság, melyet egy kőzetdarabnak meg kell tennie, hogy teljesen elpusztuljon, a kőzet minőségétől függ. A puhább kőzet hamarabb kopik el, mint a keményebb; így például megfigyelték, hogy homokkődarabok, melyeknek átlagos súlya 40g volt, 15km-nyi út után teljesen elkoptak, míg 36g súlyú gránitdarabok 278km-nyi utat birtak ki. A szállítás alatt a hordalék legömbölyödik, és pedig annál tökéletesebben, minél messzebbre vitte a víz. De csak a nagyobb darabok gömbölyödnek le, a kisebbek a víz ellenállása következtében nem ütődnek egymáshoz és így nem is kopnak. Ziegler kísérletei szerint az 1mm-nél kisebb átmérőjű szemek vízben nem gömbölyödhettek le.

A folyó üledékei. Az elszállított törmeléket a víz idővel lerakja. A vízi üledékek közül első-sorban a folyami üledékek érdekelnek bennünket. A folyó egész hosszában, a forrás közelségétől a torkolatáig rakhat le üledéket. A hegyi patak gyors vize sok törmeléket hömpölyget medrében, melyet mindig mélyebbre váj, amint azonban elhagyja meredek hegyi ágyát és a hegység lábához vagy egy széles völgybe érkezik, medrét mélyítő folyóból medrét feltöltővé válik, mert a folyó esésének csökkenésével a víz sebessége és ennek következtében szállító ereje is csökken. A víz ekkor nagy mennyiségű hordalékot rak le. Az üledék legyezőszerűen terjed szét, *törmelékkúp*nak nevezett képződményt alkot, melynek terjedelme néhány négyzet-métertől több ezer négyzetmérföldig terjedhet. Minél nagyobb a törmelékkúp, annál lankásabb az oldala; nagy törmelékkúpok majdnem vízszintesek. Ilyen nagy törmelékkúpok töltik ki az Alföld medencéjét. Maga a medence süllyedés következtében jött létre egy elmúlt geológiai korban. A törmelékkúpok anyaga igen különböző nagyságú hordalékból, kavicsból és homokból áll.

További útjában a folyó mindig finomabb és finomabb anyagot rak le; először *durva homokot*, mely főleg nagy kvarcsemekből áll. A víz szállító erejének további csökkenésével nagyobb mennyiségű csillámpikkely is leülepedik, az üledék *csillámos homok*. További szállításnál a durva kvarcsemek száma mindinkább fogy és a csillámpikkelyekkel együtt nagyobb mennyiségű finom kőliszt is leülepedik, *iszapos üledék* keletkezik. Még tovább menve az üledék kizárólag finom kőlisztből áll, apró csillámpikkelyekkel. Ez a finomszemű üledék már az *agyag* sajátágaival bír.

Ezek az ártéri üledékek finoman rétegeztettek és vízszintes elrendeződésűek. Vastagságuk rendkívül nagy lehet és attól függ, hogy mennyi törmeléket szállít a folyó és milyen mély a völgy, melyben az üledék lerakódik.

A tavak üledékei. A tavakban is nagy mennyiségű üledék rakodik le. A nagyobb tavak partján a hullámverés jelentékenyen pusztítja a part kőzeteit; a keletkezett durvább törmelék a part közelében rakodik le. A finomabb anyagot, a homokot és az iszapot azonban az áramlások beviszik a vízbe és az egész tófenéken lerakják. Úgyanez történik a tóba ömlő folyók hordalékával. A durvább üledék a folyó torkolásánál leülepszik és ott deltát alkot, míg a finomabb iszapot tartalmazó víz, amely nehezebb, mint a tó vize, leszáll a tó fenekére, szétterül és lassan lerakja hordalékát, amely finom, vízszintes, jól rétegzett iszapüledéket szolgáltat. A folyók időszaki változásainak megfelelően az üledék szemcséinek finomsága is változik. Ilykép évgűrűszerű jelenség keletkezik és az egyes rétegekből megállapítható az egész üledék lerakódására szükséges idő.

Ha tengerbe ömlik a folyó, torkolatánál nemcsak az esetleg még magával hozott durvább anyagot rakja le, hanem a tengervíz sója a lebegő finom iszapot és agyagot is kicsapja belőle.

A szél mint szállító erő. A fizikai mállás termékeinek elszállításában nagy szerepe van a szélnek. A sivatagokban a mállás termékeit úgyszólván kizárólag a szél távolítja el. Amikor a szél végigsöpri a sivatagot, kifújja onnan a finomabb törmeléket és messzire elviszi. A szélnek ezt a munkáját Walther nyomán *deflációnak* nevezzük.

Minél hevesebb a szél, annál durvább szemű anyagot szállít. A finom port már a gyenge szelek is messzire elviszik, míg a homokszemek elszállítására közepes erejű szélre van szükség. A kivételes erejű nagy szelek apróbb kavicsokat is felkaphatnak, bár messzire nem viszik őket.

Általában véve a szélesebesség, mely szükséges, hogy adott sűrűségű gömbalakú testet elszállítson, a sugár négyzetével arányos és viszont, a szél által elvitt szemcse nagysága a szél sebességének négyzetgyökével nő.



*Porvihar a Kék-Nilus partján.
(WALTHER után.)*

Szokolow orosz geologus megfigyelései szerint a különböző erejű szelek által elvitt legnagyobb homokszem átmérője a következő:

	A szél sebessége másodpercenként	A legnagyobb homokszem átmérője
Közepes erejű szél	4.5 - 6.7 méter	0.25 mm
Friss szél	6.7 - 8.4 "	0.5 "
" "	9.8 - 11.4 "	1.0 "
Erős "	11.4 - 13.0 "	1.5 "

Udden amerikai kutató számos mérésből azt következteti, hogy a legnagyobb kvarc szemcse átmérője, melyet a rendes erős szelek lebegve tartanak 0.1 mm, a legnagyobb szemcse azonban, melyet ugyanez a szél nem lebegve, hanem gördítve elvihet, mintegy 2mm átmérőjű.

A távolság, amelyre a szél a homokszemeket elviszi, természetesen függ a homokszemek nagyságától és alakjától; hosszabb ideig lebegve csak a legfinomabb részek maradnak, míg vagy a szél erejének csökkenése vagy az eső le nem csapja őket. Udden sok szélhordta üledék vizsgálatából az alábbi táblázatot szerkesztette azokról a legnagyobb távolságokról, melyekre közepes erejű szél különböző nagyságú kvarc szemeket elszállíthat (egyes szökekben):

	Finom homok	melynek átmérője	1/4-1/8 mm	1 mérföldnél kisebb távolságra
Nagyon	"	"	1/8-1/16 "	néhány mérföldre
	Durva por	"	1/16-1/32 "	200 "
	Közepes "	"	1/32-1/64 "	1000 "
	Finom "	"	1/64 "	a Föld körül

Ezek az elméleti távolságok azonban valószínűleg csak ritkán valósulnak meg, mert a széláramok ereje folyton változik.

Viharok igen nagy távolságokra szállíthatnak anyagot. Észak-Németországban és Angliában a Szaharából származó anyagot észleltek, amely kiindulási helyétől 4000 km távolságra hullott le.

Hazánkban Wartha Vince az 1888 február 5. és 6-án Csacszán lehullott sárgás színű porról állapította meg, hogy vulkáni eredetű és valószínűleg Izlandból szállította hozzánk a hóvihar. A por északi eredetét bizonyítják a benne talált havasi algák egyes sejtjei.

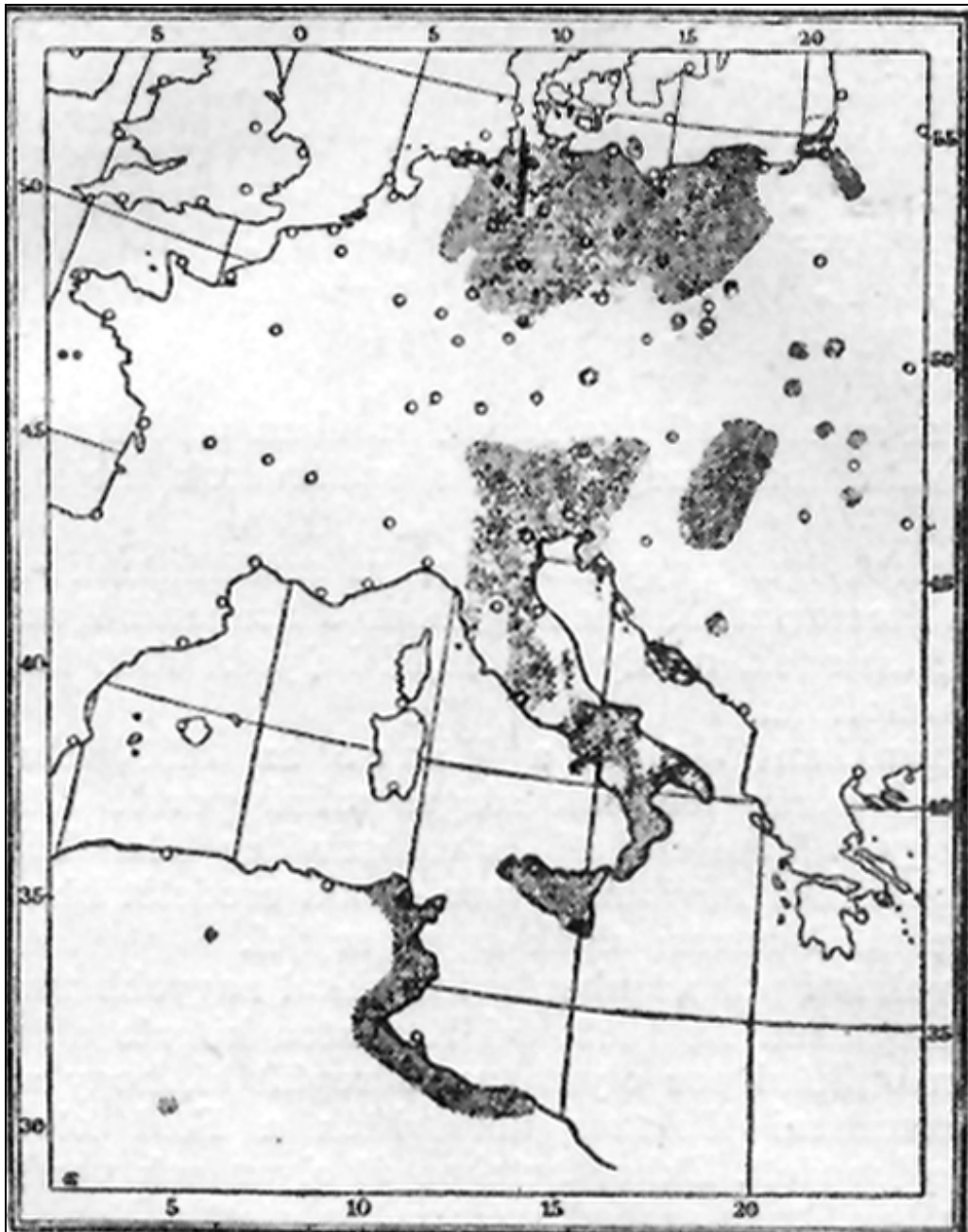
A vulkáni por azonban még sokkal nagyobb távolságokat is megtehet. Az 1883. évi Krakatoa kitörés alkalmával a finom vulkáni por oly magasra repült ki, hogy a levegő felső áramlásai többször körülvitték a Föld körül, míg végre leülepedett. Ekkor heteken át olyan sok por lebegett a levegőben, hogy szabad szemmel lehetett a Napba nézni, annyira elhomályosult a fénye a sűrű portól.

A pornak egy része a földkörüli utat 15 nap alatt tette meg. Ez a por lassacskán az egész Földön leülepedett és az összes jelenkori üledékekben megtalálható.

A porhullások tömege is rendkívül nagy lehet. Az 1901. évi március 9-12-iki nagy poreső Európába 2 millió tonna port hozott, míg Észak-Afrikában 1.5 millió tonna hullott le. Európában ekkor 437.500 km² területen átlag ¼ mm vastag porréteg keletkezett. Ez a por Walther szerint legalább 4000 km utat tett meg.

Hazánk egyes vidékein most is elég tekintélyes mennyiségű por esik le. Így p. o. Lóczy Lajos mérései szerint a Balaton fenekére évente ½ mm vastag porréteg hull le a levegőből.

A szélhordta üledékekben a szél munkáját felismerhetjük az üledék ásványos összetételének egyformaságából s az egyes ásványszemcsék alakjából is. Képzeld el, hogy valamely folyó partján a vizlerakta csillámos homokot a szél megragadja és lassan a parttól befelé viszi. A szállítás alatt a homok összetétele megváltozik. A szél ugyanis a finomabb részeket, továbbá a pikkelyes alakú ásványokat, a csillámokat, hamarosan kifujja. A puhább vagy könnyen hasadó ásványok a homokszemek egymáshoz való ütődése és surlódása következtében felaprózódnak és szintén kifuvódnak úgy, hogy végül csak a legkeményebb, legellenállóbb ásványok maradnak meg.



Az 1901. évi március 9-12.-i porosó alkalmával lehullott por.

A sötét foltok a porhullásos területeket jelzik.

Az afrikai eredetű por a Keleti tengerig jutott el. (HELLMANN után.)

A szélhordta üledékek szerkezete. A szállítás alatt a száraz homokszemcsék egymást kölcsönösen gömbölyűre koptatják. Minél messzebbre történt a szállítás, annál tökéletesebb a szemcsék legömbölyödöttsége. Miután az 1 mm-nél kisebb szemek vízben nem kopnak, az ennél kisebb gömbölyű szemeket a szélműködés eredménye gyanánt kell tekintenünk.

A szél a homokszemeket nagyság szerint is szétválasztja. Erre vonatkozólag szintén Udden végzett értékes megfigyeléseket. Ő egy hengert helyezett el egy szirt tetején 30 méter magasságban a Mississippi felett. Ebben a hengerben felfogta a különböző sebességű szelek által hozott port. A porszemek nagyságát megmérte és méréseiből azt a következtetést vonta le, hogy a szél a különböző nagyságú szemeket oly módon választja el, hogy az egyik fokozatú üledék nem megy át messzire a másik fokozatú üledék területére. Vagyis a finom kavicsot vagy homokot a szél nem viszi át a por területére, ennek folytán a szél által lerakott üledék

nagy területen egyforma. Udden következtetéseit megerősítik a különböző sivatagokban végzett megfigyelések.

A szélhordta üledékek szemcsenagyságát illetően Szokolow szerint nem ismerünk olyan üledéket, melyben a szemek nagysága 4-5 mm-nél nagyobb volna, rendszeren kisebb az 1 mm-nél. Hazánk nagy homokterületein a homokszemek nagysága 2 mm-nél kisebb, a legtöbb szemcse átmérője 1 és 0.2 mm közé esik.

A szélhordta üledékek anyagának végső eredete sokféle. Csak kis részük köszöni eredetét közvetlenül a szél munkájának. Nagyrészt a kőzeteknek az inszoláció következtében beálló szétadarabolása útján jött létre. Sok köztük a vulkánok kitörésekor kirepülő finom anyag, amely messzire elszáll és az eredeti kitörés helyétől nagy távolságra rakódik le.

A szél nagyon sok anyagot fúj ki a folyók árterületéről, továbbá a tavak kiszáradt medréből és az apálykor szárazzá váló tengerpart homokjából is. A nedves talajt a szél nem kezdi ki, előbb felszárítja azt és csak azután dolgozza át és fúj ki belőle mindent, amit felemelhet.

A futóhomok. A szél erejének csökkenésével a kifújt anyagból legelőször a homok ülepedik le és alkalmas körülmények közt buckákban halmozódik föl. A buckák a sivatagokban, továbbá szeles partokon nagyon gyakori képződmények. Keletkezésük törvényeit Cholnoky Jenő vizsgálataiból ismerjük. Ott, ahonnan a homok elindul, hosszú halmokat, *dűnéket* látunk egymással többé-kevésbé párhuzamos sorokban. Ezek a dűnék a szél irányára keresztben elnyúló, szélről épített homokgátak. Alakjuk folyton változik, állandó mozgásban vannak és a szél irányában haladnak. Továbbhaladásuk közben szétbomlanak elnyújtott ívalakú, a félhold alakjára emlékeztető képződményekre, melyeknek sarlóalakú két karja a szél irányában nyúlik el. Ezek az úgynevezett *barkhánok* a szabadon mozgó homok tipusos képződményei. Szép barkhánok vannak a Duna-Tisza közének buckavidékén, továbbá a deliblái homokpusztán is.

A dűnék és barkhánok vándorlásuk közben nedvesebb, szélcsendesebb helyre érkehetnek, itt ellepi őket a növényzet és megkötődnek. A megkötés emberi kéz munkája is lehet, de vannak más okai is. A megkötött homokterületek buckáit a szél hosszú gerincekké dolgozza át, amelyek a legmunkaképesebb szél irányában fekszenek.

A buckák közepes finomságú és meglehetősen egyforma anyagból állnak. A vizet jól áteresztik, mert a homokszemek aránylag nagyok és gömbölyűek, ennél fogva szövetük nyitott. Viszont éppen ezért nem is tartják vissza a vizet, az összes rájuk kerülő csapadék hamarosan a mélyebb szintekre szalad és a hajszálcsovésség következtében visszatartott víz sokkal kevesebb, mint finomabb anyagokból álló üledékekben. A talajvíz szintje felett a buckák ennél fogva kevesebb vizet tartalmaznak, mint a többi talajok. Ezért a buckákon, még esős vidékeken is, szárazságot tűrő növényzetet találunk.

A homokterületek túlságos vizet áteresztő képességét részben ellensúlyozza az, hogy párolgás útján kevés vizet vesztenek. A párolgás a talajokban ugyanis mindig a talaj felszínéről megy végbe; a mélyebb rétegekben levő víznek előbb kapillárisan a felszínre kell jutnia és csak azután párolgathat el. A víz kapilláris emelkedése csak akkor mehet végbe, ha a vizes hártály, melyek a homokszemeket körülveszik, folytonosak az alsóbb nedves rétegektől a felszínig. Durva homokokban ezek a vizes hártályak aránylag ritkák, könnyen szakadnak meg úgy, hogy ha a felszínen a párolgás gyors, a felső rétegek kiszáradnak, még mielőtt kapilláris emelkedés útján új nedvesség jöhetne oda. Ennek következtében az összeköttetés az alsóbb nedves rétegekkel megszűnik, a víz nem emelkedik és nem is párolog el. A száraz felső homokréteg megvédi az alsóbb rétegekben levő nedvességet a párolgás ellen. A felső kiszáradt rétegnek ez a védőhatása okozza azt, hogy a homokbuckákban a felszín alatt 1-2 deciméterre gyakran találunk nedves réteget. Ott ahol a talajvíz nincs mélyen, ez a víz kapillárisan felemelkedett talajvíz lehet, bár az egyenletes szemű homokokban a víz nem emelkedik magasra. A legtöbb

esetben ez a buckanedvesség esővizből, de még inkább harmatból ered. Sok helyen, különösen ott, ahol a talajvíz mélyen van, ez az így megőrzött buckanedvesség teszi lehetővé a növényzet megélhetését a homokon.



*Ivalakú dűne (barkhán) a Delibláton.
(CHOLNOKY után.)*

A Duna-Tisza közti homok termékenységét annak köszönheti, hogy a homok alatt néhány méternyi víz nem eresztő agyagréteg van. Ezen az esővíz meggyűlik és talajvizet alkot, amely sehol sincs oly mélyen, hogy a mélyebbre hatoló gyökerek el ne érhessek.

A hulló por és lösz. Mi történik a homokterületekről kifújt finom porral? A szél erejének gyöngülésével ez is leülepszik. A homoksivatagokat rendszerint füves területek veszik körül, a fűek merev szárai a széláramot legyengítik és ennek következtében a szél terhének egy részétől megszabadul. A lehullott por a növények körül lerakódik és a növények megőrzik a további elhurcoltatástól. Amilyen mértékben a porréteg felhalmozódik, a növénytakaró is magasabb szintre emelkedik. Az elhalt növények gyökerei és szárai megmaradnak a lehullott porban, mindaddig míg el nem korhadnak; helyük üresen marad, ilyképp függélyes csövek keletkeznek, melyek a porrétegbe nyulnak be. Ezek az üregek utólag megtelnek ásványos anyaggal, főleg szénsavas mésszel és okozzák ennek az üledéknek azt a hajlandóságát, hogy függőleges irányban könnyen hasad és meredek falakat formál. Ez az üledék a *löss*. Az esősebb vidékekre vitt port az eső lecsaphatja a levegőből és a por ekkor többé-kevésbé rétegzett lösz alakjában halmozódik fel. A lösz anyagának eredete sokféle lehet. Löss halmozódik fel a gleccserek alján levő üledékekből kifújt porból, továbbá a sivatagok porából, valamint a folyók ártereinek finom anyagából, is.

A lösz keletkezésének megfelelőleg rendkívül laza és likacsos kőzet. A vizet könnyen átveszti, jól szellőződik és mállása szolgáltatja hazánk legjobb talajait. Magyarországon a lösz nagy területeket borít főleg az Alföldön és Dunántúl. Népies neve sárgaföld. A lösz-vidéken az utak mélyen bevágódnak ebbe a laza anyagba, amely az utak mentén meredek falakat képezve áll meg. Egyes helyeken lakásokat is vájnak bele és ezek nem a legrosszabb lakások, mert a lösz aránylag száraz és jól szellőződik.

A gleccserek munkája. Hatalmas aprító és szállító eszközök végül a Föld felszínén mozgó nagy jégtömegek, a gleccserek. Ezek a hatalmas jégfelhalmozódások összezúzzák és lecsiszolják a kőzetet, amely felett elhaladnak. A jég leszakító és őrlő működése következtében keletkezett törmelék szemcsenagysága a legfinomabb lisztől a hatalmas kőtömbig terjedhet. A finom anyag kőlisztből áll, agyag rendszerint hiányzik. A homokszemek szögletesek és üdék, ami azt mutatja, hogy friss kőzet szétzúzása révén keletkeztek.

Ha a gleccser jege elolvad, akkor a gleccser hordaléka visszamarad és morénáknak nevezett terepformákat szolgáltat. A morénákat anyaguk szemcsenagyságának nagy változatossága jellemzi, a kőlisztben kőtömböket is találunk beágyazva. A meg nem bolygatott morénában a durva és finom elemek belső elkeveredése következtében a pórusok térfogata csekély és ennél fogva vizet rekesztő rétegeket képeznek.

A gleccser olvadásakor képződő sok víz számos hegyi patakot táplál, melyek a gleccser hordalékát elviszik és annak legnagyobb részét a hegység lábánál, ahol a víz esése hirtelen csökken, lerakják. Ezt a folyóvíz lerakta üledéket azután kikezdi a szél, kifújja belőle a finomabb anyagot, a homokból buckákat formál, míg a port messzire elviszi, hogy azután lösz alakjában rakja le.

Itt a természet nagy szállító erőinek együttes hatását látjuk, amely azt eredményezi, hogy majdnem minden üledék létrehozásában több tényező működik közre. A szállítást egyes esetekben főleg a víz, máskor a szél végzi, de rendszerint mind a két erőnek része van az üledék létrehozásában. A két erő közül a szél jóval gyengébb, de működési tere sokkal tágabb. A folyóvíz mindig csak lefelé szállíthat anyagot és csak olyan helyre rakhatja azt le, mellyel közvetlen érintkezik. A szél ellenben a finom anyagot mindenüvé elviheti és így lehetséges az, hogy minden talajban találhatunk olyan ásványokat, melyek a talaj anyakőzetében nincsenek meg. A szél az oka annak, hogy bizonyos hasznos ásványok, mint a foszforsavat tartalmazó apatitok, minden talajban előfordulnak.

A fizikai mállás termékei még nem termőföldek. A fizikai mállás erői által létrehozott üledékek azonban még nem igazi talajok. Ezek kőzettörmelék felhalmozódások. Attól a kőzettől, melyből keletkeztek, csak felaprózott voltak, lazaságuk különbözteti meg őket. Kémiaiilag ugyanazokból a vegyületekből állnak, mint az anyakőzet. Talajoknak majd csak akkor nevezzük ezeket az üledékeket, ha az őket átjáró levegő, víz és a rajtuk megtelepedő szervezetek hatására új vegyületek keletkeztek bennük, melyek az eredeti kőzetben nincsenek meg. Ezek a vegyületek a kémiai és a biológiai mállás hatására jönnek létre és ezek változtatják át a kőzettörmeléket termőföldré.

II. FEJEZET.

A talaj homokos és agyagos részei.

A fizikai mállás hatására keletkezett közettörmelék különböző nagyságú részekből áll. Fontos sajátságai, a levegővel és a vízzel szemben való viselkedése, továbbá szilárdsága nagy mértékben függnek a részek nagyságától. Ha a különböző nagyságú részek sajátságait tanulmányozni kívánjuk, akkor el kell őket egymástól választanunk. Ez a mechanikai elemzés feladata. A mechanikai elemzés adataiból következtetéseket vonhatunk a talaj keletkezéséről, továbbá fizikai sajátságait illetően.

A talajt alkotó ásványos szemcséket Atterberg svéd kutató nyomán a következő csoportokba foglaljuk össze.

A 2 mm-nél nagyobb átmérőjű szemeket *kavicsnak* nevezzük.

A 2 mm-nél kisebb átmérőjű részeket négy csoportba oszthatjuk be.

1. *Durva homokszemek*, átmérőjük 2-0.2 mm. Ezek vizet jól áteresztő homokokat alkotnak.
2. *Finom homokszemek*, átmérőjük 0.2-0.02 mm. Ezek a homokszemek már oly finomak, hogy a köztük levő üregekben a víz csak lassan mozog; ezek víztartó homokok. A 0.02 mm-nél nagyobb homokszemeket szabad szemmel megkülönböztethetjük a szemcse szélét a közepétől. További jelentősége ennek a határszámnak az, hogy a fűvek hajtásgyökerei a 0.02 mm-nél finomabb szemcsék közé már nem tudnak behatolni.
3. *A köliszt vagy porszemek*, átmérőjük 0.02-0.002 mm. Az ilyen apró szemekből álló üledékek már bizonyos kötöttséggel bírnak, nem olyan lazák, mint a tisztán homokból álló talajok. A kölisztszemcsék alsó határa két ezred milliméter. Ez a határszám több szempontból is nevezetes. A legtöbb baktérium az ennél finomabb részek közt már nem mozoghat szabadon, és az ennél finomabb részek egy csepp vízben mikroszkóp alatt nézve heves mozgásban levőknek látszanak. Ez a mozgás az úgynevezett Brown-féle molekuláris mozgás. Ez jellemzi a
4. csoportba sorolt szemcséket, az **agyagszemeket**. Átmérőjük két ezred milliméternél kisebb. Ezek az apró részek nevezetes új sajátságokat mutatnak. Vizben felrázva rendkívül sokáig lebegve maradnak, ha azonban a zavaros folyadékhoz kevés savat vagy sóoldatot öntünk, akkor az agyag kicsapódik az edény fenekére és a zavaros folyadék megtisztul.

Iszapolás. A mechanikai talajelemzés feladata az, hogy ezeket a csoportokat elválassza egymástól. A 2 mm-nél nagyobb részeket, a kavicsokat kiszitáljuk a talajból, míg a finomabb részeket vízzel, *iszapolással* választjuk el. Az iszapolás azon alapszik, hogy valamely folyadékban a leeső test esési sebessége és átmérője közt meghatározott összefüggés van.

Így példának okáért egy 30 cm magas vizoszlopból az összes részek, melyek átmérője

0.2 mm-nél nagyobb	15 másodperc alatt	leülepednek
0.02 "	22 ½ perc	" "
0.002 "	24 óra	" "

míg a két ezred milliméternél kisebb átmérőjű részek 24 óra alatt sem ülepednek le.

Ha tehát egy üveghengerbe talajt teszünk és arra 30 cm magasságig vizet öntünk, a talajt a vízzel jól összerázom és 24 órára elteszem és ezen idő múlva a zavaros folyadékot a leülepedett részről leöntöm, akkor ez a zavaros folyadék csak azokat a részeket tartalmazza, melyek átmérője 0.002 mm-nél kisebb, vagyis az agyagos részeket. Az ennél nagyobb részek, a

kőliszt, a finom és a durva homok az üledékben vannak. Ha most ezt a leülepedett részt vízzel újból összerázom, akkor 22 ½ perc alatt a 30 cm magas vizoszlopból leülepszik a durva és a finom homok, míg a kőliszt lebegve marad. A zavaros folyadékot leöntve és beszáritva, megkapom a kőlisztet. A homokos üledéket vízzel újból felrázva 15 másodperc alatt leülepedik a durva homok, míg a finom homok lebegve marad. Ily módon elválaszthatom egymástól a talaj különböző nagyságú ásványos részeit.

Az agyag sajátságai. Ezen csoportok közül az agyagos résznek nevezetes sajátságai vannak. Míg a nagyobb részek, a homok és a kőliszt fizikai és kémiai sajátságai ugyanazok, mint azé az ásványé, melynek felaprózása által keletkeztek, addig az agyagos részek új sajátságokat mutatnak, amelyek az agyagrészek finom voltával függnek össze. Ez abban nyilvánul, hogy ezek a részecskék, vízzel felrázva, igen sokáig lebegve maradnak, sók és savak hatására azonban hamarosan leülepednek, a sók oldataiból bizonyos alkatrészeket erősen megkötnék. Az agyag sok vizet képes elnyelni és akkor ragadóssá válik, nedvesen gyúrható, alakját szárazon is megtartja. Ha kiszárad kökemény, összezsugorodik és összeropedezik, de ha megnedvesítjük, újból kiterjed és ismét ragadóssá válik.

Az agyagnak ezen sajátságait *kolloid* sajátságoknak nevezzük. Ezek a sajátságok jellemzik azokat az anyagokat, melyeknek részecskéi két ezred milliméternél kisebbek. Ilyen finom részecskék már a fizikai mállás során is létrejönnek a kőzetek összezúzdása következtében. Nagyobb részük azonban vegyi folyamatoknak köszöni eredetét. Bármilyen is legyen azonban az eredetük, bizonyos közös sajátságaik vannak.

A kolloid sajátságok. Lássuk ezeket a sajátságokat közelebbről. Az agyagos résznek érdekes sajátsága az, hogy vízzel felrázva, a vízben sokáig lebegve marad, zavaros folyadékot, úgynevezett *diszperziót* képezve. Ha azonban ehhez a zavaros folyadékhoz, amelyben az agyagrészecskék szabadon lebegnek, kevés savat vagy valamely sóoldatot adunk, akkor az agyagrészecskék hamarosan leülepednek, a folyadék megtisztul, az agyag kicsapódik, *koagulálódik*.

Foglalkozzunk kissé behatóbban ezzel a jelenséggel, mely a talajok sajátságait nagy mértékben befolyásolja. Végezzük el a következő kísérletet: Tegyük egy csészébe egy maréknyi talajt, dörzsöljük szét tiszta eső vagy desztillált vízzel és a zavaros folyadékot öntsük át egy nagyobb üvegpohárba. Ismételjük ezt meg addig, amíg a talaj már nem teszi zavarossá a vizet. Ekkor a csészében visszamaradtak a talaj durvább részei, míg az agyag a finom kőliszttel a pohárba került. A pohárban levő folyadék igen sokáig zavaros marad, mert az agyagszemcsék kicsinységük miatt a vízben sokáig lebegnek. Ha most a zavaros folyadékhoz kevés mésvizet öntünk, akkor pár percen belül azt észlelhetjük, hogy az agyag szemmel látható nagy pelyhekké tömörül és rövid idő alatt leülepedik az edény fenekére, a fölötte levő folyadék pedig kitisztul. Az agyag a mész hatására koagulálódott. Ha a tiszta folyadékot az agyagról leöntjük, az agyagot pedig egy tölcserbe mossuk át és tiszta eső vagy desztillált vizet öntünk rá, akkor eleinte a víz tisztán és gyorsan folyik a tölcseren át. Idővel azonban a lecsepegő víz zavarossá és a csepegés lassúbbá válik. Ez akkor következik be, amikor a víz az agyag által visszatartott mézsót kioldotta; ekkor az agyagpelyhek ismét szétesnek az egyes agyagszemcsékre, amelyek a szűrőpapír finom nyílásait eltömik és így megnehezítik a víz keresztüláramlását. Ha ekkor a talajra kevés mésvizet öntünk, a meszes víz ismét tisztán és gyorsan folyik az agyagon át, mert a benne levő mész hatására az agyag ismét pelyhekké tömörült és a pelyhek közt a víz könnyen talál utat.

Az agyag kicsapására kevés mész is elegendő. Schloesing kísérletei szerint az olyan vízből, melynek literében 200 mg mész van, az agyag rögtön kicsapódik; 100 mg meszet tartalmazó víz már sokkal lassabban hat, ebben a teljes kicsapódáshoz több napra van szükség; míg ha a víz mésztartalma csak 50 mg, akkor a mész hatástalan és az agyagot nem csapja ki. A

mészsóknak ezt a hatását a gazdák régóta ismerik és fel is használják túlságosan agyagos, vizet át nem engedő talajaik megjavítására. De nemcsak a mészevegyületek mutatnak ilyen hatást, hanem az összes oldható sók. Így a vasnak, az alumíniumnak, a magnéziumnak, a káliumnak és a nátriumnak oldható sói mind hasonlóképp viselkednek és csak abban különböznek, hogy egyesek már sokkal kisebb mennyiségben is képesek az agyagot kicsapni, míg másokból jóval többre van szükség, mint a mészből. Általában véve a vízben oldható sók kicsapó hatása a sóban levő fémgyök vegyértékétől függ. Kísérletekkel megállapították, hogy az egyvegyértékű fémek sóinak kicsapó képessége a kétvegyértékű és a háromvegyértékű fémek sóinak kicsapó képességéhez úgy aránylik, mint 1 : 20 : 350-hez. Vagyis, ha a háromvegyértékű vas- vagy alumíniumsóból egy rész elegendő az agyag kicsapásához, akkor a kétvegyértékű kalcium- vagy magnéziumsóból 20-szor, az egyvegyértékű kálium- vagy nátriumsóból pedig 350-szer annyira van szükség.

A savak kicsapják az agyagot akár csak a sók, míg a lúgos hatású vegyületek, mint a nátronlúg vagy a kálilúg, továbbá a hamuzsir (káliumkarbonát) és a szóda (nátriumkarbonát) éppen ellenkező hatást fejtenek ki már kis mennyiségben is. Hatásukra a kicsapódott agyagpelyhek ismét szétesnek, ennek következtében az agyag eltömődik és a vizet nem bocsátja át, sajátosai kedvezőtlenekké válnak. Ez az eset a szikes talajokban gyakran következik be.

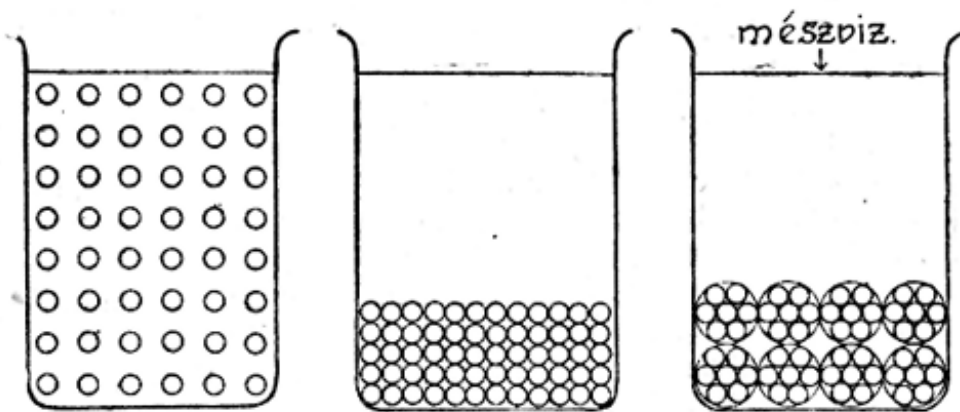
Ezeknek a jelenségeknek *elméleti magyarázata* a következő:

Ha az agyagot vízben felrázzuk, akkor az egyes agyagrészecskék elektromos töltést, és pedig *negatív* elektromos töltést vesznek fel. Ha most ebbe a negatív töltésű apró részecskét tartalmazó folyadékba valamely só oldatát adjuk, p. o. kalciumchlorid (vegyjele CaCl_2) oldatát, akkor ennek a sónak alkatrészeivel elektromos töltésű részek kerülnek az oldatba. A sók ugyanis hig vizes oldataikban alkotó részeikre esnek szét, melyeket *ionoknak* neveznek; a mi esetünkben a kalciumchlorid pozitív töltésű kalciumionokra és negatív töltésű chlorionokra bomlik. Ezek az eltérő elektromos töltésű sóalkatrészek az agyaggal szemben eltérő módon viselkednek. Az agyagrészecskék bizonyos számú kalcium és chloriónt megkötnek, és pedig jóval több kalciumiónt, mint chloriónt. A megkötött kalciumionok pozitív töltésükkel az agyagrészecske negatív töltését egészen vagy majdnem egészen közömbösítik, úgy, hogy az agyagrészecske elektromosan közömbössé vagy majdnem közömbössé válik.

Miután a zavaros folyadék egyes szemecskéi gyors mozgásban vannak, a közömbösítés előtt azok a részecskék, melyek egymás közelébe jutnak, az egymással töltés következtében egymást eltaszítják. Ennélfogva minden szemecske magányosan lebeg a vízben. A közömbösítés után az egymással vonzó körébe jutó agyagrészecskék már nem taszítják el egymást, hanem összetapadnak és ha elegendő számú részecske tapadt össze egy pehelyé, akkor a pehely súlya következtében leülepszik az edény fenekére. Az agyag kicsapódott (koagulálódott).

Ha a kicsapódott agyagból a kicsapó sót kioldjuk, akkor az agyagpelyhek ismét szétesnek. Ez a folyamat tehát megfordítható és számtalanszor megismételhető. Az agyagszemcsék eloszlásának ez a változása nemcsak a vízzel felkevert zavaros folyadékban megy végbe, hanem a kicsapódott agyagos üledékben is. Ebben sók hatására a magányos agyagszemcsék szintén összetapadnak másodlagos pelyhekké, a só eltávolításával ezek az alakulatok ismét szétesnek magányos agyagszemcsékre. Vagy más szóval a koaguláció a finomabb részeknek a vízből való kiválásával még nem ér véget, hanem folytatódik a kicsapódás után a pelyhekben.

Az egyes sók nem viselkednek egyformán. A negatív töltésű agyagrészecskék kicsapásánál a kicsapást eszközölő pozitív töltésű sóalkatrész vegyértékének van döntő befolyása a kicsapódás menetére. A többvegyértékű só alkatrészekből kevesebb kell ahhoz, hogy az agyagot kicsapja, mint az egyvegyértékűekből.



A tiszta vízben felrázott agyagszemcsék sokáig lebegve maradnak, ha leülepednek tömött üledéket képeznek. Mészvíz hozzáadására az agyagszemcsék nagyobb pelyhekké tapadnak össze, melyek laza üledéket alkotnak.

A negatív töltésű ionok az ugyancsak negatív töltésű agyagrészecskékre ellenkező hatást fejtenek ki, mint a pozitív töltésű ionok. Hatásuk foka attól függ, hogy mily mértékben köti meg őket az agyagrészecske. Így például a chloriön úgyszólván hatástalan, mert az agyagrészecske nem köti meg. Ellenben a hidroxiliön (OH) erős hatást fejt ki, mert az agyagrészecskéek erősen megkötik. Az összes negatív töltésű sóalkatrészek közül a hidroxiliónt köti meg az agyag legnagyobb mértékben. A megkötött hidroxiliónek negatív elektromos töltése hozzáadódik az agyagrészecske negatív töltéséhez, ennek következtében a szabadon lebegő agyagrészecskék még jobban taszítják egymást, a már pelyhekbe összeverődött agyagrészecskék pedig a taszítás következtében elválnak egymástól. Ha tehát valamely oknál fogva a talajban hidroxiliön keletkezik, az a talaj fizikai sajátságait kedvezőtlenül befolyásolja. A talaj eltömődik, nedvesen kenődik, szárazon pedig kőkeménnyé válik és szerkezete sohasem lesz morzsássá.

A hidroxiliön a lúgos hatású anyagok, ú. m. a nátronlúg (NaOH) és káliklúg (KOH) alkatrésze. Akkor is keletkezik, ha hamuzsirt (K_2CO_3) vagy szódat (Na_2CO_3) vízben oldunk, ezért ezek a sók rontják az agyagos talajokat. A mésvízben is van hidroxiliön a kalciumiönhoz kötve (a mésvíz összetétele $Ca(OH)_2$), itt azonban nem fejtheti ki hatását, mert az agyagos részecskék a pozitív töltésű kalciumiönből többet kötnek meg, mint a negatív töltésű hidroxiliönből és ennek következtében a megkötött kalciumiön pozitív töltése diadalmaskodik.

A fagy koaguláló hatása. A fagy hasonlóképp hat a talajra, mint a sók. A fagy hatására az agyag szintén pelyhekbe tömörül. A talajban levő oldatokból fagyáskor jég válik ki és a sóoldat sokkal töményebbé válik, mint volt a fagyás előtt. Ennek a tömény sóoldatnak hatására az agyagszemcsék pelyhekké tapadnak össze, az összetapadt pelyheket pedig a jég széttolja, úgy, hogy ha ez a folyamat többször ismétlődik, végül a talaj laza morzsák halmazává válik, melyek közé a víz, a levegő és a gyökerek könnyen behatolnak. A fagy tehát alapos talajlazító munkát végez.

Az eső a talajt eltömi. Ellenkező hatása van a talajra az esőnek, mert kimossa a talajból azokat a sókat, amelyek az agyagrészecskéket pelyhekké kényszerítették össze. Ennek következtében a pelyhek ismét szétesnek magányos agyagrészecskékre és az agyagos talaj tömöltre iszapolódik, szerkezete elromlik. Része van ebben a lehulló eső mechanikai hatásának is, a fő ok azonban a sók kimosásában keresendő. Ilyen hatása főleg a nagy esőknek van, míg a kis esők aránylag hatástalanok.

Az agyagos talaj szerkezete. Az agyagos talaj szerkezetét ezek alapján úgy képzelhetjük el, hogy a talaj vázát képező részeket, a homokot és a kőlisztet a sók hatására kicsapódott agyag nagyobb másodlagos részekké, pelyhekké fogja össze, amely pelyhek közti térbe a levegő és a víz bejuthatnak.

Ha az agyagos részek nem tapadnak össze pelyhekké, akkor a talaj szemcséi szabadon fekszenek egymás mellett. Az ilyen szerkezetű talajba a víz rendkívül lassan hatol be, még akkor is, ha a részek aránylag nagyok (finom homok, kőliszt), úgy, hogy az ilyen talajok vizet rekesztő rétegeket képeznek.

III. FEJEZET. A talaj és a víz.

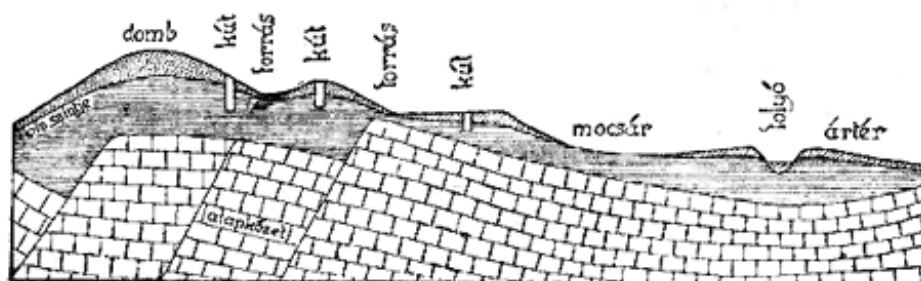
A fizikai mállás, mely a kőzeteket felaprítja, olyan kis részeket is hoz létre, melyek kicsinységüknél fogva új, azaz olyan sajátságokkal bírnak, melyek az eredeti kőzetben nem észlelhetők. Ezek a kolloid sajátságok. A kőzetek felaprózásából keletkezett laza törmeléknek még más nevezetese sajátsága is van, amiben eltér a szilárd kőzettől és ez az, hogy a vizet magába veszi és aránylag nagy mennyiségű vizet képes raktározni. Igaz, hogy a mállásnak indult, összeroppedezett kőzet finom hasadákaiba is behatol a víz, ennek a víznek a mennyisége azonban a kőzet tömegéhez képest csekély és csak kis része áll a növényzet rendelkezésére. A növényeknek azonban óriási mennyiségű vízre van szükségük ahhoz, hogy megéljenek. A Hellriegel által Poroszországban és King által Wisconsinban végzett kísérletek szerint ahhoz, hogy kulturnövényeink 1 súlyrész száraz anyagot hozzanak létre, 300-700 rész vizet kell a talajból felvenniük és elpárologtatniuk. Ez a körülmény mutatja, milyen nagy jelentőségű sajátsága a talajnak a vízraktározás.

Lássuk ezek után, hogyan kerül a víz a talajba, minő állapotban van és mi a további sorsa.

A talajvíz. A talajra hullott csapadék egy része elfolyik, más része behatol a talajba és a talaj üregeiben lefelé folyik mindaddig, míg olyan réteghez nem ér, amely tömörségénél fogva a vizet nem ereszti át. Itt a víz meggyűlik, a talaj összes üregeit kitölti és a talajvizet szolgáltatja. Ez a talajvíz táplálja a kutakat. A talajvíz szintje a külszín alatt nincs mindenütt egyforma mélységben, alakja általában véve követi a térszínét. A talajvíz szintjének éppúgy megvannak a dombjai és völgyei, mint a térszínnek, csak hogy a lejtők általában véve kevésbé meredek. Ott ahol a térszín és a talajvíz szintje érintkeznek, a víz kiszivárog és forrás keletkezik.

A talajvíz nem áll, hanem a nehézségi erő hatására mozog. Mozgása nagyon lassú és attól függ, milyen nagyok a talaj likacsai, mekkora a lejtő hajlása és milyen a víz hőmérséklete. Minél nagyobbak a pórusok, minél meredekebb a lejtő és magasabb a víz hőmérséklete, annál gyorsabb a víz folyása.

A talajvíz felszíne soha sincs állandó mélységben. A csapadék mennyisége, a légköri nyomás és a hőmérséklet lényegesen befolyásolják állását. Esők után a talajvíz magasan áll, száraz időben mélyebben. A mi éghajlatunk alatt a talajvíz szintje tavasztól őszig esik, esése több métert is kitéhet.

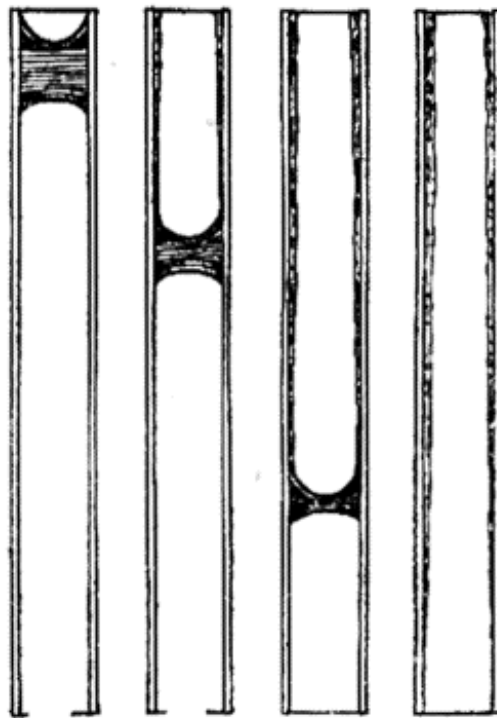


A talajvíz szintje követi a felszín változásait.

A talajvíz szintjének mélysége a felszín, vagy azon szint alatt, ameddig a növények gyökere lehatolni képes, a talaj értékét nagyban befolyásolja. Általában véve, minél közelebb van a víz felszíne a gyökér zónájához, annál termékenyebb a talaj, mert ilyenkor a hajszálcsovesség el

tudja látni a növényt annyi vízzel, amennyi a legnagyobb termés elérésére szükséges. A növények táplálkozására azonban nem a talajvízzel telített zóna nyújtja a legkedvezőbb feltételeket, mert ebben a pórusok vízzel lévén telítve, a gyökerek a szükséges levegőt nem találják meg. Legkedvezőbbek a viszonyok a talajvíz átlagos szintje felett, ahol a talajvíz szintjének mozgásai már nem érezhetők. Itt bőven találnak a gyökerek vizet és levegőt.

A növények, különösen a fák gyökerei, igen érzékenyek a talajvízzel szemben. A gyökerek, melyek a növényt vízzel látják el, majdnem függőlegesen nőnek lefelé a talajvíz szomszédságáig, ahol a végső gyökerek szélesen elterülnek. A növény életét a talajvíz szintjének hirtelen végbemenő nagy ingadozásai komolyan veszélyeztethetik. Ha a talajvíz túl magasra emelkedik, a gyökerek végződéseit elzárja a levegőtől. Még rövid ideig tartó elárasztás is káros lehet olyan gyökerekre, melyek megszokták azt, hogy életműködésük szellőzött talajban menjen végbe. Ha pedig a talajvíz szintje hirtelen túl mélyre száll alá, a gyökerek nem tudják követni és vízhiány miatt szenvednek.

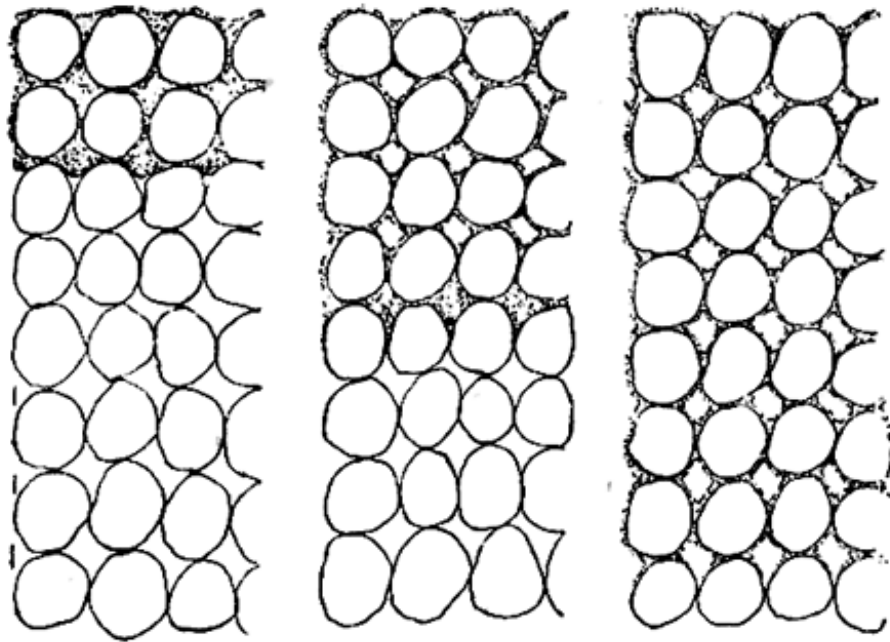


*A keskeny üvegcsőben lefelé haladó vízcsepp
a cső falát vizes hártával vonja be. (WIDTSOE után.)*

A kapilláris víz. Amikor az esővíz a talajon átszivárog, a víznek egy része a talaj szemcséihez tapadva visszamarad, mint vékony vizes hártya. Képzeljük el, hogy egy vékony csővön vízcsepp folyik át. A vízcsepp mindig kisebb lesz és maga után vékony vizes hártát hagy hátra, amely a cső falát benedvesíti. Ez a hártya a víz felszíni feszültségének köszöni eredetét.

Ugyanez történik, ha a talajon víz szivárog keresztül. A talaj részecskéi közt apró üregek és nyílások vannak, melyek, durva hasonlattal élve, hasonlóak azokhoz, melyek tálba kiöntött sörétszemek közt vannak, csakhogy sokkal szabálytalanabbak. Ezek az üregek nem egyenes hajszálcsovek, melyek a talaj felszínétől a mélybe vezetnek, hanem sokszorosán megtört, szabálytalan, hol kitáguló, hol összeszűkülő útjai a víznek. Úgy működnek, mint a hajszálcsovek.

Ha a talaj telítve van vízzel, a víz az összes pórusokat kitölti és ha a víz elfolyhat, akkor egy része a talaj szabálytalan hairszálcsovein át elfolyik, a másik része a talaj részecskéihez tapadva visszamarad. Ahol tehát elegendő víz kerül a talajra, minden talajszemecske körül vékony vizes hártát találunk és ahol a talaj szemcséi érintkeznek, vagy elég közel vannak egymáshoz, sok vizet tartanak vissza. (10. ábra) Nemcsak a talaj részecskéit veszi körül ilyen vizes hártya, hanem a talajban lévő gyökereket is, kedvező körülmények közt az egész talaj és gyökérrendszert összefüggő vékony vízréteg veszi körül. Ebből a vízből meríti a gyökér a szükséges nedvességet.



A talajban lefelé haladó esővíz a talaj szemcséit körülvevő vizes hártává alakul át. (WIDTSOE után.)

Azt a körülményt, hogy a talaj aránylag sok kapilláris vizet képes raktározni, a talajrészecskék kicsinysége teszi lehetővé. Minél finomabbak a részek, annál nagyobb a felületük és annál több vizet képes a talaj visszatartani. Kint a szabadban a vízmennyiség, melyet a talaj visszatart, nemcsak a talaj részecskéinek nagyságától függ, hanem a talajvíz szintjének mélységétől és attól az időtartamtól, mely a legutolsó eső óta elmúlt. King mérései szerint az a vízmennyiség, melyet a talaj kapillárisan vissza tud tartani

homokos vályogban	a talaj	súlyának	10.6-17.6 %-a
agyagos	"	"	18.2-22.6 "

(vályog alatt a könnyebb agyagtalajokat értjük).

Ezek a számok a talaj víztartó képességét (vizkapacitását) fejezik ki.

Ezek az értékek nem nagyon magasak, mégis az így raktározott víz mennyisége nagy és 5-7.5 cm vastag vízrétegnek felel meg 30 cm mélységig, ami 5000-7500 hektoliter vizet tesz ki egy hektáron.

A talaj víztartó képessége fontos tényező a talaj értékének a megítélésénél, mert csak ritkán esik meg, hogy az eső időbeli és mennyiségi eloszlása megengedje azt, hogy a termékeny talajok a lehető legnagyobb termést hozzák. Ennélfogva legtermékenyebbek azok a talajok, amelyek a legtöbb vizet képesek raktározni olyan módon, hogy azt a növények könnyen felhasználhassák.

A víz felfelé irányuló mozgása. A víz a talajokban nemcsak felülről lefelé, hanem általában véve a nedves helyről a szárazabb felé mozog.

A talajvíz szintjének közelségében a víz a talaj hajszálcsovecskéiben felemelkedik bizonyos magasságra, amely a hajszálcsovecskék nagyságától, a talaj természetétől és a hőmérséklettől függ. Ugyanaz történik ilyenkor, mint amikor egy üvegcsövet vízbe mártok. A víz bizonyos magasságig felemelkedik benne, ez a magasság a cső átmérőjétől és a víz hőmérsékletétől függ. Minél keskenyebb a cső, annál magasabbra emelkedik benne a víz, így p. o.

25	mm	átmérőjű	csőben	a víz	1.4	mm	magasságig	emelkedik
2.5	"	"	"	"	14	"	"	"
0.25	"	"	"	"	140	"	"	"
0.025	"	"	"	"	1400	"	"	"

Ennek az emelkedésnek oka a víz felszíni feszültségében rejlik. A talajokban a víz emelkedésének magasságát szintén a hajszálcsovek nagysága szabja meg. Minél finomabbak a talaj részecskéi, annál finomabbak a hajszálcsovek is és annál magasabbra emelkedik a víz; viszont annál lassabban megy végbe az emelkedés. Durvaszemű homokokban a kapilláris emelkedés csak néhány decimétert tesz ki; a legnagyobb emelkedés, melyet megfigyeltek 3.34 méter volt egy agyagtalajban, melyben a részecskék átmérője 0.0005 mm-től 0.016 mm-ig változott. A víz ezt a magasságot 18 hónap alatt érte el.

Azon a magasságon túl, amelyen a víz a hajszálcsoveesség következtében felemelkedhet, a víz mozgását azok a vizes hárták közvetítik, amelyek az egyes talajrészecskéket körülveszik. Ez a mozgás mindig a nedvesebb helyről a szárazabb felé irányul és tart mindaddig, míg a talaj részecskéit körülvevő vizes hártá mindenütt egyenletesen meg nem oszlott.

A víz párolgása a talajban főleg a talaj felszínéről megy végbe. Igaz ugyan, hogy a mélyebben fekvő nedves talajrészecskék felszínéről szintén párolog el víz és a talaj üregeiben levő levegő telítve van vízgőzzel, azonban Buckingham kimutatta, hogy a talaj levegője nagyon lassan cserélődik ki a légkörrel. Számításai szerint az összes vízmennyiség, amely 30 cm mélységből közvetlenül párolog el, csak 4 mm esőnek felel meg egy év alatt.

A talajból elpárolgó víz a talaj felszínéről párolog el, ahová a talajszemecskéket körülvevő vizes hárták közvetítésével jut el.

A talajnedvesség mozgása száraz és nedves éghajlat alatt. A víz a talajban tehát két irányban mozog. A nedves időszak alatt a víz lefelé halad, míg száraz időben az altalaj vize felfelé mozog. A lefelé mozgó víz a talajból az oldható sókat kilúgozza. Ha túlsok csapadék jut a talajra, a lefelé mozgó vízzel az összes sók kilúgozódhatnak, a talajvízbe jutnak és azzal, a forrásokon és a folyókon át, a tengerbe kerülnek. Ekkor a talaj tápsókban szegényebbé válik. Mérsékelt esők a sókat csak kisebb mélységre viszik le, ezek nem jutnak el a talajvíz szintjéig.

A száraz időszak alatt a felfelé mozgó vízzel a vízben oldott sók is a felszínre jutnak és ott lerakódnak, oly mértékben, amint a víz a talaj felszínén elpárolog. Ilyképp a talaj legfelső rétege tápsókban gazdagodik. Ha a talaj felszínéről elpárolgó víz mennyisége lényegesen felülmulja a talajban lefelé szivárgó víz mennyiségét, akkor a sók oly nagy mértékben halmozódhatnak fel a talaj felszínén, hogy azt fehér kéreggel borítják be.

Ilyenek a viszonyok a *száraz éghajlat* alatt, melyet az jellemez, hogy a felszínről elpárolgó víz mennyisége nagyobb, mint a leeső csapadék mennyisége, míg a *nedves éghajlat* alatt a leeső csapadék mennyisége mulja felül az elpárolgott vizét.

A mérsékelt nedves éghajlat alatt, amikor az év egy részében szárazság uralkodik, szintén felszaporodhatnak a talaj felső részében a sók, azonban csak kis mértékben. Ilyen éghajlat alatt a növények kétféle gyökérrendszert fejlesztenek ki, az egyik fajta gyökérzet a növények táplálására szolgál és a talaj felső részében terül el, ott ahol a tápsók felhalmozódnak, míg a mélyebben fekvő gyökerek főleg a víz szállítására szolgálnak és lehatolnak a talajvíz szintjének közelségéig.

A nedves éghajlat alatt is vannak helyek, amelyeknek határozottan száraz, sőt mondhatnánk sivatagi jellegük van. Ilyenek például a falak és a magányosan álló sziklák.

Magányosan álló sziklákba a csapadék csak kis mélységig hatol be és a beszivárgott víz párolgás útján csakhamar ismét a felszínre kerül. Az a só, amit a víz feloldott, a szikla felszínén kivirágzik. Ilyképp falakon és sziklákon a mi éghajlatunk alatt is észlelhetünk olyan mállási jelenségeket, melyek különben csak a sivatagokból ismeretesek.

A higroszkópos nedvesség. A száraz talaj a párás levegőből nedvességet vesz fel. A talaj finom részei, az agyagos részek, továbbá a humusz, sok vizgőzt tudnak megkötni. Minél több a talajban a finom rész és minél apróbbak ezek a finom részek, annál több vizgőzt képes a talaj a levegőből elnyelni. Ez az elnyelt vizgőz a higroszkópos nedvesség, amelynek mennyisége agyagos talajokban 9 %-ot is tehet ki, míg homokos talajokban csak 2-3 %.

Az a vízmennyiség, melyet a talajok ilyen módon a levegőben levő vizgőzből nyelnek el, a mi éghajlatunk alatt nem elegendő arra, hogy a növények rendes megélhetését biztosítsa.

Nedves éghajlat alatt, ahol a növények magas víztartalomhoz szoktak, a növények hervadni kezdenek, mikor még a kapilláris víz sem fogyott el egészen. Így Sachs azt találta, hogy fiatal növények hervadni kezdtek már akkor, amikor a sötét humuszos talaj, amelybe ültetve voltak, még 12-3 % vizet tartalmazott. Vályog és homoktalajokban a növények akkor kezdtek hervadni, amint a víztartalom 8 %, illetve 1.5 % alá esett.

A sivatagokban azonban a higroszkópos nedvességgel is beérhetik a növények.

A talaj hőmérséklete. Minden növény bizonyos hőmérsékletre és hőmérsékletváltozásokhoz alkalmazkodott, amelyek mellett legjobban tenyészik. Magvakat és csírázó növényeket akkor kell elültetni, amikor a hőmérsékleti viszonyok a fejlődésükre kedvezőek, ellenkező esetben a talaj apró szervezetei, a baktériumok és penészgombák, elpusztíthatják őket.

A talajban élő hasznos baktériumok munkája is függ a hőmérséklettől.

A talaj víztartalmának igen nagy hatása van a talaj hőmérséklet viszonyaira, azért, mert a víznek hőkapacitása átlag ötször akkora, mint a talajé. Ha egységnek vesszük azt a hőmennyiséget, mely egy kg víznek 1°-al való felmelegítéséhez szükséges, akkor a homoknál ennek a melegmennyiségnek csak 0.19-ed, tiszta agyagnál pedig 0.22-ed részére van szükség, hogy egy kg homoknak, illetve agyagnak hőmérsékletét 1°-al emeljük. Ennélfogva minél nedvesebb valamely talaj, annál kevésbé melegszik föl, mert a reá eső melegmennyiségnek jó része a víz felmelegítésére használódik el. Mivel a finomabb részekből álló talajok több vizet raktározhatnak magukba, mint a durvább részekből állók, egyenlő körülmények közt az agyagtalajok több vizet tartalmaznak, mint a homoktalajok. Ezért nevezik az agyagtalajokat hideg, a homoktalajokat pedig meleg talajoknak.

Egy jól lecsapolt területen levő homokos vályog és agyagos vályogtalaj hőmérsékleti viszonyai például a következők voltak (King mérései):

	30 cm	60 cm	90 cm mélységben
homokos vályog	25° C	23.7° C	21.7° C
agyagos "	21° C	20.7° C	19.4° C
különbség	4° C	3° C	2.3° C

A talaj víztartalmának szabályozása.

Tudva azt, hogy mennyire fontos a növények háztartása szempontjából a talaj víztartalma, tanulmányozzuk azokat a módokat, melyek arra szolgálnak, hogy a talaj víztartalmát szabályozzuk.

Talajművelés. A talaj víztartalmát erősen befolyásolhatjuk a talaj *megművelésével*. Ha a talaj felszínét feltörjük, megszántjuk, vagy megkapáljuk, akkor a meglazított felszínen át az esővíz könnyebben szivárog be és nem áll meg tócsákban a talaj felszínén. A megmunkálás azonban nemcsak azt eredményezi, hogy az esővizből több jut a talajba, hanem erősen csökkenti a párolgás útján való veszteséget is. Láttuk ugyanis, hogy száraz időben a víz a talajokban kapillárisan emelkedik és a felszínhez érve elpárolog. A kapilláris vezetés a szemcséket körülvevő vizes hárták segítségével történik. Ha ezeknek a vizes hártáknak az összefüggését megszakítjuk, akkor ezzel a víz emelkedése is megszűnik. Ez az eset a természetben gyakran következik be homokos talajokon. A homok felszíne a napsütés következtében erősen felmelegszik, a hárták vize gyorsan elpárolog, sokkal gyorsabban, semhogy azt a lassú, kapilláris utánpótlás pótolni tudná. Ilyképp az összeköttetés az alsó nedves rétegekkel megszűnik, a víz az alsó nedves rétegekből nem emelkedik fel kapillárisan és nem is párolog el. A felső száraz homokréteg tehát megvédi az alsóbb rétegekben levő nedvességet az elpárolgástól. Ezért találunk gyakran a homokbuckákban a felszín alatt néhány deciméterre nedves réteget.

Ugyanezt érzük el, ha a talajt megkapáljuk. Ekkor szintén megszakítjuk az összeköttetést az alsóbb rétegekkel és összeköttetés hiányában az alul levő nedvesség nem emelkedik fel a felszínre, hanem a gyökerek rendelkezésére marad. A kapálás a talajt tehát nedvesen és ennél fogva hüvösen is tartja.

Erről kísérletileg is meggyőződhetünk. Mérjük ki nyári időben, olyan helyen, ahol nincs növényzet, három parcellát (2 m hosszú és 2 m széles), hagyjunk egyet egészen magára, kapáljuk meg a másodikat egyszer hetenkint, a harmadikat pedig háromszor hetenkint, jelöljük meg őket úgy, hogy kétség ne lehessen. Az érintetlen parcella felszíne igen tömötté válik, a többinek a felszíne morzsás. Mérjük meg mindegyik parcellának a hőmérsékletét úgy, hogy különböző mélységben - 12 mm, 75 mm, 150 mm - termométert helyezünk el, ezenkívül nézzük meg a levegő hőmérsékletét is. Russell Harpendenben (Anglia) végzett ilyen méréseket. Az egyik mérési sorozat a következő eredményt adta:

Datum	Levegő	Mélység	Érintetlen	Talaj hőmérséklet	
				Hetenkint 1x kapálva	Hetenkint 3x kapálva
1910. június 20. száraz, meleg időjárás	30°	12 mm	35°	31.5°	31.5°
		75 "	30.5°	28.8°	28.8°
		150 "	27°	26.5°	24°
1910. június 27. hideg, nedves időjárás	18°	12 "	17.5°	17.0°	17°
		75 "	16.7°	16.3°	16.2°
		150 "	15.8°	15.5°	15.5°

Loughridge tanár érdekes esetet ír le arra nézve, hogy milyen fontos lehet a nedvességnek ily módon való megőrzése száraz időben. 1898-ban szokatlanul száraz idő volt Kaliforniában, a rendes csapadéknak csak fele hullott le. A növények rendkívül szenvedtek. Ebben az évben

Loughridge megvizsgálta két egymás mellett fekvő gyümölcsös talajának a víztartalmát. Az egyik gyümölcsösnek a talaját a tulajdonos jól megkapálta, míg a másikban ez a megmunkálás elmaradt. A vizsgálat eredménye az volt, hogy júliusban a talajnak nedvességtartalma:

			Megművelt talaj	Nem művelt talaj
			% víztartalom egy hektárra	% víztartalom egy hektárra
Első	láb	mélység	6.4	4.3
2	"	"	5.8	4.4
3	"	"	6.4	3.9
4	"	"	6.5	5.1
5	"	"	6.7	3.4
6	"	"	6.0	4.5
átlag			6.3%=(18900 hl)	4.2%=(12800 hl)

A megmunkált talaj tehát 1.8 méter mélységig (=6 láb) 6100 hektoliterrel több vizet tartalmazott, mint a meg nem művelt talaj. Az oka ennek a különbségnek az, hogy a meg nem művelt kertben több centiméter vastag tömődött felszíni réteg volt, amely a nedvességet az altalajból felszítta és felületén elpárologtatta, míg a megmunkált kertben a laza felszíni réteg nem vont el vizet az altalajból. A víztartalomkülönbségnek megfelelően a megművelt gyümölcsösben a fák átlag 1 métert nőttek és a termés normális volt, míg a meg nem művelt kert fái alig nőttek, a termés pedig el nem adható silány volt.

Szalmázás. A talaj betakarása szalmával, vagy más ilyen laza anyaggal, még hatásosabb eszköz a nedvesség megőrzésére, mint a kapálás; a kertészek már régóta használják is. Vigyázni kell azonban, hogy ne túlozzunk és ne akadályozzuk meg a nedvesség elpárologását kívül a talaj felmelegedését is. Ezért nem szabad túlkorán szalmázni, hideg esők után pedig célszerű a szalmatakarót egy időre összegereblyézni, hogy a talaj kellőképpen felmelegedhessen.

Meszezés. Agyagtalajokon a meszezésnek is kedvező hatása van a talajok vízátbocsátó képességére. Láttuk, hogy a meszezés hatására az agyagtalajokban a finom részecskék pelyhekké tömörülnek össze és az agyag már nem tartja vissza oly makacsul a vizet, hanem áttereszti.

A talaj hengerelése. Ha a talajon nehéz hengert húzunk végig, akkor a talaj részecskéit közelebb hozzuk egymáshoz, a talaj vizet emelő képessége növekszik. A megszűkült finom üregekben annyi víz emelkedhet fel, hogy a talaj felső 25-50 cm vastag része, a hengerelés után 24 órával, több nedvességet tartalmaz, mint a szomszédos nem hengerelt talaj. A mélyebben fekvő 50-100 cm talajréteg azonban a vízelvonás következtében szárazabbá válik.

Ezt a körülményt King mutatta ki. Számos víz meghatározást végzett hengerelt és nem hengerelt talajokon, méréseinek eredménye szerint átlagban

5-45 cm	mélységben	a nem hengerelt talaj	a hengerelt talaj	víztartalma	15.64 % volt	míg
					15.85 %	"
				különbség	+ 0.21 %.	
60 cm	mélységben	a nem hengerelt talaj	a hengerelt talaj	víztartalma	19.85 % volt	míg
					19.49 %	"
				különbség	- 0.36 %	
90-140 cm	mélységben	a nem hengerelt talaj	a hengerelt talaj	víztartalma	19.43 % volt	míg
					18.72 %	"
				különbség	- 0.71 %	

Ezek a számok azt bizonyítják, hogy a meghengerelt talaj felső része rövid idővel a hengerelés után több nedvességet tartalmaz, mint a nem hengerelt talaj. Ez a nedvesség a talaj mélyebb rétegeiből emelkedett fel. Mivel azonban a talaj felszínéről ez a nedvességtöbblet hamarosan elpárolog, idővel a hengerelt talaj jobban kiszárad, mint a nem hengerelt.

Alagsövezés. A kultúrnövények gyökereinek a vizen kívül levegőre is van szükségük. Olyan talajban, amelyben a pórusok állandóan vagy huzamosabb időn át vízzel vannak megtelve, kultúrnövények nem élnek meg. Ezért a fölös vizet tartalmazó talajokból a vízfölösleget el kell vezetnünk. Ez történhet úgy, hogy nyílt árkokat ásunk, melyekben a fölösleges víz elfolyik, vagy pedig kiégetett agyagsöveket fektetünk az árokba úgy, hogy a csövek szorosan egymáshoz érjenek és azután ismét betemetjük az árkot. A víz ekkor az agyagsöveken folyik el. Ez az alagsövezés, vagy drainage. Alagsövezésre rendszerint csak nehéz talajok szorulnak, bár megeshet, hogy homokos talajokat is kell alagsövezni, ha ezek a homokok úgy fekszenek, hogy a víz nem képes róluk lefolyni. Avval, hogy a vízfölösleg elfolyását lehetővé tesszük, utat nyitunk a levegőnek a talajba, mert az elfolyt víz helyébe levegő jön. Az alagsövezés azonban más mélyreható változást is hoz létre a talajban. Amíg az agyagos altalaj állandóan nedves, addig egyenletes, pépes, vizet nehezen átengedő anyag; ellenben, ha gyakran kiszáradhat és újból átnedvesedhet, akkor összeropedezik és morzsássá lesz. Az alagsövezéssel pedig éppen a kiszáradásnak és újból való átnedvesedésnek ezt a váltakozását érzük el, az agyagos altalaj vizet és levegőt áteresztővé válik. Ennek az az eredménye, hogy a talajnak az a része, mely az alagsövek fölött van, még erős esők vizét is magába tudja fogadni, a fölösleg pedig az alagsöveken át rövidesen elfolyik. A gyökerek tehát nemcsak lehatolnak az alagsövek mélységéig, hanem a megélhetésükhöz szükséges levegőt és vizet is megtalálják. Ez a 120-150 cm vastag talajréteg több vizet tud magába raktározni, mint amennyire a gyökereknek a tenyészeti idő alatt szükségük van. Ezenkívül a talaj megművelése is sokkal könnyebbé válik, nemcsak azért, mert az alagsövezett talajokat néhány órával az eső elállta után már szántani lehet, míg nem alagsövezett területeken ugyanannyi napig kell a szántással várni, hanem azért is, mert a szántás könnyebb, kevesebb erőre van szükségünk, még akkor is, ha mélyebbre szántunk.

Az alagsövezés tehát megakadályozza az esővíz elfolyását és a talajt lazává, a vizet áteresztővé teszi, a talaj a víz megőrzésére és a gyökerek befogadására alkalmasabbá válik.

Az öntözés. A növények nagy mennyiségű vizet igényelnek; ahhoz, hogy 1 kg száraz anyagot termeljünk, a növényeknek 400-600 kg, sőt még több vizet is kell elpárologtatniuk. Gyakran előfordul az az eset, hogy éppen a víz mennyisége az, ami a termés nagyságát megszabja. Sokszor a talaj elég tápanyagot tartalmaz ahhoz, hogy jóval nagyobb termést szolgáltatson, mint amennyi termett rajta. Ilyen esetekben öntözéssel a termést lényegesen növelhetjük. Az öntözés függetlenít az időjárástól és sokszor csak az öntözés teszi lehetővé az intenzív termelést.

Az öntözésnél tekintettel kell lennünk a talaj vízáteresztő képességére. A talajok ugyanis nem eresztik át a vizet egyforma gyorsan, a homokon a víz sokkal gyorsabban folyik keresztül, mint az agyagon. Az áteresztő képesség mértékéül azt a vizoszlop magasságot vesszük centiméterekben, amely vizoszlop egy óra alatt hatol be a talajba. Az agyagok áteresztő képessége igen kicsi, 0.1-0.2 cm, a homokoké igen nagy lehet, 50-60 cm. Ha a talajba egy óra alatt csak néhány milliméter víz hatol be, akkor a talajt a gyakorlatban vizet át nem eresztőnek nevezzük. Az ilyen talajok öntözésre nem alkalmasak. Kevésbé áteresztők azok a talajok, melyekbe egy óra alatt több centiméter víz szívárog be. Ezek adják az öntözéskor a legjobb eredményt. Míg ha a talajok igen gyorsan eresztik át a vizet, akkor tulságosan sok öntöző vízre lehet szükségünk. Ha vizet rosszul áteresztő agyagokat akarunk öntözni, akkor célszerű a talajt alagsövezni, mert amint láttuk, az alagsövezés a talajt áteresztőbbé teszi.

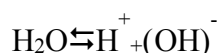
IV. FEJEZET.

A kémiai mállás.

A fizikai mállás létrehozta közettörmelékben a víz mélyreható változásokat okoz. A víz megindítja a kémiai mállást, azt a folyamatot, amely a közettörmelék ásványait elbontja és új vegyületeket hoz létre, köztük olyanokat is, amelyek a növények táplálkozásához nélkülözhetetlenek.

A közettörmelékben megvannak mindazok az ásványok, amelyek az eredeti kőzetet alkották. Nagy részük kovasavas vegyületekből áll, ilyenek, hogy csak néhány fontosabbat soroljunk fel, a kvarc, a földpátok, a csillámok, az augitok és az amfibolok stb. Ezek közül a kvarc vízben nem oldódik, ennél fogva nem is mállik. A többiek ellenben vízben, ha kevéssé is, de oldódnak. Oldódás közben elbomlanak és új anyagok keletkeznek belőlük.

A hidrolites bomlás. Hogyan történik az a bomlás, melyet a vegyészek hidrolites bomlásnak neveznek? Az oka ennek a folyamatnak az, hogy a víz molekuláinak egy része pozitív töltésű hidrogén, - és negatív töltésű hidroxiliónnak bomlott állapotban van. Képletben fejezve ki ezt a folyamatot



az ellentétes irányú nyilak azt fejezik ki, hogy ez a vegyi folyamat mindkét irányban végbe mehet. A víznek ilyen bomlása kis mértékű, szobahőmérsékletnél 10 millió liter vízben mindössze csak 18 gramm víz van ionjaira szétesve. A hőmérséklet emelkedésével a szétesett molekulák száma növekszik.

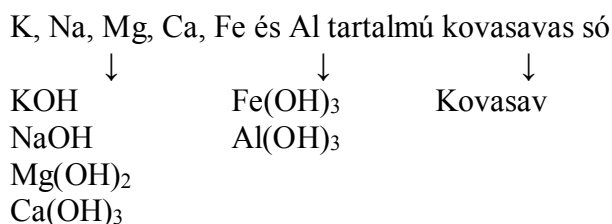
A talajban levő ásványok közül sok, ú. m. a földpátok, a csillámok, augitok és az amfibolok a kovasavnak különböző fémekkel (kálium, nátrium, kalcium, alumínium, vas stb.) képezett vegyületeiből áll. A kovasav gyenge sav. A gyenge savaknak fémekkel képezett sói vízben oldódva elbomlanak, egyrészt a pozitív töltésű fémiónnak, másrészt a negatív töltésű kovasaviónnak. A kovasav azonban gyenge sav lévén, ionja a vízben levő szabad hidrogénionokkal rögtön kovasavvá egyesül. Ígyképp a víz ionjainak egyensúlya megzavartatik, újabb vízmolekulák bomlanak el, mindaddig, amíg a vízben kovasaviónnak van, amely a keletkező hidrogénionnal kovasavvá egyesülhet.

A vízmolekulák szétesésekor keletkező hidrogénionok tehát a kovasavionnal egyesülnek, a nekik megfelelő mennyiségű hidroxiliónnak pedig az oldatban marad. Ez a hidroxiliónnak a kovasavas vegyületek bomlásakor keletkező fémiónnal egyesül és velük hidroxidokat képez. A keletkezett hidroxidok közül a kálium, a nátrium, a kalcium és a magnézium hidroxidjai azonban híg vizes oldatban ugyancsak ionjaikra esnek szét. Ennek következtében a vízben szabad hidroxiliónnak van, az olyan oldat pedig, mely szabad hidroxiliónt tartalmaz, lúgos hatású és ha a hidroxiliónnak mennyisége bizonyos értéket meghalad, a fenolftalein oldatát pirosra festi.

Fenolftalein-oldattal könnyen kimutathatjuk, hogy a kovasavas vegyületek vízben oldódnak és oldás közben elbomlanak. Vegyünk egy darabka földpátot, törjük össze finom porrá, öntsünk rá kevés desztillált vizet és néhány csepp borszeszben oldott fenolftalein-oldatot. Ekkor az oldat rögtön rózsaszínűvé lesz, annak a jeléül, hogy lúgos természetű vegyület keletkezett benne. Ugyanez történik, ha a kísérletet valamely csillám porával ismételjük meg. Vannak könnyebben oldható kovasavas vegyületekből álló ásványok is, ezek kísérletünkben rögtön sötétpiros színeződést adnak, ilyenek például a szodalit, a kankrinit, a pektolit, az apofilit és még mások.

A kovasavas vegyületekből álló ásványok tehát a vízben kimutatható mértékben oldódnak és oldódás közben elbomlanak.

Vázlatosan ezt a folyamatot a következőképp fejezhetjük ki:



Ennél a folyamatnál tehát egyrészt káliumhidroxid, nátriumhidroxid, magnéziumhidroxid és kalciumhidroxid keletkezik. Ezek a talaj levegőjében sohasem hiányzó szénsavval egyesülnek és szén-savas sókká alakulnak át. Ezek vízben oldódó sók. A vashidroxid, az alumíniumhidroxid és a kovasav ellenben kolloid sajátságú vegyületek, amelyek vízben nem oldódnak.

A sók kilúgzása, illetve felhalmozódása. Mi történik a talajban ezekkel az új vegyületekkel? Az új vegyületek sorsa több körülménytől függ, melyek közül első sorban a csapadék mennyiségét kell említenünk. Ha sok a talajra hulló csapadék és a csapadék a talajon átszivárog, - vagyis nedves éghajlat alatt - a sók kilúgozódnak, a talajon áthatoló vízben feloldva a talajvízbe jutnak, amely magával viszi őket.

Nedves éghajlat alatt tehát a talaj kevés vízben oldható sót tartalmaz; ez kitűnik Hilgard elemzéseiből is, aki mintegy 1300 talajt vizsgált meg az Egyesült Államokból és elemzése alapján megállapította azt a mélyreható különbséget, mely a nedves és a száraz éghajlat talajai között van.

Hilgard táblázata

		Nedves éghajlatú vidékek talajai 466 elemzés átlaga	Száraz éghajlatú vidékek talajai 313 elemzés átlaga
Káli	K ₂ O	0.22 %	0.73 %
Nátron	Na ₂ O	0.09 "	0.26 "
Mész	CaO	0.11 "	1.36 "
Magnézia	MgO	0.22 "	1.41 "
Mangán	Mn ₂ O ₃	0.13 "	0.06 "
Vas	Fe ₂ O ₃	3.13 "	5.75 "
Alumínium	Al ₂ O ₃	4.3 "	7.89 "
Foszfor	P ₂ O ₅	0.11 "	0.12 "
Kénsav	SO ₃	0.05 "	0.04 "
Szénsav	CO ₂	-	1.32 "
Oldható kovasav	SiO ₂	4.21 "	7.27 "
Kvarc és nem oldott részek		84.03 %	70.56 %
Víz és szerves anyag (Izzítási veszteség)		3.64 "	4.95 "

A táblázat adatai megmutatják, hogy a talajból 22%-os sósav öt nap alatt mennyit oldott ki.

A táblázat értékein végigtekintve, rögtön feltűnik a száraz éghajlatú vidékek talajainak *magas mésztartalma*; a száraz éghajlatú vidékek talajai 13-szor annyi meszet tartalmaznak, mint a nedves éghajlatú vidékek talajai. Jóval magasabb ezenkívül a száraz éghajlatú vidékek talajainak magnézia, káli és nátron tartalma is.

Ez a legszembevetőbb különbség, amely a két ellentétes éghajlat talajai között észlelhető. Ez a különbség a sók felhalmozódásában, illetve kilúgzásában nyilvánul.

A kolloidok kicsapódása. Lássuk most mi történik a kovasavas ásványok bomlásakor keletkezett kolloidokkal, a kovasavval, az alumíniumhidráttal és a vashidráttal.

Ezek kolloid sajátságú anyagok, és pedig a vashidrát és az alumíniumhidrát pozitív töltésű kolloidok, míg a kovasav töltése negatív.

Ezek a kolloidok kölcsönösen hatnak egymásra. Nevezetesen a pozitív alumíniumhidrát és vashidrát, továbbá a negatív kovasav egymás töltését kölcsönösen közömbösíthetik és ekkor kicsapják egymást. Ilyenkor határozatlan összetételű, szintén kolloid állapotú vegyületek keletkeznek, amelyek az agyag sajátságaival bírnak. Ezek az agyagos vegyületek a málláskor keletkezett sókat erősen megkötik és többé-kevésbé telítődnek velük. Az ilyen módon keletkező agyagos vegyületek a talajban felszaporodnak és a talajt agyagossá teszik.

Nagyfokú hidrolízis esetén az oldat annyira lúgos lehet, hogy a benne levő hidroxiliónok a vashidrát, az alumíniumhidrát és a kovasav kölcsönös kicsapódását megakadályozzák. Ilyenkor nem keletkeznek az előbb említett agyagos vegyületek, hanem a hidroxiliónok a vashidrátot és az alumíniumhidrátot kicsapják, míg a kovasav diszperzióban marad és kilúgozódik. Ilyenkor vashidrátban és alumíniumhidrátban gazdag talajok keletkeznek.

A humusz mint védőkolloid. Ennek az esetnek az ellentéte is lehetséges, vagyis a talajból a vashidrát és az alumíniumhidrát lúgozódnak ki és kovasav halmozódik fel. Ez akkor következik be, ha a talajban telítetlen humusz van. A humusz jelenléte és természete nagyban befolyásolja a málláskor keletkezett kolloidok sorsát. A talajon és a talajban élőlények teste elpusztulásuk után korhadási és rothadási folyamatokon megy át, amely folyamatoknak eredménye egy sötétszínű kolloid természetű anyag, a *humusz*. A telítetlen humusz negatív töltésű kolloid, éppúgy mint a kovasav vagy az agyag.

A telítetlen humusz bizonyos töménységben megakadályozza azt, hogy a vashidrát és az alumíniumhidrát kicsapódjanak, megvédi őket az állapotváltozás ellen. Ezért a telítetlen humuszt védőkolloidnak hívják. Ennek a védőkolloidnak a jelenlétében a vashidrát és az alumíniumhidrát diszperzióban maradnak és az esővíz kilúgozza őket.

A telített humusz, az a humusz, melyet a sók telíthettek, nem bír ilyen védőhatással.

A mállási kéreg. Amint látjuk, a kémiai mállásnál vizes oldatban végbemenő vegyi folyamatokkal van dolgunk. A kovasavas vegyületek feloldódnak, elbomlanak, sók és kolloid természetű csapadékok keletkeznek.

Ezek a csapadékok körülveszik és kéreggel vonják be a homokszemeket. Ez a kéreg tartalmazza a mállás termékeit és ez szabja meg főleg a talaj kémiai sajátságait.

A kémiai mállás az éghajlat függvénye. A talajban végbemenő vegyi folyamatok részben attól függenek, milyen a keletkezett sók töménysége és milyen természetű humuszos anyagok vannak jelen.

A sók töménysége és a humusz minősége az éghajlattól függ. Melegebb éghajlat alatt több só keletkezik, ezek száraz éghajlat alatt felhalmozódnak, nedves éghajlat; alatt kilúgozódnak a talajból. Ugyancsak az éghajlat szabja meg a humusz felhalmozódását is. Nedves és hideg éghajlat alatt több humusz halmozódik fel, mint meleg és száraz éghajlat alatt.

Az éghajlatnak tehát döntő befolyása van a talajban végbemenő vegyi folyamatokra.

Lássuk milyen az összefüggés az éghajlat és a talajban végbemenő vegyi folyamatok közt. Milyen jellegű talajok keletkeznek a különböző éghajlatok alatt.

A laterites mállás. Induljunk ki a forró égővből, olyan éghajlatból, melyet nagy meleg és bő csapadék jellemez. Tételezzük még fel, hogy a lehulló több méter csapadék az évnek csak egy szakában esik le, míg az évnek többi részét nagy szárazság jellemzi. Ilyen körülmények közt

növényzet nem él meg és humusz sem halmozódik fel. Ekkor a mállás humusz nélkül megy végbe, kizárólag a hidrolízis hatására. A hidrolízis nagy mértékű, mert a víz hidrolites bomlása a hőmérséklettel növekszik. A bő csapadék pedig a hidrolíziskor keletkező sókat teljesen kilúgozza és a lúgos oldat magával viszi a kovasavat is. A mállás termékei közül csak a vashidrárt és az alumíniumhidrárt maradnak vissza. A vashidrárt a mállási terméket vörösré, téglaszínűre festi, ezért ezeket a téglaszínű talajokat *lateritek*nek hívják (latinul later = tégl), a mállásnak most vázolt típusát pedig laterites mállásnak.

A podszolos mállás. A meleg és nedves klímának képződménye után lássuk a hideg és nedves klímájú vidék talaját. A csapadék itt is bő, de egyenletesebb eloszlású, ami nagy mennyiségű humusz felhalmozódását teszi lehetővé. A hidrolízis kisebb fokú, a keletkezett sókat a bő csapadék kilúgozza, a humusz ennél fogva telítetlen, védőkolloid hatást fejt ki. Ennek következtében a vashidrárt és az alumíniumhidrárt is kilúgozódnak, úgy, hogy ilyen vidékeken az erősen humuszos talajtakaró alatt világosszürke, hamuszínű réteget találunk, melyet a sók, továbbá az alumíniumhidrárt és a színező vashidrárt nagy fokú kilúgzása jellemez. Néha majdnem tiszta kovasavból áll. Az ilyen talajt *podszol*nak (orosz nevéől, oroszul szola = hamu), a mállásnak ezt a típusát pedig podszolos mállásnak hívjuk.

A csernoszjom típusú mállás. A bő csapadékú vidékekre jellemző mállási típusok után lássuk, hogy megy végbe a kémiai mállás a szárazabb éghajlatú vidékeken. Itt a sók kilúgzása már nem oly nagy fokú, mint a kifejezetten nedves éghajlat alatt.

Az átmeneti jellegű vidékeken (400-600 mm évi csapadék) a talajban elég só marad ahhoz, hogy a humuszt telítse. A telített humusz nem fejt ki védőhatást, ennél fogva a mállásnál keletkező vashidrárt, alumíniumhidrárt és kovasav egymást kicsapják, agyagos vegyületek keletkeznek, melyeket a talaj sói telítenek. Így keletkezik a sötétszínű, agyagos fekete föld, amelyet orosz nevéől *csernoszjom*nak hívnak.

A félsivatagi mállás. A kifejezetten száraz éghajlatú vidékeken, a félsivatagokban, a sók felhalmozódása még nagyobb mértékű, egyes helyeken a felhalmozódott sók a talaj felszínén is kivirágzanak. A kevés csapadék csak gyér növényzet megélhetését teszi lehetővé, a talajban tehát kevés a humusz. Így jönnek létre a félsivatagok világosszínű sós talajai.

A *sivatagokban* a kémiai mállás a vízhiány miatt rendkívül csekély mérvű, ha nem is szünetel teljesen. Itt a fizikai mállás szabja meg a talajtakaró jellegét.

Teljesen szünetel a kémiai mállás akkor, ha a talaj egészen száraz. Ilyen szárazság ott van, ahol a talajban levő víz az egész évben meg van fagyva.

A talaj a klíma próbaköve. Összefoglalva az elmondottakat, mondhatjuk, hogy a talajt alakító kémiai mállás irányát az éghajlat szabja meg. Az éghajlati tényezők közül döntő szerepük van ebben a hőmérsékletnek és a csapadéknak, még pedig úgy a csapadék mennyiségének, mint évi eloszlásának. Ezek a tényezők szabják meg azt, hogy a talajt milyen növényzet borítja be, és ugyancsak ők állapítják meg a talajban végbemenő folyamatok természetét is. Ha Flahault, a szellemes montpellier-i botanikus azt mondhatta, hogy a növényzet az éghajlat próbaköve, mi a talajról mondhatjuk ugyanezt. Éghajlat, növényzet és talaj közt a legszorosabb okozati összefüggés van.

Ha a talaj alakulásnak ezek a tényezői sokáig hatnak a fizikai mállás létrehozta közettörmelékre, előbb-utóbb ez a közettörmelék elveszti eredeti tulajdonságait és jellegét kizárólag a kémiai mállás termékei szabják meg. Így például a feketeföld kialakulását megszabó éghajlat alatt idővel minden közet törmeléke, keletkezett legyen az a legellentétesebb kőzetekből, gránitból vagy andezitből, egyforma fekete földdé változik át.

A kémiai mállás főbb típusainak áttekintése.

<i>Nedves éghajlat</i>		<i>Átmeneti éghajlat</i>	<i>Száraz éghajlat</i>
A sók kilúgozódnak		A kilúgzó és felhalmozó folyamatok egyensúlyban vannak	A sók felhalmozódnak
Humusz nincs vagy nagyon kevés	Sok és telítetlen humusz	Sok és telített humusz	Kevés és telített humusz
A kolloidok egymást nem csapják ki. A kovasav		A kolloidok egymást kicsapják	A kolloidok egymást kicsapják
kilúgozódik	nem lúgozódik ki	A kovasav, vas és alumíniumhidrátok a talajban maradnak, agyagos vegyületeket képeznek	A kovasav, vas és alumíniumhidrátok a talajban maradnak, agyagos vegyületeket képeznek
A vas és az alumínium hidrátjai felhalmozódnak	kilúgozódnak		
Vörös földek (lateritek) keletkeznek	Szürke földek (podszolok) keletkeznek	Fekete földek (csernoszjomok) keletkeznek	Világos színű sós talajok keletkeznek
Laterites mállás	Podszolos mállás	Csernoszjom jellegű mállás	Félsivatagi jellegű mállás

A mállásnak ezen főbb típusait számos átmenet köti össze.

A vizek összetétele. A kémiai málláskor a talajt átítató nedvesség hatására vízben oldható vegyületek keletkeznek. Ezek a vízben feloldódnak és megszabják a víz kémiai jellegét. Az egyes mállási típusoknak tehát nemcsak meghatározott jellegű talaj felel meg, hanem az illető terület vizeinek az összetétele is visszatükrözi a mállás típusát.

Így például a *laterites* mállást a kovasav kilúgzása jellemzi és tényleg a laterites öv folyóvizei aránylag sok kovasavat tartalmaznak. Ezek a vizek higak, mert a málláskor keletkező sók sok vízben oldódnak fel. Az oldott anyag nagy része kovasav.

Igy	az Uruguay-ban (Dél-Amerika)	a Mahanuddy-ban (India)
az oldott sók mennyisége 1 literben	40 mg	86 mg
kovasav az oldott anyagban	46 %	33 %

Ezzel szemben a *podszolos vidékek* vizei sok oldható humuszt tartalmaznak. A vizekben kevés a só, hig vizek, ezért a humusz diszperzióban marad és a vizet sötét színűre festi. Ezért hívják a podszolos vidékek vizeit fekete vizeknek.

A podszolos málláskor a talajból a vashidrárt és az alumíniumhidrárt is kilúgozódnak, ezek is benne vannak a vízben.

Így p. o. a svéd vizekben, melyek egy liter vízben 25-30 mg sót tartalmaznak csak, az oldott anyagnak 4-7%-a vas és alumíniumhidrárt.

A Lough Neagh irlandi tó vizében az összes oldott anyag 16%-a humusz.

Az ilyen humuszos vizekben bizonyos baktériumok élnek, melyek az élethez szükséges szén a humuszból veszik, az oxigént pedig a vashidrártból vonják el és a vasat testükben felhalmozzák. Elpusztulásuk után maradványaik valóságos vasérctelepeket képezhetnek.

A *csernoszjom területek* vizei már nem ilyen higak. Humuszt nem tartalmaznak. Sok sót tartalmaznak oldva; a Missouri 400-500 milligramm sót tartalmaz egy literben, az oldott anyag 75%-a szénsavas mész.

A *Duna* Budapestig olyan területen folyik át, melynek talajai átmeneti jellegűek a podszolos és a csernoszjom típusok közt. Ennek megfelelőleg a vize aránylag hig, Budapesten átlag 150 milligramm sót tartalmaz egy literben, az oldott sók háromnegyed része azonban szénsavas mész.

A *félsivatagok vizei* még töményebbek, több gramm sót is tartalmaznak literenként, így p.o. a Kaliforniai Santa Maria folyó vize literenként 2.412 gramm sót tartalmaz. A sók közt az alkáliák sói, a nátriumszulfát és a nátriumchlorid vannak túlsúlyban a mészsók felett.

A talaj összetétele és az emberi település. Az emberi település és a talaj összetétele közt is szoros összefüggés van. Erre Hilgard, a modern agrogeológia egyik megalapítója mutatott rá, megállapítván, hogy a civilizáció száraz éghajlatú vidékeken keletkezett, olyan helyeken, ahol a sók a talajban felhalmozódnak és a talajnak csak nedvességre, öntözésre van szüksége ahhoz, hogy bő termést adjon.

A régi kultúrák mind száraz vidékeken keletkeztek. Magas kultúra keletkezett tudvalevőleg az aszályos Egyiptomban, ahol a Nilus kiöntései biztosították a termést. A Földközi-tenger egyéb pontjain is a civilizáció nem a nedves, erdős vidékeken keletkezett, hanem az öntözhető száraz partokon. Elég ha e tekintetben Karthagóra és a görög szigettengerre utalunk.

Tovább haladva kelet felé, Arábiánál kezdődik egy öntözést igénylő öv, amely magában foglalja Palesztinát, Szíriát, Asszíriát, Mezopotámiát (a régi Kánaánt) és Perzsiát, mind megannyi gócpontjait a régi civilizációnak. Még tovább kelet felé, túl az Induson, aszályos területen találjuk az indiai civilizáció híres központjait, Panjabot, Lahorét és Delhit. India északi részében ma is öntözéssel kell a termést biztosítani; ha az öntözés nem sikerül, éhínség pusztít. Már több ezer évvel ezelőtt milliókat költöttek itt öntöző művekre, míg a nedves vidékek erdeiben, a dzsungelben, ma is csak a vadállatok az urak.

Amerikában szintén a száraz, öntözhető vidékekhez volt kötve a civilizáció keletkezése. Az inkák kultúrája nem az Amazon vidékének nedves erdeiben, hanem az Andesek száraz, nyugati lejtőin keletkezett. Így volt ez mindenütt a Föld kerekiségén. Nagyobb embercsoportok aránylag kis területeken mindig ott telepedtek meg, ahol öntözéssel biztos terméseket lehetett elérni.

Ezzel szemben a nedves éghajlatú vidékek kilúgzott talajain élő népek gyakran voltak kénytelenek otthagyni földeiket, mert azok termékenysége annyira csökkent, hogy nem tudtak rajta megélni. Azt pedig nem tudták, hogy trágyázással vissza lehet adni a föld termékenységét. Ez már előrehaladottabb gazdasági ismereteket tételez fel, mint amilyenek a régi germánoknak voltak, akik földjeiket vándorlásaik során többször is elhagyták.

A száraz éghajlatú vidékeken a megélhetési viszonyok kedvezőbbek, mint a nedves éghajlatú tájakon. A gazdag talajon a család megélhetésére szükséges élelmiszerek jóval kisebb felületen termelhetők, mint a nedves vidékek talajain. A talajt csak öntözni kell, hogy bőven teremjen évszázadokon át. Így a kaliforniai öntözött területeken egy családnak 4-6 hektárra van csak szüksége, míg Észak-Amerika keleti erdős vidékein 12-20 hektárra.

A száraz éghajlatú vidékek talajain tehát sok ember telepedhet meg kedvező életviszonyok közt. A megtelepülés állandósága nagyszabású kulturtevékenységet tesz lehetővé, mely első sorban öntözőművek létesítésére irányul. «Az öntözés - írja Hilgard:- együttműködést jelent. Öntözőműveket egyes egyének vagy családok csak kis mértékben létesíthetnek. Állandó sikeres kivitelük különböző társadalmi csoportok, községek, sőt államok együttműködését

igényli. Az öntözés egyszóval társadalmi együttműködést kíván meg. Az együttműködés pedig olyan intézményeket hoz létre, melyeknek feladata a béke műveinek fenntartása és fejlesztése, vagyis a civilizáció előbbre vitele.»

A fekete földeken ismét másfajta kultúra alakul ki. A csernoszjom füves térségein sok nagy állat él, ezek gazdag vadászterületek. Idővel az ember a bizonytalan vadászat helyett alkalmas állatokat megszelidített, hogy termékeikhez könnyen hozzájusson, a vadászból pásztor lett. A pásztor a talajt inkább közvetett módon használja, az állatvilág útján. Követi a nyáját oda, ahol az táplálékot és vizet talál. Ez a mozgékonyasága befolyásolja kultúrájának fejlődését. Keveset dolgozik, ellenben a csordára és a fenyegető veszedelmekre való folytonos figyelem a természet megfigyelését élesíti ki benne és fantáziáját növeli.

V. FEJEZET. A biológiai mállás.

A fizikai és kémiai mállás által létrehozott talajon élőlények telepednek meg, amelyek úgy életműködésük során, mint haláluk után olyan anyagokat termelnek, amelyek a talaj eredeti sajátságait megváltoztatják. Ezeknek az élő szervezeteknek közreműködésével változik csak át a talaj tulajdonképpen termőföldre.

A humusz. A biológiai mállás létrehozta anyagok közt legnevezetesebb a humusz.

Hogy keletkezik a humusz? Lássuk p. o. az erdő esetét. A mi klímánk alatt egy zárt állományú bükkerdőben évente átlag 4000 kg súlyú száraz levél hull le ősszel egy hektárnyi területen. Ezek a levelek kevés vizet, átlag 10% hamualkatrészt és 85% eléghető részt tartalmaznak. A lehullott levelek, melyek a talajt beborítják, lassan elváltoznak az erdő nedves levegőjében, porhanyósakká lesznek, megfeketednek, elvesztik alakjukat, súlyuk kisebb lesz és végül porhanyós barna vagy fekete anyaggá változnak át, melyet humusznak nevezünk. Eközben a lombot alkotó elemek (szén, hidrogén, oxigén és nitrogén) legnagyobb része gáznemű vegyületek alakjában (szénsav, víz és ammonia) eltávozott, egy kis részük a hamualkatrészekkel visszamarad. Az így keletkezett humusz sok ásványos alkatrészt tartalmaz, ennél-fogva telített és kémhatása közömbös vagy legfeljebb csak kissé savanyú. Ez a közömbös vagy szelíd humusz.

A humusz tehát lassú égési folyamat eredménye. A levelek eléghető részei lassan egyesülnek a levegő oxigénjével és ugyanazok a gáznemű égési termékek keletkeznek, mintha a leveleket tűzben elégetnénk. A különbség csak az, hogy a humuszképződéskor a szerves anyagok elégeése igen lassan megy végbe, sötétszínű közbenső termékek is keletkeznek, melyek azonban szintén tovább égnék.

Ha az elbomló szerves anyaghoz nem jut elegendő levegő, akkor az elbomlás másképp megy végbe. Ekkor olyan gázok keletkeznek, melyek közt bűzösök is vannak (kénhidrogén, foszfor-hidrogén) és oxigén hiányában a szerves anyag legnagyobb része nem ég el, hanem ott helyben felszaporodik.

A humuszképződés biológiai folyamat. A humuszképződés lényegileg biológiai folyamat, vagyis élőlények, *baktériumok és más gombák* közreműködésével történik. Sokáig tisztán kémiai folyamatnak tartották. Így Saussure is, aki üvegharang alá erősen humuszos kerti földet tett és azt észlelte, hogy a harang alatti levegő oxigénjének legnagyobb része hama-rosan szénsavvá alakult át. Ő ebben tisztára kémiai folyamatot látott. Müntz és Schloesing francia vegyészek azonban 1877-ben kimutatták, hogy ez a folyamat élő szervezetek közre-működésével megy végbe. Ennek a bebizonyítására felhasználták a chloroformnak azt a sajátságát, hogy megakadályoz minden életfolyamatot, míg a tisztán vegyi hatású erjesztőkre hatástalan.

Müntz a következő kísérletet végezte: üvegtálcába el nem bomlott leveleket tett kevés vízzel és légzáróan beborította egy üvegharanggal. Egy másik éppígy elkészített üvegtálcába kevés chloroformot is tett. Mindkét üvegharang alá még egy kis edényt tett kálilúggal, amely a keletkezett szénsavat elnyelni volt hivatva. Egy hét múlva meghatározta a keletkezett szénsav mennyiségét, amely a levelek elbomlásának mértékéül szolgálhat. A közönséges levegővel telt bura alatt 3.3 gramm szénsavgáz, a chloroformos bura alatt pedig csak 0.43 gramm szénsavgáz keletkezett.

Ezzel a kísérlettel Müntz bebizonyította azt, hogy az elhalt levelek elbomlása lényegileg biológiai folyamat.

Müntz következtetéseit megerősítették Wollnynak, a müncheni egyetem kiváló tanárának 1880-ban végzett kísérletei, amelyek szerint a szénsavfejlődés majdnem teljesen megszűnik, ha a korhadó szerves anyaghoz fertőtlenítő szereket, timolt, karbolsavat vagy szublimátot adunk, vagy ha 115°-ra hevítjük, amely hőfoknál az élőlények elpusztulnak.

A talajban nagyon sok baktérium él. Számuk csökken a mélység felé, ahol a talaj kevesebb levegőt és szerves anyagot tartalmaz. Bizonyos mélységen túl teljesen hiányoznak.

Ennek bizonyítására álljanak itt Reimers számadatai.

		Baktériumok száma 1 cm ³ talajban
A talaj felszínén		2564800
2.5 méter mélységben (agyag)		23100
3.5	(kavics)	6170
4.5	(homok)	1580
6.0	(homokkő)	0

A humuszképződés tényezői. Az elhalt növényi részek elbomlása élő szervezetek közreműködésével megy végbe, az elbomlás fokát és sebességét befolyásolják mindazok a tényezők, amelyek ezeknek az élőlényeknek életműködését befolyásolják, u. m. a levegő, a meleg, a nedvesség, a fény és a tápanyagtartalom.

A levegő oxigéntartalmának befolyása. A humuszt készítő szervezeteknek nagy szükségük van levegőre, mert hisz itt lassú égési folyamatról van szó. Ha a korhadó levelekhez nem jut oxigén, a szénsavfejlődés nagyon csökken és más folyamatok indulnak meg.

Az elégségs gyorsasága az oxigén mennyiségével nő, bár a levegőnek aránylag alacsony oxigéntartalma mellett már energikus elbomlás mehet végbe.

Így Schloesing kísérleteiben:

a levegő oxigén tartalma (%)	0 %	6 %	11 %	18 %	21 %
fejlődött szénsavgáz					
(1 kg talajból 1 nap alatt)	9.3 mg	15.9 mg	16 mg	16.6 mg	16 mg

Más kísérletek hasonló eredményt adtak s így azt mondhatjuk:

1. hogy oxigén hiányában is fejlődik szénsavgáz.
2. hogy a szénsavgáz fejlődése az oxigén mennyiségével nő, de csak egy bizonyos határig, mert 6-8% oxigéntartalmon felül az emelkedés igen kicsiny.

A hőmérséklet befolyása. Az élő szervezetek életműködései bizonyos hőfokon alul szünetelnek, a hőmérséklet emelkedésével - bizonyos hőfokig - élénkülnek (optimum), azon felül ismét lassúlnak, míg végre egy legmagasabb hőfoknál megszűnnek.

Több egyező kísérlet eredményeiből megállapították, hogy a szénsavfejlődés a hőmérséklettel emelkedik és 60°C-nál még nem szűnik meg, bár ezen hőmérsékleten túl erősen csökken. Fagypontra szünetel.

Íme Wollny komposztföldre vonatkozó adatai:

A talaj víztartalma	A talaj hőmérséklete				
	10°	20°	30°	40°	50°
A fejlődött szén-sav mennyisége					
6.8 %	2	3.2	6.8	14.7	25.2
44 "	2.8	15.4	36.2	42.6	76.3
vagy ha egységül vesszük a 10°-nál fejlődött szén-sav-gáz mennyiségét:					
6.8 % víz	1	1.6	3.4	7.2	12.7
44 " "	1	5.5	13	15.2	27.3

Ezekben a kísérletekben a legkedvezőbb hőfok 50° körül volt, a legmagasabb hőfok valószínűleg 80° körül van.

A lassú égés sebességének a hőmérséklettel való gyors emelkedése okozta azt, hogy az erdei vágásokban a lehullott lombtakaró oly hamar tűnik el.

A nedvesség hatása. A nedvesség nagy jelentősége már Wollny idézett kísérleteiből is kitűnik. Általában véve a szerves anyag annál gyorsabban ég el, minél nedvesebb, feltéve azonban, hogy a nedvesség nem tölti ki teljesen a pórusokat és nem akadályozza meg a levegő szabad hozzájutását. Ha a túlságos nedvesség a bomló szerves anyagot a levegőtől elzárja, az elégés sebessége csökken.

Amint van egy legmagasabb víztartalom, mely fölött a lassú elégés szünetel, éppúgy van egy minimum is, melynél már nem megy végbe. Ez a minimum a talajokkal változik. Fodornak, a budapesti egyetem néhai közegészségtanárának kísérletei szerint a humuszos homok 4% víztartalom mellett még bőven fejleszt szén-sav-gázt, a komposzt pedig 7% mellett már alig ad gázt.

Bizonyos szárazsági fok mellett a talajban az elbomlás megszűnik.

A talaj sóinak szerepe. Míg a világosság hatását, amely nagyon csekélynek látszik, csak kevéssé tanulmányozták, a sóknak, savaknak és lúgoknak szerepével annál bővebben foglalkoztak.

Minden növénynek - a baktériumoknak és egyéb gombáknak is - bizonyos mennyiségű ásványos anyagra van szüksége, hogy megélhessen. Pasteur az élesztővel végzett kísérleteiben kimutatta, hogy e tekintetben az alsóbbrendű gombáknak is ugyanolyanok az igényei, mint a magasabbrendű növényeknek. Ebből már eleve is azt következtethetjük, hogy a szerves anyagok elbomlását, amely lényegileg gombák hatására történik, a sók mennyisége befolyásolja.

Számos kísérletet végeztek e téren, melyeknek eredményei szerint

1. A savak az elbomlást még nagy hígításban is (0-0.1%) rendkívül meglassítják.
2. A gyengén lúgos oldatok ellenben siettetik, míg a tömör oldatok szintén lassítják.

A lúgos anyagok közül a mész különböző vegyületei (kalciumoxid, kalciumhidrát és kalcium-karbonát) az el nem bomlott szerves anyag bomlását késleltetik, de ha az elbomlás már megkezdődött, akkor ugyanezek a vegyületek siettetik a szerves anyagok lassú elégését.

3. A sók közül a foszforsavas és a salétromsavas sók híg oldatban gyorsítják a lassú elégést, a chloridok és a kénsavas sók ellenben lassítják.

A szerves anyag összetételének befolyása. A szerves anyag összetétele és fizikai állapota is lényegesen befolyásolja a lassú elégést.

A zsirok, a gyanták, a csersav lassan bomlanak el. Maga a csersav gyorsan bomló vegyület, de a fehérjékkel nagyon ellenálló vegyületeket képez. Ezt bebizonyítandó Wollny finom porrá tört árpa és kukoricaszalmát csersavoldatban és tiszta vízben áztatott 48 óráig. Ezután a próbákat 30°-os hőmérséklet mellett elbomlásnak tette ki. A keletkezett szénsav térfogata jóval kevesebb az 1%-os tanninban áztatott levelek esetében.

Wollny a különböző növényi és állati anyagok elbomlási sebességét illetően nagyon értékes kísérleteket végzett. Vizsgálatait 53 anyagon végezte, melyeket egyforma finomra tört és melyeknek széntartalmát meghatározta.

Kísérletei eredményeképp azt találta, hogy leggyorsabban bomlott a csontliszt, a halguanó, a husliszt, a madarak ürüléke tehát az állati eredetű nitrogéntartalmú szerves anyag. A keletkezett szénsavgáz térfogata $\text{CO}_2=25-31$. Aztán jönnek az alomul használt különböző szalmák ($\text{CO}_2=15-22$), majd az istállótrágyák ($\text{CO}_2=8-15$). A szaruliszt és az erdők levéltakarója lassabban bomlik ($\text{CO}_2=7-9$). Leglassabban a fűrészpor ($\text{CO}_2=5.2$) és a tőzeg ($\text{CC}_2=2-3$) bomlanak.

A bomlás eleinte gyors, majd fokozatosan lassúbbá válik. Azok az anyagok, melyek már előrehaladottabb bomlási állapotban vannak, mint a trágyák és a tőzeg, annál lassabban bomlanak, minél előrehaladottabb a bomlásuk foka.

Müntz, Schloesing és Wollny kísérleteinek eredményeit összefoglalva, kimondhatjuk, hogy a szerves anyag elége a talajban gyorsan megy végbe, ha a talaj kellő mennyiségű levegőt és vizet tartalmaz, ha hőmérséklete magas és ha bizonyos mennyiségű növényi tápsó is van benne. Az elége lassú, ha a talajban nincs elegendő levegő, ha túlsok vagy túlkeves a víz, ha a hőmérséklet alacsony és ha a talajban túl kevés a növényi tápanyag.

A humusz keveredése a talajjal. Így keletkezik a lehullott lombból a humusz. A humusz azonban nem marad meg a talaj felszínén, hanem elkeveredik, még pedig igen benső módon, a talaj felső rétegével. Hogyan történik ez a benső elkeveredés? Nagy része van ebben a talajban élő állatoknak, főleg a gilisztáknak.

Az erdő talajában számos giliszta él, amelyeknek a talajképzés körüli szerepét Müller, a kiváló dán erdész és agrogeológus a következőképp írja le:

«Ha ősszel megfigyeljük közlel a levelekkel frissen beborított talajt, kis csupasz vagy majdnem csupasz felületeket látunk, melyek egymástól gyakran 10-15 cm-re vannak. Ezeken a helyeken kis sötétszínű földkúpacot látunk levéltöredékekkel és erekkel keverve, és a kis földkúpac közepén gyakran láthatunk egy bükkfalevelet tölcseralakúra összehajtva és hegyével a földben megrögzítve. Ezek a kis földkúpacok a giliszta járatainak nyílásait jelzik és a kis fekete morzsák, melyek ezeket a kúpacokat alkotják, lényegileg ezeknek az állatoknak ürülékéből állnak. A környező földet megnézve, mindenütt úgyanezen elemeket látjuk rajta szétszórva és az eső által lelapítva; tartósabb megfigyelés meggyőz bennünket arról, hogy a talaj legfelső rétege 15-20 cm mélységig a giliszták ürülékéből áll. Ezek azonban még sokkal mélyebbre, egy méterig is magukkal viszik a szerves anyagot, melyet a levéltakaróból elfogyasztottak. Járataikat levéldarabkákkal kárpítozzák. A megevett levelek maradványait pedig bensőleg elkeverve a finom földdel, melyet lenyelnek, hogy járataikat elkészíthessék, időről-időre ezeknek a járatoknak bejáratánál kiszórják és ilyképp nemcsak siettetik a szerves anyag elbomlását, hanem a humuszt az ásványos anyagokkal el is keverik, állandóan a felszínre hozva a finomabb részeket. Ezenkívül számos galériát vájnak a talajba, porózussá, permeabilissá teszik és létrehozzák azt a morzsás szerkezetet, amely lehetővé teszi a gyökereknek, továbbá a levegőnek és a víznek, melyre szükségük van, azt, hogy szabadon mozogjanak a talajban.»

A giliszták tehát alaposan fel is lazítják a talajt, amikor keresztül-kasul járnak. Hogy mily nagy fokú a talajnak ez a fellazulása, azt Wollny kísérletileg is kimutatta. Két henger alakú edényt megtöltött megszitált, humuszos és kellő nedvességtartalmú földdel. Az egyik edénybe öt gilisztát tett, majd a talaj felszínét leegyengette és ugyanolyan száraz talajjal hintette be, hogy a párolgást csökkentse. Hat hét múlva a gilisztás föld egész tömegében morzsás lett és térfogata is lényegesen növekedett, A giliszta nélküli föld térfogata változatlanul 232 cm^3 maradt, míg a gilisztás föld térfogata 296 cm^3 lett, a növekedés tehát 63 cm^3 , vagyis az eredeti térfogat 27%-a.

A gyökereknek, a levegőnek és a víznek a talajba jutását tehát a giliszták lényegesen megkönnyítik. Ezek a teljesen süket és vak állatkák nagy talajjavító munkát végeznek, melyet Darwin a gilisztákról írt érdekes munkájában a következő meleg szavakkal méltányol:

«Valóban csodálatos, ha elgondoljuk, hogy az egész legfelső földréteg keresztül ment a gilisztákon és pár év alatt újból keresztül megy rajtuk. Az eke az emberiség legrégebbi és legértékesebb találmányai közé tartozik, de már régen az eke feltalálása előtt, a giliszták a talajt állandóan szántották és szántják még most is. Nem hihetjük, hogy még sok állat legyen, amely olyan fontos szerepet játszott a Föld történetében, mint ezek az alacsonyrendű szervezetek.»

A gilisztákon kívül számos más állat is él a talajban és hozzájárul annak fellazításához; így a hangyák, rovarálcák, százlábuak, sőt gerinces állatok is, mint a nyul, vakond stb.

Így keletkezik lombos erdeink szelid humuszos talaja.

A füvel borított talajon ugyanígy megy végbe a humuszképződés. A fűek gyökerei is nagy mértékben járulnak hozzá a humuszképzéshez. A talaj itt humuszos addig a mélységig, amíg a fűek gyökerei lehatolnak.

A humusz azonban a talajban nem halmozódik fel nagyobb mennyiségben. A 10% szelid humuszt tartalmazó talaj már ritkaságszámba megy.

A nyers vagy savanyú humusz. Olyan helyeken, ahol a szerves anyag lassú, békés elérésére kedvezőtlenek a viszonyok, a talajon egészen más természetű humuszos képződmények halmozódnak fel.

Sovány talajon élő öregedő bükkerdőben a talajt fekete vagy feketésbarna tözegszerű anyag borítja, amely szorosan összetapadt növényi részekből, gyökerekből, szárazból, levelekből, mohákból és gombafonalakból áll. Ez a nyers humusz. Különösen olyan növények képeznek nyers humuszt, melyek nagyon vékony, számos és nagyon elágazott gyökérzettel bírnak, amelyek a talaj felszínén terülnek el. Ezek a gyökerek idővel sűrű fonadékká szövődnek össze, amely a vizet is csak nehezen bocsátja keresztül. Ilyen növények a bükk, a luc, az áfonya, a hanga (Calluna).

A nyers humusgréteg annyira gazdag lehet növényi részekben, hogy 50-60% éghető részt is tartalmaz. A talajt vastag nemezréteg gyanánt borítja és elzárja a levegőtől. A reá eső vizet mohón magába szívja és visszatartja. Ezért savanyú bomlási termények, úgynevezett humuszsavak keletkeznek benne. A kilúgzott talaj sókat nem tartalmazván, nincs ami ezeket a savakat telítse. A nyers humusz tehát savanyú, ezért csak bizonyos növényzet él meg rajta. Európa északi részének bükkerdeiben, amelyekben savanyú humusz keletkezett, a humuszon *Aira flexuosa*, *Trientalis europaea*, *Melampyrum pratense*, továbbá mohafajok, ú. m. *Hypnum triquetrum*, *Dicranum scoparium* élnek.

A nyers humuszban kevés állat él, a giliszták teljesen hiányzanak, ezért ez a humuszcéteg nem is keverődik el a talajjal, hanem úgy fekszik rajta, mint egy nemezszerű takaró, amelyet fel lehet emelni és összehengerelni, mint a szőnyeget. Alatta a talaj világosszínű, erősen ki van lúgosva.

Azokban a bükkerdőkben, amelyekben ilyen savanyú humusz keletkezik, a bükk nem tud természetes úton fel ujni. A lehullott bükkmakkok kicsiráznak ugyan, de nem képesek a nyers humuszon áthatolni és elpusztulnak. Ilyen helyen az erdő lassan kipusztul és helyét a Calluna-növényformáció, a fenyér (Heide) foglalja el.

VI. FEJEZET.

A tőzegképződmények.

Ha a növényi maradványok túlnedves helyen, esetleg víz alatt korhadnak el, a talajon vastag humuszrétegek halmozódnak fel, melyekben az eredeti növények szerkezete a legtöbbször felismerhető. Ezek a tőzegképződmények, melyek helyenként több méter vastagok és tüzelési célokra is szolgálnak.

Hazánkban többféle tőzegképződmény van, melyeknek keletkezési módja és sajátosságai eltérőek. Az Alföld tőzegei tápanyagban gazdag vízben keletkeztek, míg hegyvidékeink tőzegei tápanyagban felettebb szegény vizekben halmozódtak fel.

A rétlápok keletkezése. Az Alföld nagy tőzegtelepei sekélyvizű tavakban keletkeztek. Régebben, amikor folyóink szabályozatlanul kalandozhattak az Alföldön, időnként kiöntöttek. A szétterülő víz sok iszapot hozott magával. Az árvíz megszűntével a folyóvíz visszavonult medrébe, egyes mélyebben fekvő helyek azonban vízzel telve maradtak. A finom iszap, melyet a folyóvíz magával hozott, leülepedett és lassanként feltöltötte a tó fenekét. Ebben az iszapban vízi növények telepedtek meg. A part felé, ahol a tó vize sekélyebb, buja növekedésű félig vízi növények, káka és nád terjeszkedtek, melyeknek elhalt gyökerei és szárai ott helyben felhalmozódtak. A vízben, a levegőhiány miatt, a humuszképződés nagyon lassan megy végbe, ezért ez a réteg állandóan nő, mindaddig, míg csak a tavat ki nem tölti. A nádas és a nedves partszegély közt sásfélék nőnek, amelyeknek gazdag gyökérzete a lápiszapot behálózza és ott sástőzeggé alakul át. A sás a már feltöltődött lápot gyakran teljesen benövi, ilyenkor a mélyebb részekben nádtőzeget, felette pedig sástőzeget találunk.

Máskor azonban, különösen a sekélyebb lápokban, a tőzeg kizárólag nádtőzegeből áll. Ezekben a nádasokban él a nád társaságában a kálmusgyökér (*Acorus calamus*). A sás, mint az utolsó tőzegképző növény, sajátos növekedésénél fogva ú. n. zsombékokat képez; különálló nagy ½-1 méter magas kiálló gyepek ezek, melyeket apró víztócsák választanak el egymástól. A zsombék alja, amely állandóan vízben van, eltőzegesedik. A sás társaságában sok más növény is él, melyek közül a menta és a vidrafű gyógyhatásuk miatt keresettek.

Ha a lápot lecsapolják és felszine lassanként kiszárad, akkor a környékén élő növények magjai is kikelnek rajta, a tőzeg megszeliődik és végül rétté alakul át. Ezért rétlápnak hívjuk. Felületének sík volta miatt sík lápnak is hívják, míg a nép egyes helyeken berek, őrzeg, turjány néven nevezi őket.

A rétlápok tőzege. A rétlápok tőzege sötétbarna vagy fekete színű, igen laza képződmény. Az alapanyagban gyakran felismerhetjük a nád vagy sás gyökereit. A vizet rendkívül mohón szívja magába és erősen visszatartja, a friss tőzeg vízből súlyának 20-22-szeresét is képes visszatartani. Az átázott tőzeg erősen megduzzad, kiszáradáskor összezsugorodik és megrepedezik. Ha teljesen kiszáradt, nagyon lazává és gyakran porneművé válik. Kötöttsége kicsiny. Ezen utóbbi sajátossága következtében nagyon alkalmas a túlkötött, nehéz agyagtalajok megjavítására. Nagy vízszívó képessége és azon sajátossága miatt, hogy a bűzös gázokat nagy mértékben elnyelni képes, istállók és árnyékszékek szagtalanítására használják. Az ürülékkel elkevert tőzeg kitűnő trágya.

A tőzeges talaj. A rétlápok tőzege a láp kiszáradása után hamarosan termőtalajjá alakul át. A tőzegtalaj fekete színű, porhanyós, a növényi alkotórészeket már nem ismerhetjük fel benne. A nép sok helyütt kotus földnek hívja. A tőzeges talajok általában véve tápanyagszegények, vízviszonyaik is rendszerint szabályozatlanok. Vagy sok a víz rajtok, vagy oly kevés, hogy a tőzeg kiszárad. Ezért, ha a tőzeges talajt hasznosítani akarjuk, vízviszonyait kell szabályoz-

nunk, amit csatornázással és a vízlevezető árkokban elhelyezett zsilipekkel érünk el. Ezután pedig gondoskodnunk kell a hiányzó tápanyagokról, a foszforról és káliról.

A tőzeges talajon akármilyen gazdasági növény megterem. Leginkább legelőnek vagy kaszálónak használják. Franciaország híres maraicher kertészetei tőzeges talajon létesültek.

A szurokföld. Ha a rétlápot fölszántják, akkor a fölszántott tőzeg aránylag gyorsan oxidálódik, kiszáradáskor porszerűvé válik, a szél a finom port elviszi. A tőzeg elfogy. Sok helyütt fel is égetik. Ez még sietteteti a tőzegréteg elfogyását. Ilyen helyeken azután csak az egykori lápfenek fekete színű iszapja marad meg. Ez képezi az új feltalajt. Ez a fekete iszapréteg sok humuszt tartalmaz és friss állapotában nagyon termékeny. Rendkívül magas agyagtartalmánál fogva azonban fizikai sajátságai kedvezőtlenek, szárazon kökemény, nedvesen pedig ragad, mint a szurok. Ezért *szurokföld*nek is hívják. Ezen kedvezőtlen sajátságai meszezéssel lényegesen javíthatók. Ha a művelés következtében eredetileg magas humusztartalma megcsökken, akkor színe barnássá válik és termékenysége lényegesen csökken.

A mohalápok keletkezése. Egészen más természetű tőzeg keletkezik a Felvidék tápanyagszegény vizeiben, így a Magas Tátrában, ahol a gránitmedencékben tiszta hólé gyűlik össze, a sok tápanyagot igénylő nád és sás nem élnek meg, helyettük a növények legigénytelenebbjei, mohák, főleg *Sphagnum*-félék telepednek meg a vízparton, majd fokozatosan befelé nyomulva a tóba, a víz tükrét benövik és a tavat feltöltik. Ezek a *Sphagnum*-ok rendkívül sok nedvességet igényelnek tenyésztükhöz, hatalmas víztartó sejtjeik vannak, melyekben nagy mennyiségű vizet tudnak raktározni. Tápanyagigényük rendkívül csekély, tápdús vizekben elpusztulnak. Nemcsak tavakban élnek, hanem mindenütt elszaporodnak, ahol tápanyagszegény talajra bőséges csapadék jut. Ezeken a nedves területeken eleinte csak egyes mohapárnákat képeznek, ezek tovább növe egyesülnek és mindjobban elterjednek. A mohaláp alakja végül domborúvá válik, akár az óraüvegé. A mohaláp ugyanis a közepén sokkal nedvesebb, mint a szélén, ahol a nedvesség hamarabb párolog el, ennél fogva a mohák a láb közepén sokkal gyorsabban nőnek, mint a szélén.

Ha a mohaláp valamilyen oknál fogva kiszárad, a tőzegmohák már nem fejlődnek tovább és a lápon más növények is megtelepülnek. Első sorban a gyapottfü (*Eriophorum*), majd a rovarévők (*Drosera* és *Pinguicula*).

Később azután cserjés növények jönnek, az áfonyafélék, melyeket végül a hangafü (*Calluna vulgaris*) követ. A fák nem bírják el a mohaláp nagy tápanyagszegénységét és vízbőségét, ezért nem is telepednek meg rajta, a gyalogfenyő és a nyír kivételével, de ezek is csak tengődnek.

A fiatal *mohatőzeg* világos színű, szálás szerkezetű, rendkívül nagy vízszívó és víztartó képességgel bír, nedvesen is rostos marad és sohasem kenődik, amit annak köszönhet, hogy az alkotó mohák csak nagyon kevésbé változnak el benne. Ezen sajátságaiért a kertészek nagyra becsülik és kényesebb dísnövények tenyésztésénél alkalmazzák. Ha ugyanis mohatőzeggel töltünk meg egy nagy cserepet, azt találjuk, hogy a legkülönbözőbb nedvességtartalom mellett is a tőzeg fent ugyanannyi vizet tartalmaz, mint az edény alján. A tőzeg nagy vízvezető képességénél fogva a cserép nedvességtartalma egyenletesen oszlik meg.

Az idősebb *mohatőzeg* sötétebb színű, sötétbarna vagy fekete és sokkal tömöttebb szerkezetű.

Nevezetes a mohaláp tőzegének nagy állandósága is. A kiszáradt láb felszíni rétege csak nagyon lassan alakul át talajjá, a száraz és tápanyagban szegény talajon alacsony gyepek (szórfü stb.) telepednek meg a cserjés növények közt. Az egykori láb heide-vé alakul át, mezőgazdaságilag értéktelen területté, melyet hasznosítani csak a nagy mértékben hiányzó tápanyagok pótlásával sikerül.

Magyarország nagyobb tőzegterületei. Magyarországon a tőzeglápok kiterjedése 100,000 hektár, vagyis az ország területének 0.35%-a. Ezekben a lápokban a földtani felvételek becslése szerint 1200 millió köbméter tőzeg van, amelynek fűtőértéke az ország 1909. évi szénbehozatalának 50-szeresét teszi ki. A nagyobb tőzegterületek:

<i>Rétlápok</i>	Terület nagysága km ²	Millió köbméter tőzeg
Dunántúl:		
A fehérmegyei Sárrét	16.5	40
a moson-sopronmegyei Hanság	230.5	258.8
a balatonvidéki Nagyberék	92	140
a zala- és somogy megyei lápcsoport	60	250
A Duna-Tisza közén	46	50
A szabolcsmegyei lápokban	20.9	22.4
<i>Mohalápok</i>		
Árvamegye lápjai	18.2	34

Ezeknek a lápoknak értékesítésére eddig nagyon kevés történt. Legujabban a nagy széninség enyhítésére az állam három tőzegüzemet létesített, egyet Keszthely mellett, egyet Nádasdladányban és egyet Isaszegen, amelyeken ez évben 12.000 tonna tüzelőanyagot állítottak elő. Ezenkívül tiz magángazdaság is termel tőzeget gépi erővel.

Az elégetés azonban a tőzeg legkezdetlegesebb kihasználási módjai közé tartozik. Sokkal célszerűbb elgázosítani, amikor a tőzegben levő nagy mennyiségű nitrogént ammóniumszulfát alakjában visszanyerik és ilyképp igen értékes műtrágyához jutnak.

A tőzeget tüzelési vagy ipari célokra csak ott ajánlatos felhasználni, ahol elég vastag réteg van belőle; ahol a tőzegtelep vékony, ott célszerűbb mezőgazdasági művelés alá venni.

A tőzeg fűtőértéke a tőzeg összetételétől függ. A mellékelt táblázat néhány magyarországi tőzeg összetételét és fűtőértékét adja meg Emszt elemzése alapján. Feltűnő a mohatőzeg alacsony hamutartalma és magas fűtőértéke.

Néhány magyarországi tőzeg összetétele.

		Rétlápok tőzege			Mohalápok tőzege	
		Nagyberék Lengyeltóti	Ecsedi láp Börvely	Sárrét Csór	Liptó m. Ujcsorbató	Árva m. Jablonka
Szén	C	43.1 %	19.9 %	37.1 %	46.6 %	51 %
Hidrogén	H	4.5 "	2.2 "	3.3 "	5.3 "	5.5 "
Oxigén	O	26.7 "	14.2 "	19.8 "	36.5 "	30. "
Nitrogén	N	2.0 "	1.0 "	1.5 "	1.1 "	1.4 "
Kén	S	1.0 "	0.4 "	0.9 "	0.1 "	0.4 "
Víz	H ₂ O	10.7 "	7.5 "	11.8 "	8.7 "	8.7 "
Hamu		11.9 "	54.7 "	25.5 "	1.6 "	2.9 "
Fűtőérték (kalória)		3700 kal	1660 kal	3100 kal	4200 kal	4640 kal

VII. FEJEZET.

A nitrogén körforgalma a talajban.

A növényi sejt élő része, a plazma, fehérjevegyületekből áll. A fehérjék bonyolult összetételű nitrogén tartalmú anyagok, amelyek a humuszképződés során egyszerűbb összetételű nitrogén tartalmú vegyületekre bomlanak. A növények ezekből az új vegyületekből új fehérjét képeznek, amely idővel ismét a talajba kerül vissza. Körfolyamattal van itt dolgunk, amely a talaj termékenységét nagy mértékben befolyásolja.

Lássuk kissé behatóbban ezt a folyamatot, továbbá azokat a körülményeket, melyek a talaj nitrogéntartalmát befolyásolják, mert ezek ismerete nélkül a talaj sajátosságait kellőképp megmagyarázni nem tudjuk, és nem tudjuk azt sem, minő intézkedéseket tegyünk, hogy a talaj nitrogéntartalmát növeljük, vagy legalább megőrizzük azon a fokon, melyet már elért.

A talajban a nitrogén három különböző vegyület alakjában fordul elő, úgymint szerves anyaghoz kötve, ammonia és salétromsavas sók formájában.

Az ammoniaképződés. A szerves anyaghoz kötött nitrogén az előbb élt állatokból és növényekből készült humuszban van. A humuszképződés során a talaj apró szervezetei a humusz nitrogénjét ammoniává, gázalakú vegyületté, alakítják át. A talaj felső részében egész sereg baktérium, élesztő és penészgomba él, amelyek mind részt vesznek ebben a munkában. A meszet tartalmazó talajokban a baktériumok vannak túlsúlyban, míg a savanyú talajokban a penészgombák. Különösen elterjedt a baktériumok közt a *Bacterium mycoides*. Ez a baktérium energikus oxidáló, a levegő oxigénjét a szerves anyagon megköti, a szerves anyag szénét szénsavvá, a kén kénsavvá oxidálja, míg a nitrogénből ammoniát képez. De ha ez a baktérium oxigénmentes közegben él, ahol redukálható anyagok vannak, például salétromsavas sók, akkor ezekből veszi a szükséges oxigént és a salétromsavas vegyületeket változtatja át ammoniává. A *Bacterium mycoides* tehát két ellentétes folyamat révén hozhat létre ammoniát, vagy oxidáció, vagy redukció útján.

Más ilyen elterjedtebb, ammoniát képző baktériumok a *Proteus vulgaris*, a *Bacterium coli commune*, a *Bacillus fluorescens*, a *Bacillus liquefaciens*, a *Bacillus mesentericus*, a *Bacillus subtilis*. Ez utóbbi szintén képes a salétromsavas vegyületeket ammoniává redukálni.

A penészgombák közül a legközönségesebb ammoniát képzők a *Mucor racemosus*, a különböző *Aspergillusok*, a *Fusarium Müntzii*.

Általában véve a legtöbb talajlakó baktérium és penészgomba, amelynek a humuszképzésnél szerepe van, tud a nitrogéntartalmú szerves vegyületekből ammoniát képezni. Főleg a levegőt kedvelő (aerob) baktériumok termelik az ammoniát, de van sok a levegőt kerülő (anaerob) baktérium is, amely ammoniát képez.

Az ammoniaképzés, mint minden biológiai folyamat, bizonyos tényezőktől függ, melyek közt legfontosabbak a talaj hőmérséklete és nedvességtartalma.

Az ammonia értékes növényi tápanyag. Sok növény veszi fel közvetlenül és dolgozza fel fehérjévé. Így az erdei fák közül a bükk, a lúczyka; tenyésztett növényeink közül a burgonya. Általában a savanyú talajon élő növények nitrogénjüket ammonia formájában veszik fel.

A nitrifikáció. A legtöbb kulturnövény azonban a nitrogént salétromsavas vegyület alakjában kívánja.

A csak kevéssé is meszes talajokban az ammonia hamarosan átalakul salétromsavvá. Az ammoniának ezt az átalakulását *nitrifikációnak* nevezzük.

A nitrifikáció szintén biológiai folyamat. Ezt 1877-ben mutatták ki Schloesing és Müntz, amikor a szennyvizek tisztításának kérdésével foglalkoztak.

Méter hosszú, alul dróthálával elzárt csövekbe földet tettek, azt csatornalével öntözték és egyszersmind lassú levegőáramot nyomtak keresztül rajta. Az egyik csőbe benyomott levegő előbb chloroformot tartalmazó edényen haladt át, ahol chloroformgőzöket vett fel. Megvizsgálták a csövekből kicsepegő vizet és azt találták, hogy a tiszta levegővel szellőztetett csövekből salétromsavas sókat tartalmazó víz csepeg ki, míg a chloroformozott csövekből kicsepegő víz salétromsavas sókat nem tartalmaz. A kísérletet megismételték kihevített és ki nem hevített talajjal is, a csöveken keresztül nyomott levegőt is előzetesen kihevítették, hogy ne vihessen magával csírákat. A kihevített talajon átszűrűt szennyvíz salétromsav tartalma változatlan volt, míg a ki nem hevített talajon átszüremkedő szennyvíz salétromsav szaporodást mutatott.

Ilyképp bebizonyították, hogy a salétromsavképzés biológiai folyamat, melyet a chloroform és a kihevítés megszüntetnek.

Schloesing és Müntz megkísérelték a salétromsavat képző szervezeteket tisztán kitenyészteni. Ez azonban nem sikerült nekik.

Ez csak 1890-92-ben sikerült az orosz Winogradskynak, aki a párisi Pasteur-intézetben végzett kutatásai közben megtalálta a nitrifikáló szervezeteket.

Winogradsky a talajokból két baktériumot tenyésztett ki. Az egyik, egy nagyobb fajta baktérium, méretei 0.0011-0.0018 mm hossz és 0.0009-0.001 mm szélesség, az ammoniát salétromossavvá oxidálja. Ennek a *nitrosomonas* nevet adta. A salétromos savat pedig a másik baktérium, a *nitrobakter* tovább oxidálja salétromsavvá. Ez igen kicsiny, átlag öt tizedred milliméter átmérőjű baktérium, mely kizárólag csak salétromossavas sókat képes salétromsavvá átalakítani.

A nitrifikáló szervezetek rendkívül el vannak terjedve a természetben. Megtalálták az összes termőföldekben, de előfordulnak egyebütt is, Müntz az Alpok csúcsain találta meg őket. Ezek a rendkívül elterjedt hasznos baktériumok azonban csak akkor fejtenek ki nagyobb tevékenységet, ha a körülmények kedvezőek.

A nitrifikáció feltételei. A nitrifikáció feltételeit már 1873-ban kiderítette Schloesing, néhány évvel előbb, mielőtt felfedezte azt, hogy a nitrifikáció biológiai folyamat. Megállapította, hogy a nitrifikáció a következő öt feltételhez van kötve:

1. nitrogéntartalmú szerves anyag jelenlétéhez.
2. oxigén jelenlétéhez.
3. valamely lúgos hatású vegyület (bázis) jelenlétéhez, mely a keletkezett salétromsavat közömbösíteni képes.
4. bizonyos nedvességmennyiséghez.
5. bizonyos határok közt levő hőmérséklethez.

A nitrifikáció nagy fontosságára való tekintettel foglalkozzunk kissé behatóbban ezekkel a feltételekkel.

a) Az világos, hogy ha nincs a talajban nitrogéntartalmú szerves anyag, nitrifikáció sem mehet végbe. Schloesing kísérleteiben egyenlő súlyú homokmintákat növekedő mennyiségű humusszal kevert. A keletkezett salétromsav mennyisége arányos volt a talajhoz adott szerves anyag mennyiségével. A szerves anyag természete és elbomlási foka a folyamat gyorsaságát lényegesen befolyásolta.

A nitrifikáló baktériumok nem képesek a szerves anyag nitrogénjét közvetlenül nitrifikálni, annak előbb ammoniává kell átalakulnia más szervezetek hatására.

b) A nitrifikáció oxigén megkötéssel jár, oxigén nélkül tehát nem mehet végbe. A talajban levő levegő oxigéntartalmának hatását tanulmányozandó, Schloesing egyforma mennyiségű talajt tett lombikokba, melyeken különböző összetételű levegőt fújtatott keresztül. A kísérlet eredményei a következők:

A levegő oxigén tartalma %	1.5	6	11	16	21%
Keletkezett salétromsav, milligramm	46	96	131	163	247 mg
négy hónap múlva 15% nedvesség tartalom mellett					

A keletkezett salétromsav mennyisége tehát egyenes arányban áll a levegő oxigén tartalmával.

Amikor Schloesing tiszta nitrogént vezetett a lombikon keresztül, akkor nemcsak, hogy nem keletkezett salétromsav, hanem a már meglevő salétromsavas sók is eltűntek a talajból.

c) A nitrifikációnál keletkező salétromsav elpusztítja az öt létrehozó baktériumot. A savat közömbösíteni kell. Ennélfogva a talajban olyan lúgos természetű anyagnak is kell lennie, amely a keletkező salétromsavat salétromsavas sóvá alakítsa át. A talajban rendszerint a szénsavas mész ez a vegyület. Schloesing kimutatta, hogy a nitrifikációhoz igen kevés szénsavas mész is elegendő; szükséges mennyiségen felül jelenlevő szénsavas mész nem növeli a salétromsavképződést.

A nitrifikáció csak gyengén lúgos talajokban megy végbe nagyobb erővel. Ha sok a lúgos anyag, akkor megszűnik. Warrington kísérleteiben 320 mg szóda egy liter tápoldatban már lényegesen késleltette a nitrifikációt, 960 mg literenként pedig teljesen megakadályozta. Ezért erősen szódás talajokban a nitrifikáció lassú, esetleg meg is szűnhet.

d) A talaj nedvességtartalmával a keletkezett salétrom mennyisége is nő bizonyos határig.

Schloesing kísérleteiben 1 kg földben egy nyári hónap alatt a következő salétromsav mennyiségek keletkeztek:

A talaj nedvesség tartalma %	9.3	14.6	16	20%
Keletkezett salétromsav mg	157	172	397	478 mg

Vagyis minél nedvesebb volt a talaj, annál több salétromsavat termelt.

A nagyobb víztartalom azonban csak addig előnyös, amíg a levegő szabad hozzáférékzését meg nem nehezíti.

e) Ami a hőmérséklet hatását illeti, megállapították azt, hogy a salétromképzés 5°-nál szünetel, 57°-nál újból megszűnik, a legkedvezőbb hőmérséklet 37° körül van.

A természetes salétromgyártás. A talajban végbemenő nitrifikáció olyan folyamat, melynek eredményét nemcsak a földművelés hasznosítja, hanem sokáig a salétromgyártás egyetlen módja is volt.

Chinában és Indiában már régen tudták, hogy a talajban bizonyos körülmények közt salétrom keletkezik. Európában a salétromot valószínűleg csak a XIII. században ismerték meg.

A természetes salétromgyártásnak Észak-India egyes részeiben nagy kereskedelmi jelentősége is volt, sőt még ma is visznek ki innen salétromot. India salétromtermelő vidékeinek meszes, porózus ártéri talajai vannak, a talajvíz szintje a felszín alatt mélyen fekszik. Salétromszedés mindig csak régi falvak talaján történik. A bennszülött salétromgyűjtő naponta egyszer bejárja a falut és a talajból lekapar egy vékony réteget ott, ahol a felszínen fehér sókivirágzást lát. Ilyen helyek főleg a házi csatornák és a tehénistállók közelében vannak. Ebből a lekaptat földből vízzel való kivonás és átkristályosítás útján nyers salétromot állít elő.

A lőporgyártásra szükséges salétrom mennyisége Európában mindig sokkal nagyobb volt, mint amennyit az indiai behozatal szolgáltatott. A salétrom gyári elkészítésének szükségessége különösen Franciaországban, Németországban és Svédországban vált létkérdéssé, mert ezeknek az államoknak salétrombehozatala kicsiny volt és háború esetén Anglia teljesen elvághatta őket a salétromtermelő vidékektől. A XVII. században valószínűleg Glauber volt az első, akinek sikerült a talajból salétromot előállítania. Utána mások is hamarosan rájöttek, hogy istállók, majorságok udvarai és lakóházak földből való padozata fahamuval keverve és vízzel kilúgozva salétromot ad. Franciaországban bizonyos salétromtermelő társaságoknak jogukban volt évente egyszer elhordatni ezeket a salétromos földeket és minden községnek kötelessége volt, hogy évente bizonyos mennyiségű fahamut szolgáltatson ezeknek a társaságoknak. A talajban ugyanis főleg mészsálétrom keletkezik, amely hamuzsiroldattal kezelve kálsalétrommá alakul át.

Ezek a terhes rendelkezések majdnem a francia forradalom idejéig voltak érvényben. 1775-ben egy tudományos bizottság kezeibe került a salétromgyártás ügye. A bizottság tagja volt Lavoisier is, akinek nevéhez többek közt a chemia egyik alaptörvényének felfedezése is fűződik. Lavoisier munkálatai lényegesen előre vitték a salétromgyártás ügyét. A francia tudományos bizottság utasításai nyomán a következőképp állították elő a salétromot. Minde- nek előtt porózus, sok humuszt tartalmazó talajt állítottak elő. Ezt nitrogéntartalmú szerves anyagokkal és mésszel gazdagították és azután hosszabb ideig kellő nedvesség és levegő- tartalomról gondoskodtak. Időnként a megszikkadó talaj felszínéről lekaparták a salétrom- kivirágzást, bizonyos idő múlva azután az egész tömeget kilúgozták vízzel. A kilúgozott salétromágyat új ágyak készítésére használták. A franciák meg voltak elégedve, ha két év alatt 1000 font talajból 5 font nyers salétromot kaptak.

Érdekes, hogy a salétromgyártók a nitrifikáció összes feltételeit kitűnően ismerték, anélkül, hogy a folyamat lényegét sejtették volna. Előírásaik ugyanazok, mint amelyeket követünk ma is, ha talajunkban a nitrifikációt élnékíteni akarjuk.

A denitrifikáció. A talajban végbemenő biológiai folyamatok közt a nitrifikáció a legfon- tosabbak egyike. Csak olyan talaj termékeny, mely jól nitrifikál. A talajban azonban olyan biológiai folyamatok is mennek végbe, melyek a nitrifikáló szervezetek létrehozta salétromot elpusztítják, először salétromossavvá, azután ammoniává redukálják, sőt az ammoniát szabad nitrogénre is elbontják. Ilyen módon a talajban nitrogénvesztések állhatnak be. Ez a *denitrifikáló folyamat* a talajok termékenységet csökkenti.

A salétromsavas sók elbontását Gayon és Dupetit tanulmányozták behatóan (1882-1885) és kimutatták, hogy számos baktérium képes a salétromsavas sókat salétromossavvá redukálni. Ilyen például a már említett *Bacillus mycoides*, amelynek az ammoniakészítésnél van nagy szerepe. Csatornaléből két új baktériumot is izoláltak, a *Bacterium denitrificans* α és β -át, melyek rendkívül mohón nyelik el az oxigént; ha a levegőben nem találják meg, akkor a salétromból veszik és a salétromból gázalakú szabad nitrogént állítanak elő.

Grimbert (1898-99) kísérletei azután kimutatták, hogy a talajban kéttipusú denitrifikáló szervezetek élnek. Az egyik típusbeliek közvetlenül támadják meg a salétromot és annak oxigénjét a humuszanyagok szenének elégetésére használják fel, a keletkezett szénsav a salétrom felszabaduló bázisával egyesül. Ezek a közvetlen denitrifikálók. Ilyen többek közt a *Bacillus pyocyaneus*.

A második típusbeliek, mint például a *Bacterium coli*, a salétromot salétromossavvá redukálják. A salétromossavas sók tovább bomlanak és szabad nitrogént adnak akkor, ha a tápoldatban bizonyos vegyületek, amidok vannak. Ezek a közvetve denitrifikáló baktériumok.

A denitrifikáció a talajban akkor válik élénkebbé, ha a körülmények a nitrifikációra kedvezőtlenekké válnak, így alacsony hőmérséklet mellett, túl magas vagy túl alacsony víztartalomnál és levegőhiánynál.

Nagyon élénk a denitrifikáció túlsok szerves anyag jelenlétében.

Ezt Wagner német vegyész mutatta ki 1896-ban, aki talajmintákat különböző állati trágyákkal kevert és ellenőrzésképp az eredeti talajokból is megőrzött egy mintát. A mintákhoz bizonyos mennyiségű salétromot adott. Néhány nap múlva meghatározta a minták salétromtartalmát. Az eredeti talajmintákban megkapta a hozzáadott salétrom egész mennyiségét, míg a trágyákkal kevert földmintákból a salétrom nagy része eltűnt. Wagner ezekből a kísérletekből azt következtette, hogy az istállótrágyák mostani használati módja nem ésszerű és azt ajánlotta, hogy azokat előbb bizonyos vegyi hatásoknak vessük alá azért, hogy elpusztítsuk a bennük levő redukáló szervezeteket, melyek a nitrátokat a talajból eltüntetik.

Miután az istállótrágya alkalmazása általában véve igen előnyös és Wagner eszméjének megvalósítása a mezőgazdasági gyakorlat gyökeres megváltoztatását jelentené, Dehérain kísérletek tárgyává tette a kérdést és kimutatta, hogy Wagner kísérleteiben a kedvezőtlen hatás kizárólag a túlsok szerves anyagnak tulajdonítandó.

Megismételte Wagner kísérleteit és ha 2 kilogramm földhöz 200-400 g friss lótrágyát adott, továbbá ismert mennyiségű salétromot, akkor már néhány nap múlva salétromvesztés mutatkozott. Ez a veszteség közönséges hőmérsékletnél csekély volt, 30 foknál ellenben tekintélyes. Wagner megfigyelései tehát helyesek, csak hogy az általa használt trágyaadagok rendkívül nagyok. 200-400 gramm 2 kilogramm talajra 400.000-800.000 kg istállótrágyának felel meg egy hektáron. Ez az adag 10-20-szor több, mint amennyit rendszeren adni szoktak. Azokban a kísérletekben, melyekben a rendszeres trágyaadag kétszeresét keverték el a talajjal, a nitrifikáció rendszeren folyt le, nitrogénvesztések nélkül. A denitrifikáló szervezetek káros munkája tehát csak túlsok szerves anyag jelenlétében válik végzetessé.

A friss trágya gyorsan elbomló anyagokat is tartalmaz, nevezetesen pentozánokat. Ezek elbomlása oly hevesen mehet végbe, hogy az összes rendelkezésre álló oxigént elfogyaszthatja. Ilyképp a közegben időlegesen oxigénhiány áll be és a redukáló szervezetek működése élénkebbé válik. Ezek a gyorsan elbomló anyagok azonban a trágyakészítéskor elbomlanak és az érett trágyában már nincsenek meg.

Megjegyezi ezenkívül Dehérain még azt is, hogy a denitrifikáló szervezeteknek a trágyában való előzetes elpusztításával nem érünk el célt, mert ezek a szervezetek minden talajban megvannak és élénk működést fejtenek ki, mihelyt a viszonyok kedvezővé válnak.

A denitrifikáló szervezetek munkája igen élénk a túl nedves talajokban az oxigénhiány miatt.

A talaj túlszáraz volta is kedvez nekik. Giustiniani 1901-ben kimutatta, hogy a talajokban a denitrifikáció észlelhetővé válik, ha a nedvességtartalom 6%-nál kevesebb; 10% víztartalom mellett már a salétromképző szervezetek vannak túlsúlyban. A salétromot elbontó szervezetek még 2-4% víztartalom mellett is működnek. Teljes vízhiány mellett természetesen minden életműködés szünetel.

A salétromot elbontó baktériumok működése igen élénk még aránylag alacsony hőmérsékletnél is, amely a salétromképző szervezetek normális tenyésztéséhez már nem elegendő.

Igen érdekes példát említ King arra nézve, hogy aránylag alacsony hőmérséklet és nedvességtartalom mellett a denitrifikáció mily nagy mérvű lehet.

Waring ezredes két tonna száraz földet használt klotettjei szagtalanítására és meg akarta állapítani, hogy hányszor használhatja ugyanazt a földet. Evégből a használt földet száraz pincében kiszárította és két hónap múlva újból felhasználta. Tízszori használat után a talajt megelemezte. A vegyész 4000 font földben mindössze 11 font nitrogént talált, holott legalább 230 font nitrogén került bele. Ezenkívül kezdetben is legalább 3 font nitrogén volt benne. Így tehát a 230 font kötött nitrogénből 222 font változott át szabad gázalakú nitrogénné. A bomlási folyamat egyébként olyan élénk volt, hogy a talajból úgyszólván az összes szerves anyag, a papirost is beleértve, mind eltűnt.

A levegő szabad nitrogénjének megkötése. A növények a talajból kötött nitrogént vesznek fel és azt vagy visszaadják ismét a talajnak, vagy az állatoknak juttatják. Ebben a körfolyamatban azonban sem az állatok, sem a növények nem gyarapítják a talaj kötött nitrogénkészletét. Sőt a kötött nitrogénkészlet inkább fogy a denitrifikáció folyamán beálló veszteségek miatt.

Amikor a Földön élet még nem volt, az összes nitrogén a levegőben volt, mint szabad nitrogén. Most pedig nagy mennyiségű nitrogén van megkötve az élőlények sejtjeiben és a talajban. Ennek következtében a természetben végbe kell mennie olyan folyamatnak is, melynek során a levegő szabad nitrogénje kötött nitrogénné alakul át. Ilyen folyamat megy végbe a villámláskor; ekkor egy kevés salétromsav keletkezik. Más folyamatok egy kis ammoniát termelnek. Az így megkötött nitrogén mennyisége azonban kevés és korántsem elegendő a növények nitrogénszükségletének fedezésére. A Rothamsted-ben, Angliában, végzett kísérletek szerint az esővel évente összesen 3.75 kg nitrogén jut egy hektárra, ebből 2.8 kg nitrogén ammonia alakjában és 0.95 kg nitrogén salétromsav alakjában hull le. Ez kevés és csak kis részét adja a termés által felvett nitrogénnek.

Régebben azt tételezték fel, hogy a zöld növények képesek a levegő nitrogénjét megkötni. Ez a feltevés nem bizonyult helyesnek, ellenkezőleg Gilbert és Lawes Angliában, Boussingault Franciaországban végzett gondos kísérletei azt bizonyítják, hogy a zöld növények nem képesek a levegő szabad nitrogénjét értékesíteni.

Ellenben vannak baktériumok és más alsóbbrendű szervezetek, amelyek tudják. Ezt 1885-ben bizonyította be kétségbevonhatatlanul Berthelot, az organikus szintézis nagy mestere. Ő kimutatta, hogy a talaj a levegő nitrogénjét megköti és hogy ez a folyamat élőlények működésével kapcsolatos.

Berthelot cserepekben különböző talajokat tett ki a szabad levegőre egy évnél hosszabb időre. Időnként meghatározta a talajok kötött nitrogéntartalmát és azt találta, hogy az lassan, de folytonosan gyarapodott. Így egy kilogramm sárga meudoni homokos talajban a következő kötött nitrogéntartalmat kapta grammokban:

1884 május 25-én	0.0705
1885 április 30-án	0.0833
» július 10-én	0.1035
» október 24-én	0.1105

A gyarapodás tehát 0.040 gramm volt, ami az eredeti nitrogén tartalom; 57%-ának felel meg.

A melegben sterilizett talajok nitrogéntartalma nem gyarapodott.

Néhány évvel később Berthelot kimutatta, hogy bizonyos nem zöld algák, *Alternaria* és *Gymnoascus* fajok, kaolinon tenyésztve nitrogént kötnek meg, ugyanezt tette egy penész (*Aspergillus*) kultura is.

Később 1893-ban Winogradsky felfedezte és kitenyésztette a *Clostridium pasteurianum* nevű baktériumot. Ez a baktérium a levegőt nem tűri (anaerob), de együtt él más baktériumokkal és penészekkel, amelyek a humusz szerves anyagából szénstavat képeznek és így megvédik a *Clostridium*ot a levegő oxigénjének közvetlen hatásától. A *Clostridium* pedig a levegő szabad nitrogénjét megkötöti és fehérjévé alakítja át.

Azotobakter. Nagyjelentőségű a talaj nitrogénkészletének gyarapításában a Beijerinck dán bakteriologus által 1903-ban felfedezett *azotobakter*. Az azotobakter a termőtalajokban rendkívül el van terjedve. Savanyú talajokban nem él meg. Ellenben megtalálható a tengerek és tavak vizében is, ahol bizonyos algákkal él együtt.

Az azotobakternek különböző fajai ismeretesek. A talajban levő szerves anyagból, a humuszból élnek. A meszes talajokban kitűnően fejlődnek, fejlődésükre azonban nincs sok mészre szükségük, elég ha annyi mész van, hogy a talajt gyengén lúgossá tegye, ehhez néhány tized százalék szénstavas mész is elegendő. Kevés oldható foszfátot is igényelnek. Hőigényük 5° és 50° közt van, a fejlődésükre legkedvezőbb hőmérséklet 28° körül van. A kiszáradás iránt kevésbé érzékenyek. A talaj szellőztetése rendkívül előnyösen hat rájuk.

Az azotobakterek által megkötött nitrogént a növények nem hasznosítják közvetlenül, annak előbb nitrifikálódnia kell. A kísérletek azt mutatják, hogy könnyen nitrifikálódik.

A nitrogént megkötő és átalakító szervezetek a talaj legfelső részében élnek. A nitrogént megkötő baktériumok csak a talaj legfelső részében élnek, ahol a humusz a megélhetésükhöz szükséges tápanyagokat szolgáltatja és ahová több levegő hatol be, mint a mélyebben fekvő részekbe.

Amikor a talajt műveléssel meglazítjuk, a nitrogént megkötő baktériumok munkájára alkalmasabbá tesszük. Ugyanekkor a nitrifikáló szervezetek munkáját is élénkítjük.

A pillangós növények gyökerein élő nitrogént megkötő baktériumok. A talajban számos olyan baktérium van, mely a pillangós virágú növények, ú. m. lóhere, lucerna, akác stb. gyökerein élve köti meg a levegő szabad nitrogénjét és azt olyan szerves vegyületekké alakítja át, melyeket a gazdanövény értékesít. Ezek a *Rhizobium leguminosarum* vagy *Bacillus radicola*-nak nevezett baktériumok a gazdanövény szénhidrátjaiból élnek és cserébe nitrogéntartalmú anyagot adnak.

Felfedezésük Hellriegel érdeme (1888), aki kimutatta, hogy a pillangós virágú növények nitrogént nem tartalmazó talajban is megélnek és tekintélyes mennyiségű nitrogént tudnak megkötni, ha gyökereiken apró gumók vannak, amelyek baktériumokat tartalmaznak. A gumókban élő baktériumok nemcsak a gazdanövényt táplálják nitrogénvegyületekkel, hanem magát a talajt is gazdagabbá teszik azon kötött nitrogén által, amely a gyökerek elhalása után a talajba jut. Ez a felfedezés magyarázza meg azt a tényt, hogy a pillangós virágú növények a talajt gazdagítják. Ezt a tényt már a rómaiak is ismerték, Vergilius megírja a Georgikákban, hogy a buza ott terem a legjobban, ahol előbb a bab, a karcsú bükköny vagy a keserű csillagfürt díszlett a legszebben.

Ujabban felfedezték, hogy nitrogént megkötő baktériumok más, nem pillangós virágú növények gyökerein is élnek. Ilyenek az égerfa, az ezüstfa (*Elaeagnus*), a *Podocarpus macrophylla* és több cypas faj.

A nitrogén megkötése a savanyú talajokban. A savanyú talajokban az azotobakterek nem élnek meg, mindamellett a savanyú talajokban is végbe megy bizonyos fokig a nitrogén megkötése.

Így Henry kísérletei szerint (1902-03) az erdőben lehullott lombtakaró a levegő szabad nitrogénjét megkötö, valószínűleg a rajta élő baktériumok segítségével. Az így megkötött nitrogén mennyisége nem sok, de gyakran több, mint amennyit a kitermelt fával az erdőből kiviszünk.

A talaj beoltása baktériumokkal. Amikor felismerték azt, hogy a talajban bizonyos baktériumok a levegő nitrogénjét megkötik és ezáltal a talajt termékenyebbé teszik, megkísérelték azt, hogy a talajt ezeknek a baktériumoknak tiszta kultúráival beoltsák és így növeljék a talaj termékenységet. Németországban különböző baktériumtenyészeteket állítottak elő és hoztak forgalomba (nitragin, alinit). Ezek a laboratoriumi kísérletekben, amelyeket baktériumokban szegény talajokon végeztek, jó eredményeket adtak; a gyakorlatban azonban, a termőföldekre kiszórva, nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket.

Nem valószínű, hogy a talajban levő nitrogént megkötő baktériumok számát lényegesen növelhetnők oly módon, hogy baktériumtenyészetekkel trágyázzuk a földet. Ezek a baktériumok mindenütt ott vannak, de csak akkor szaporodnak el nagyobb mennyiségben, ha a talajban életműködésük feltételeit, a tápanyagokat, nedvességet és egyéb tényezőket megtalálják. Ezeknek a feltételeknek a teljesítésével fokozhatjuk lényegesen a talaj termékenységet.

Lehetnek azonban esetek, amikor a talaj beoltása szükségessé válhat. Ilyen például az, ha valamely vidéken olyan pillangós növényt akarunk termesztetni, amelyet ott még eddig sohasem termesztettek. Ekkor lehetséges, hogy a talajból hiányozzék az a bizonyos baktérium, amely az illető pillangós növény gyökerén megtelepedve, a levegő szabad nitrogénjét megköthetné. Ilyenkor elegendő, ha talajunkra kevés olyan földet hintünk, amelyet onnan hoztunk, ahol növényünk megterem. Ha az egyéb körülmények, ú. m. a talaj mésztartalma, nedvességtartalma stb. kedvezőek, a hiányzó hasznos baktérium a talajban hamarosan elterjed és megtelepedik a természetendő pillangós virágú növény gyökerein. Ha a talaj sajátosságai kedvezőtlenek, például nem tartalmaz elegendő meszet, akkor a talaj beoltása sem segít, mert a savanyú talajban a nitrogént megkötő baktérium elpusztul.

A baktériumok ellenségei. A talajt lakó baktériumoknak ellenségei is vannak a talajban. Bizonyos egysejtű lények, *protozoák*, belőlük táplálkoznak és ha nagyon elszaporodnak, annyira pusztítják őket, hogy ezáltal a talaj termékenysége lényegesen csökkenhet. Így hajtatóssal foglalkozó kertészek, akik harang alatt korai salátát vagy uborkát termelnek s ehhez a kultúrához igen gazdag talajkeveréket használnak, - melyet istállótrágya és föld keverékéből állítanak elő - már régóta tapasztalták, hogy ennek a gazdag földkeveréknek a termékenysége gyakran rövid idő alatt lényegesen megcsappan és használhatatlanná lesz, bár még igen sok tápanyagot tartalmaz. Azt is tapasztalták, hogy ez a földkeverék újból visszanyeri termékenységet, ha sütőben kihevítik. Ennek okát sokáig nem tudták megmagyarázni, míg azt végre Russell angol vegyész e század elején meg nem találta. Ő reájött arra, hogy ezekben a megcsökkent termékenyséű talajokban nagy számban élnek protozoák, melyek a hasznos baktériumokat felfalják. Ha a talajt kihevítjük vagy illó fertőtlenítő szerekkel (szénkéneg, toluol stb.) kezeljük, akkor a protozoák elpusztulnak. A hasznos baktériumok legtöbbje is elpusztul, csak néhány marad meg belőlük, ezek azonban olyan gyorsan szaporodnak, hogy számuk hamarosan sokkal nagyobb lesz, mint volt az eredeti talajban. A megsaporodott baktériumok megnövekedett munkája pedig nagyobb termékenységet jelent. Példaképp megemlíthetjük, hogy egy toluollal dezinficiált talajban Russell a kezelés előtt 7 millió baktériumot talált 1 cm³-ben. Kezelés után csak 400 maradt meg, ezek azonban négy nap alatt 6 millióra és további pár nap múlva 40 millióra szaporodtak el. Érdekes körülmény - amire Hall mutatott rá - az, hogy a baktériumokat pusztító protozoáknak egyike, egy *amöba*, rokona a vérben levő fehér vérsejteknek, amelyek a vérbe kerülő baktériumokat felfalják és

ilyképp megvédenék a megbetegedéstől. Míg azonban a vérbe kerülő baktériumok halálos veszedelmet jelentenek, addig a talajban élők nélkülözhetetlenek. A talajban az amőbák káros ragadozók.

Már a rómaiak is tudták, hogy a talaj kihevítése fokozhatja a termékenységet. Vergilius a Georgikákban egy talajkihevítési módszert ír le, melyet a vetés előtt alkalmaztak.

A talajlakó penészgombák. Az erdő talaja rendszerint savanyú. A savanyú talajokban a baktériumok háttérbe szorulnak, munkájukat penészgombák végzik. Ezek a penészgombák, *Penicilium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Oidium* stb. tevékeny részt vesznek a növényi maradványok humusszá való átalakításában, amely folyamat szénsav- és ammoniafejlődéssel jár. A gombák maguk is hozzájárulnak a talaj humusztartalmának növeléséhez és a talajt keresztül-kasul járó finom szálaik elősegítik a humusz egyenletes eloszlását.

A penészgombák főleg a talaj legfelső szellőzött részében élnek nagyobb mennyiségben. Előfordulásuk azonban nincs a korhadó szerves anyaghoz kötve, hanem sok erdei növény gyökereit is képesek megfertőzni és ezáltal lehetségessé teszik számukra azt, hogy a humuszból olyan anyagokat vehessenek fel, melyeket egyébként nem tudnának hasznosítani.

Az erdei fák gyökerein gyakran láthatjuk azt, hogy a gyökér felszínét a penészgomba szálai sűrűn behálózzák, különösen tápanyagban szegény vagy nagyon humuszos talajon. Általában véve a gyengén párologtató növények gyökerei vannak jól ellátva penészszálakkal, amelyek táplálékot szállítanak részükre.

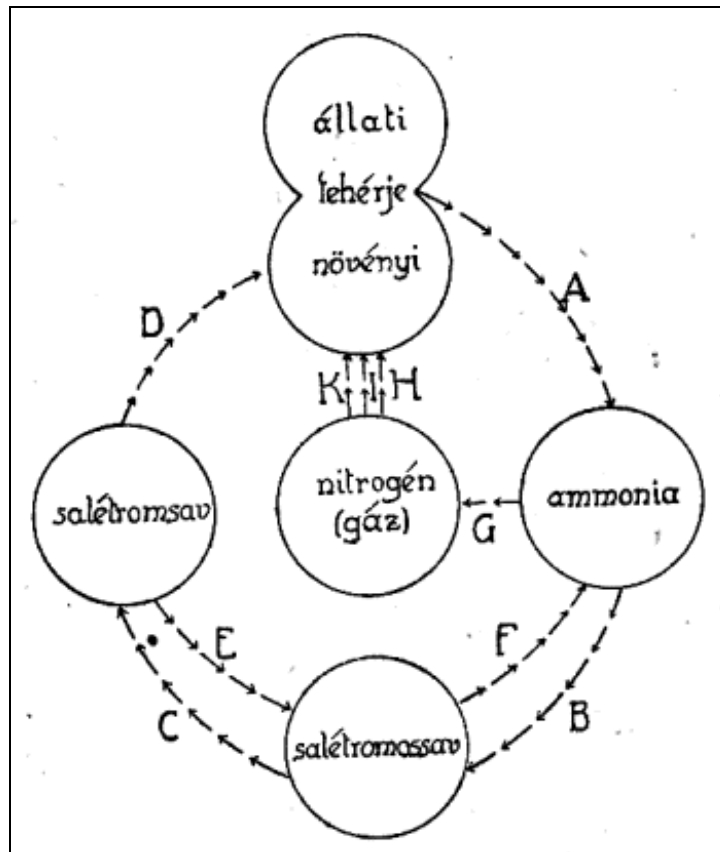
Sok erdei növény annyira megszokta a gombával való együttélést, hogy a gomba nélkül nem is tud megélni. Ilyenek például az orchideák. Bükkerdeinkben egy orchidea él, a *Neottia nidus avis*, amelynek sem zöld levelei, sem finom gyökerei nincsenek. Táplálékát a penészfonalak szállítják, melyek a földalatti részeiben élnek.

A kertészek büszkeségei, a pompás orchideák is csak olyan talajban élnek, amely bizonyos penészgombákat (*Rhizoctonia*) tartalmaz. Az orchideák magjai rendkívül kicsinyek, tartalék tápanyagot nem tartalmaznak. A csira csak akkor él meg, ha a penészgombák behatolnak sejtjei közé és ellátják tápanyaggal. Az orchideának gyengén kifejtett gyökérrendszere van, a hiányzó hajszálgyökereket a penészgomba fonalai pótolják.

A penészgombák fontos szerepét az orchideák tenyésztésében Bernard francia botanikus fedezte fel 1903-ban. Amíg azt nem ismerték, addig sok kertészetben nem tudtak orchideákat magról szaporítani. Ez csak ott sikerült, ahol a csiráztatásra használt talajban ezek a penészek megvoltak.

A penészgombát azonban tisztán is ki lehet tenyészteni és az orchidea magvak csirázása biztosan sikerül, ha a sphagnum-ot, vagy fenyőfa-fűrészport, amelyben csiráztatni akarjuk őket, előbb a penészkultúrával beoltjuk.

Sok humuszlakó virágos növényt, mint a genciánákat, a pirolákat, továbbá bizonyos harasztokat, *Lycopodium*, *Ophioglossum* fajokat sem sikerült a kertekben meghonosítani, bár erre kísérlet történt. Valószínűleg azért, mert a kerti földben a viszonyok nem voltak kedvezőek azon penészgombák fejlődésére, amelyek ezeknek a növényeknek gyökerein élnek.



Ez a rajz a nitrogénnek a talajlakó baktériumok okozta átváltozásait tünteti fel. A nyilak a változás irányát mutatják, amelyet az egyes baktérium-csoportok előidéznek. *A*, az ammóniát képző baktériumok a szerves nitrogént ammóniává alakítják át; *B*, nitrifikáló baktériumok az ammóniát salétromossavvá változtatják; *C*, nitrifikáló baktériumok a salétromossavat salétromsavvá alakítják át; *D*, a salétromsavas sókat a zöld növények fehérjévé dolgozzák fel; *E* és *F*, denitrifikáló baktériumok a salétromsavat salétromossavvá, ez utóbbit pedig ammóniává változtatják; *G*, denitrifikáló baktériumok az ammóniából gázalakú nitrogént készítenek; *H*, baktériumok a gázalakú nitrogént fehérje vegyületekké dolgozzák fel; *I*, baktériumok pillangós növényekkel együttélésben alakítják át a gázalakú nitrogént fehérje vegyületekké; *K*, olyan baktériumok munkáját jelzi, melyek bizonyos nem pillangós növényekkel együttélésben képesek a gázalakú nitrogénből fehérjét képezni. (BOWMAN után.)

VIII. FEJEZET.

A talaj tápsói.

A növényeknek testük felépítéséhez bizonyos mennyiségű tápsóra is van szükségük. Ha a növényt elégetjük, ezeket a tápsókat hamu alakjában kapjuk vissza és ezért hamualkatrészeknek is hívják őket. A nélkülözhetetlen hamualkatrészek, melyek nélkül a magasabbrendű növények nem élnek meg, a káli, a mész, a magnézia, a vas, a foszfor és a kén különböző vegyületeiből állnak. Ha ezeknek az anyagoknak egyike is hiányzik, vagy olyan állapotban van, hogy azt a növény nem veheti fel, a növény elpusztul.

Ezek az anyagok, kívül a növény más elemi testek vegyületeit is felveszi és felhasználja teste felépítésére, ilyenek a szilícium, a chlór, a nátrium, az alumínium, a mangán stb. különböző vegyületei, ezeknek élettani szerepe kevésbé ismeretes.

Lássuk ezeknek az anyagoknak előfordulását és szerepét egyenként.

A kálivegyületek. A káli nélkülözhetetlen növényi tápanyag. Káli nélkül megszűnik a növényben a keményítőképzés és ennek következtében a növény nem fejlődik. A káliban gazdag talajokban a magvak feltűnően nagyobbak, mint a kálszegény talajokban. Megfigyelték még azt is, hogy a káliban gazdag talajban élő növények sokkal jobban bírják el az időjárás viszontagságait és állnak ellen a betegségeknek, mint a káliéhes növények.

A káli a földkéreg kőzeteinek aránylag elterjedt alkotórésze. A különböző kálitartalmú ásványok, a káliföldpát, a csillámok, amfibolok és augitok hidrolites bomlásakor felszabadul. Egyike azoknak az anyagoknak, melyek a talajból nehezen lúgozódnak ki.

A nátriumvegyületek. A nátriumvegyületek a kálivegyületekkel ellentétben a talaj legkönnyebben kilúgozható vegyületei közé tartoznak. Az agyagos részek alig kötik meg. Nátriumsók ennél fogva csak olyan talajokban halmozódnak fel, melyekben a kilúgzás csekély. Ezekben annyi nátriumsó halmozódhat fel, hogy a talaj felszínén kivirágzanak és ilyenkor a talaj termékenységét lényegesen befolyásolhatják. Ezek a vegyületek a nátrium szulfátja = glaubersó, a nátrium chloridja = konyhasó és a nátrium hidrokarbonátja = szódabikarbona. Bizonyos körülmények közt, melyekkel a szikes talajokról szóló fejezetben foglalkozunk, a talajban nátriumkarbonát = szóda is keletkezik. A szóda a talaj káros alkatrészei közé tartozik, egyrészt, mert erősen lúgos hatásánál fogva a talaj fizikai sajátságait rontja, másrészt, mert már kis mennyiségben is növényi méreg.

A nátrium szerepe a növények életében még kevésbé ismeretes. Nem tartozik a nélkülözhetetlen tápanyagok közé. A növények rendszeren csak keveset vesznek fel belőle, kivéve a sós talajon és a tengerben élőket, melyek sok konyhasót képesek testükben felhalmozni. Ezeknek hamuja jórészt nátriumvegyületekből áll. Újabb megfigyelések azt bizonyítják, hogy a növény szükségelte káli egy részét a nátron helyettesítheti, de egészen nem pótolhatja.

A mészvegyületek. A mész rendkívül fontos szerepet tölt be a talajban. Láttuk már, hogy az oldható mészvegyületek megjavítják a nehéz agyagos talajokat, a meszesített agyag átbecsátja a vizet és kötöttsége is csökken. Ezenkívül a mész nélkülözhetetlen a hasznos baktériumok munkájához, mert közömbösíti a nitrifikáló baktériumok által termelt salétomsavat. De nélkülözhetetlen tápanyaga a növényeknek is. A növények által felvett mész mennyisége nem sok, de ha ez a kevés nem áll rendelkezésére, a növény nem él meg. Vannak növények, melyek igen kevés mésszel beérik, sőt olyanok is vannak, melyek meszes talajon sinylődnek és elpusztulnak. Ilyenek a már említett Sphagnum-mohák és általában a mohalápok növényei,

továbbá a kertészek által tenyésztett disznővények közül az Azalea és Rododendron. A gyógynövények közül a piros gyűszűvirág (*Digitalis purpurea*) vadon csak nagyon kevés meszet tartalmazó talajon fordul elő. Viszont más növények csak meszes talajon diszlenek, ilyenek a csonthéjas gyümölcsfáink. Általában véve meszes talajon sokkal több növény diszlik, a virágok szebbek és illatosabbak, a gyümölcsök zamatosabbak, mint a nem meszes talajon.

A mész a talajokban főleg mint szénsavas mész fordul elő. Ha meszes talajt egy csepp savval (sósavval vagy erős ecettel) leöntünk, akkor a sav a szénsavas meszet elbontja és a felszabaduló szénsavgáz buborékolva eltávozik, a talaj pezseg. Az ilyen savtól pezsgő talajok azonban legalább 2-3% szénsavas meszet tartalmaznak, ha ennél kevesebb a mész, akkor a felszabaduló szénsav olyan kevés, hogy nem vesszük észre. Ahhoz azonban, hogy a mész jótékony hatását kifejthesse, jóval kevesebb is elegendő, 0.2% meszet tartalmazó talajon már a legtöbb meszet kedvelő növény megél, a nitrifikáló baktériumok pedig 0.1%-al is beérik. Nekik elég, ha annyi mész van a talajban, amennyi a talajt gyengén lúgossá teszi. A talaj lúgos vagy savanyú voltának megállapítására a következő egyszerű próba szolgálhat. Vegyünk egy darabka közömbös (se nem piros, se nem kék) lakmuszpapírt, nedvesítsük meg desztillált vízzel, borítsuk be egy kis darab vékony itatós papírral, erre tegyünk egy keveset a megvizsgálandó talajból és nedvesítsük meg szintén desztillált vízzel. Az itatós papírt csak azért tesszük a talaj és lakmuszpapír közé, hogy a talaj a papírost ne piszkítsa be és így jobban láthassuk a színváltozást. Ha most a lakmuszpapír színe pár másodpercen belül megkékül, akkor talajunk túlságosan lúgos, szódát tartalmaz. Ha a megkékülés csak hosszabb idő, 10-15 perc múlva áll be, akkor talajunk gyengén lúgos és elég meszet tartalmaz ahhoz, hogy a legtöbb meszet kedvelő növény megélhessen benne. Míg ha a papír megvörösödik, akkor a talaj savanyú és sem a nitrifikáló baktériumok, sem a meszet kedvelő növények nem élnek meg benne. Ha az ilyen talajon meszet kedvelő növényeket akarunk termelni, akkor a talajt meszeznünk kell.

Vannak olyan növények is, melyek a túlsok meszet tartalmazó talajban nem diszlenek, hanem sárgaságba esnek és elpusztulnak. Ilyenek például bizonyos amerikai szőlőfajták. Így a *Riparia portalis* nevű amerikai alanyfaj nem diszlik olyan talajban, mely 12%-nál több meszet tartalmaz. Tenyészetére nézve azonban nem közömbös az, hogy a mész milyen finomságban fordul elő a talajban. Éppen az amerikai szőlőfajták mésztűrő képességének tanulmányozásánál észlelték azt, hogy a sok mész csak akkor hat károsan, ha finom eloszlású. A talajban levő nagyobb mézsködarabkák közömbösek, mert nagyon lassan oldódnak a talajnedvességben, míg az igen apró mézsszemcskék gyorsan oldódnak és így bizonyos körülmények közt a talajnedvesség annyi oldott meszet tartalmazhat, amennyi már árt a növényeknek. A *Riparia portalis* mésztűrő képessége tehát 12% finom mész.

Ha a talajban sok, 40-50%-nál több a finom mész, *márgás talajokról* beszélünk. Ezek nagyon porózusak és ennek következtében a vizet áteresztik. Ilyen talajokon a növények gyakran a szárazságtól szenvednek. Rendszerint csak kevés humuszt tartalmaznak és erős trágyázással javíthatók meg.

A magnéziumvegyületek. A magnézia a mésszel rokon természetű anyag és a foszfor szállításánál játszik nagyobb szerepet. Sok növénynél a természetben magnézia van túlsúlyban, míg a levelekben a mész. A túlsok oldható magnéziumvegyület károsan hat, ez az eset azonban nagyon ritkán látható a természetben (p. o. a budai keserűvizes kutak tájékán).

A vasvegyületek. A vas is fontos növényi tápanyag. A zöld növények csak akkor képeznek levélzöldet (chlorofilt), ha a talajból vasat tudnak felvenni. Vas hiányában sárgaságba esnek. A levélzöld képzéshez azonban nagyon kevés vas elegendő és a legtöbb talaj elegendő vasat tartalmaz ehhez. Megesik mégis, hogy elég vasat tartalmazó talajon is sárgaságba esnek a

növények, ha a vasat nem tudják felvenni. Ennek több oka lehet. Így, ha túlsok meszet tartalmaz a talaj, megtörténhet, hogy a talajnedvességből a mész a vasat oldhatatlan állapotban kicsapja és ennél fogva a gyökér nem tudja felvenni. Ezt az esetet gyakran láthatjuk kertekben, falak mellé ültetett gyümölcsfákon, itt a vakolat mesze hat károsan. A talaj megjavítására ilyen esetben bőven kell adnunk a talajhoz valamely oldható vas vegyületet.

Más esetekben a növény gyökereinek megbetegedése okozza a sárgaságot. A beteg gyökér nem tud elég vasat felvenni a talajból. A betegség oka gyakran a talaj túlságos nedvesség-tartalmában rejlik, ilyenkor a fölös nedvesség levezetése gyógyítja meg a bajt.

A vasvegyületek a talaj színező vegyületei közé tartoznak. A kevés humuszt tartalmazó talajokat vörösre vagy barnára ők festik meg.

A málláskor keletkező vasvegyületek, a különböző vashidrátok, kolloid sajátságú anyagok és a telítetlen, savanyú humusszal vándorolnak, míg ha a talaj elegendő sót tartalmaz, akkor a talajban megmaradnak. A vashidrátok bizonyos vegyületeket erősen megkötnék, így különösen a foszforsavat.

Az aluminium vegyületei. Aluminiumot a talajok bőven tartalmazznak, a növény életfolyamataiban azonban látszólag semmi szerepe sincs. A mállásnál keletkező agyagos vegyületek a kovasavnak aluminiummal képezett vegyületeiből állnak, ezek bírnak azzal a nevezetes sajátsággal, hogy bizonyos sóalkatrészeket oldataikból kivonni és erősen megkötni képesek. Eközben fizikai állapotuk is megváltozik, pelyhek alakjában kicsapódnak és hozzájárulnak ahhoz, hogy a talaj morzsás szerkezetűvé váljék.

A mangán vegyületei. A mangánvegyületek sem tartoznak a nélkülözhetetlen vegyületek közé. Szerepükről nagyon keveset tudunk. Kis mennyiségben minden talajban előfordulnak.

A kovasavas vegyületek. A talajt alkotó vegyületek legnagyobb része kovasavas só. Az el nem mállott ásványok úgyszólván mind a kovasav különböző vegyületeiből állnak. Nagy részük kvarc (SiO_2), a kovasavnak oxigénnel képezett vegyülete. Ez a talaj legkevésbé elpusztítható vegyületei közé tartozik, mert vízben oldhatatlan. Csak fizikai erők hatására mállik, akkor is lassan. A sok kvarcot tartalmazó kőzetek lassan mállanak. A többi kovasavas vegyületből álló ásvány mind oldódik vízben, ha lassan is és ennek következtében elbomlik. Mállásukkal a IV. fejezetben foglalkoztunk. Ott láttuk, hogy a kémiai mállásnál kolloid-állapotú kovasav is keletkezik, melynek további sorsával szintén foglalkoztunk.

Míg a különböző kovasavas vegyületek a talaj sajátságait nagy mértékben befolyásolják, a növény életében különös szerepük nincs. Nem tartoznak a nélkülözhetetlen tápanyagok közé.

A foszforvegyületek. Annál nélkülözhetetlenebbek a foszforvegyületek. A foszfor a sejtmag anyagának alkotórésze, foszfor nélkül a sejt nem osztódik. A foszfornak nevezetes hatása van a termés minőségére. Foszforban gazdag talajon sokkal finomabb gyümölcs és jobb fű terem, mint a foszforban szegény talajon. Paturel francia vegyész kimutatta, hogy a francia borok minősége arányos azok foszfortartalmával, a legjobb borok tartalmazzák a legtöbbet.

Az oldható foszforsavas vegyületek a fiatal növény gyökérképződését segítik elő, a fejlődés későbbi állapotában pedig az érést siertetik.

A Föld felszínének szilárd kőzetei csak kevés foszforsavat tartalmaznak. A gránitok foszfortartalma ritkán több 0.2%-nál és gyakran kevesebb 0.05%-nál. A lávák valamivel többet tartalmaznak. A foszforsav a kőzetekben főleg mint apatit fordul elő. Az apatit foszforsavas mészből áll, vízben, ha nagyon kevésbé is, oldódik. Ekkor éppúgy elbomlik hidrolitosan, mint ahogy elbomlanak a kovasavas vegyületek. Így keletkeznek a talajban az oldható foszforsavas vegyületek, amelyeket a növények felvesznek. A foszforsavat a növények főleg a magvakban halmozzák fel, az állatok pedig csontjaik képzésére használják.

A foszforsav a talajnak legkevésbé kilúgozható vegyületei közé tartozik. A talaj agyagos és humuszos részei, továbbá a vashidrá, a magnézia és a mész megkötik. Ily módon a talajban különböző foszforsavas vegyületek jönnek létre, melyeknek foszforsava nem áll egyformán a növények rendelkezésére. Legkönnyebben jut a növény a humuszhoz kötött foszforsavhoz; legnehezebben a vashidrához és az agyagos részekhez kötött foszforsavhoz.

A hazai talajok általában véve nagyon kevés foszforsavat tartalmaznak. A 0.2% foszforsavat tartalmazó talajok már ritkaságszámba mennek. Miután a foszforsavnak a talaj termékenységében fontos szerepe van, a foszforsav pótlása sokszor nélkülözhetetlen, ha nagy terméseket akarunk elérni.

Az erre a célra szükséges foszforsavat az apatittelepek, továbbá az állati csontokban foglalt nagy mennyiségű foszforsav szolgáltatják.

A most élő állatok csontjai is sok foszforsavat adnak, jelentékenyen több azonban az a foszforsav, melyet az elmúlt geológiai korszakban élt állatok csontjaiból keletkezett foszforittelepek kiaknázásából nyernek.

A kénvegyületek. Nélkülözhetetlen növényi tápanyag a kén is. A kén a fehérjének alkotórésze. A termékeny talajnak tehát felvehető kénvegyületeket is kell tartalmaznia. A kén rendszerint kénsavas sók alakjában fordul elő a talajban, A kénsavas sók pedig a kőzetekben nagyon elterjedt fémkénegek oxidációjából keletkeznek. A fémkénegek közt legelterjedtebb a pirit, amely a vasnak és a kénnek vegyületéből álló ásvány (képlete FeS_2). A pirit a talajban oxidálódik, vasszulfáttá alakul át, amely vegyület a talajban levő szénsavas mésszel kalciumszulfátot (= gipsz) és vaskarbonátot ad.

A kénsavas sók azon alkotórészek közé tartoznak, melyeket a talaj csak kisebb mértékben köt meg. Ezért a talajok rendszerint kevés kénsavas sót tartalmaznak. Kivételt képeznek a száraz éghajlat taljai, melyekben a különböző kénsavas sók, a gipsz (kénsavas mész) és a glaubersó (kénsavas nátrium) nagyobb mértékben is felhalmozódhatnak. Nagyobb mennyiségű kénsavas sókat tartalmazhatnak végül a mi éghajlatunk alatt is olyan talajok, melyekben sok a pirit és amelyekből a pirit oxidációja következtében keletkezett kénsavas sók a hiányos vízelvezetés következtében nem lúgozódhatnak ki. Ilyenek a budai keserűsós talajok.

A humuszképződés során is keletkeznek kénsavas sók. Ezek baktériumok munkájára jönnek létre abból a kénből, amely a humusszá átalakuló anyagok fehérje vegyületeiben van.

A chlórvegyületek. A talajban különböző chloridok is fordulhatnak elő. A chloridok nem nélkülözhetetlen növényi tápanyagok. Még a konyhasós földek növényeit is sikerült chloridokat nem tartalmazó talajban tenyészteni. Növényélettani szerepüket nem ismerjük. Az olyan talajokban, melyekben sok a chlorid, a növények hamuja is sok chlórt tartalmaz.

A chloridok a talajban a chlórtartalmú ásványok mállásakor keletkeznek. Sok kovasavas ásvány van, mely chlórt is tartalmaz. Ezeknek hidrolites bomlásánál chlórión is keletkezik, amely a talajban levő fémiókkal chloridokat ad.

Sok só jut a talajokra az esővízzel. A tengerek felől jövő esők aránylag sok sót tartalmaznak, a Rothamsted-ben (Angliában) végzett mérések szerint az esővíz köbméterenként 3.1 g chlórt tartalmaz konyhasó alakjában, vagyis egy hektáryi területen 22 kg chlór jut a talajra az esővel.

A chloridok a talaj azon alkotórészei közé tartoznak, melyeket a talaj kolloidjai a legkevésbé nyelnek el és kötnek meg. A chloridokat tehát a csapadékvizek a talajból kilúgozzák és a tengerbe viszik. Nagyobb mennyiségű chlorid csak a száraz éghajlatok talajaiban fordulhat elő, továbbá hajdani tengerfenekekben, melyekből az eső még nem lúgozta ki a sót. Ilyen sóstalajok, melyek hajdani tengermedrek voltak, találhatók Erdélyben a sóbányák szomszédságában.

Ha a talaj sok sót tartalmaz, akkor csak sótűrő növények élnek meg rajta.

A tenger vize a talajokból kilúgozott sókat tartalmazza.

A tenger vizének átlagos összetétele (Regnault szerint):

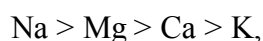
Konyhasó	NaCl	2.700
Káliumchlorid	KCl	0.070
Kalciumszulfát (gipsz)	CaSO ₄	0.140
Magnéziumszulfát (keserűső)	MgSO ₄	0.230
Magnéziumchlorid	MgCl ₂	0.360
Magnéziumbromid	MgBr ₂	0.002
Kalciumkarbonát (szénsavas mész)	CaCO ₃	0.003
Víz	H ₂ O	96.495
		100.000

Ha végigtekintünk ezen a táblázaton, feltűnik a tengervíz magas konyhasó tartalma és rendkívül alacsony káliumchlorid tartalma. A talajok viszont rendszerint több kálit tartalmaznak, mint nátront (v. ö. Hilgard táblázatával). Az oka ennek az, hogy a talajok a kálit erősen visszatartják, míg a nátriumvegyületeket nem nyelik el. Nem nyelik el a chlóriónt sem, ez is a tengerbe jut.

A tengerbe kerülnek még a kalcium- és a magnéziumsók is, de már jóval kisebb mennyiségben, mint a nátrium sói. Ezeket az anyagokat a talajok erősebben kötik meg, mint a nátriumot. Érdekes körülmény az, hogy a tenger vizében olyan feltűnő kevés szénsavas mész van, míg a talajokban a mész főleg ebben az alakban foglaltatik. Ennek oka egyrészt a szénsavas mész csekély oldhatóságában, másrészt pedig abban a körülményben keresendő, hogy az oldott szénsavas mész szénsavának egy részét sok tengeri lény tápanyagul használja el, a mész pedig kiválik.

A savmaradékok közül legtöbb a chlór; kénsav jóval kevesebb van, mert a talaj a kénsavmaradékot sokkal erősebben nyeli el, mint a chlórt. Foszforsavat a tenger vize csak nyomokban tartalmaz. Ezt az anyagot a talajok rendkívül makacsul nyelik el és tartják vissza.

Összegezve az elmondottakat, látjuk, hogy a tenger vizében az oldott sók fémes alkotórészei a következő fogyó sorrendben foglaltatnak



míg a savmaradékok közül



vagyis a legkevesebb a káli és a foszfor, melyek nélkülözhetetlen növényi tápanyagok, míg a nátriumot és a chlórt, amelyek legjobban lúgoztatnak ki, a szárazföldi növények nem igénylik testük felépítésére.

A talajok tehát a sóknak oldataiból bizonyos alkotórészeket elnyelnek és azokat erősen megkötik. Legerősebben nyelik el és kötik meg az ammoniát, a kálit, míg legkevésbé a nátriumot. A negatív töltésű sóalkatrészek közül mohón nyelik el a hidroxilt, míg a chlóriónt nem kötik meg.

A báziskicserélődés. Az elnyelt tápanyagok azonban nincsenek erősen megkötve, könnyen kicserélődnek. Ha egy üvegcsőbe talajt teszünk, a talajra káliumchlorid-oldatot öntünk és a lecsepegő víz összetételét megvizsgáljuk, azt találjuk, hogy kevesebb káliumot tartalmaz, mint a felöntés előtt. A káli helyett bizonyos mennyiségű meszet találunk az oldatban. A talaj tehát a káli egy részét elnyelte, helyette mész ment oldatba.

Ha most a kálival telített talajra kalciumchlorid-oldatot öntünk és a lecsepegő oldatot megvizsgáljuk, azt látjuk, hogy a talaj egy kevés meszet elnyelt és helyette káli oldódott, vagyis a bázisok bizonyos mértékben kicserélődnek.

Bázist kicserélő képessége csak a talaj kolloid állapotú vegyületeinek, az agyagnak és a humusznak van. Vannak bizonyos ásványok, zeolitok, amelyek szintén bírnak ilyen bázist kicserélő képességgel és eleinte, amikor a talaj bázist kicserélő képességét felfedezték, azt tételezték fel, hogy a talajban is vannak ilyen zeolitok. A zeolitok azonban kristályos testek és még senki sem mutatott ki ilyeneket a talajban. Ezért azután a talajnak azokat a vegyületeit, melyek báziskicserélődést mutatnak, zeolitszerű vegyületeknek nevezték el. Ezeknek sajátjaival 'Sigmond Elek műegyetemi tanár foglalkozott behatóan, aki különböző ilyen zeolitszerű vegyületeket mesterségesen is állított elő és kimutatta, hogy a kalciummal telített zeolitszerű vegyületek morzsás szerkezetűek, a vizet áteresztik, míg a nátriummal telítettek nyálkás anyagok, melyek a vízben megduzzadnak és a talaj pórusait eltömik. A két vegyület könnyen változtatható át egymássá. Elég, ha a zeolitszerű nátriumvegyületre egy mészsó oldatát öntjük, a zeolit kalciumot köt meg és helyette nátriumot ad. A nátrium kicserélődik kalcium ellenében.

Miután ezek a zeolitszerű vegyületek a tápanyagokul szolgáló bázisokat megkötik, 'Sigmond tanár a talaj éléskamráinak nevezte el őket.

Ilyen sajátságokkal bíró vegyületek keletkeznek a kémiai málláskor, amikor a keletkezett pozitív töltésű vashidrátt és alumíniumhidrátt, továbbá a negatív töltésű kóvasav egymás töltését kölcsönösen telítik és egymást kicsapják. Ekkor kolloid állapotú kóvasavas vegyületek keletkeznek, amelyek nagy mértékben bírnak azzal a sajátossággal, hogy sóalkatrészeket elnyelnek és azokat kicserélik.

Ezek a vegyületek a talaj agyagos részében vannak. Minél több az agyagos rész valamely talajban, annál nagyobb a talaj elnyelő képessége. Azonban nemcsak az agyag bír ilyen sajátosságokkal, hanem a humusz is.

A humusz a talaj könnyen bomló vegyületei közé tartozik, baktériumok állandóan bontják és elégetik szerves részeit. Eközben a humuszban foglalt növényi tápanyagok felszabadulnak. A humuszt tehát szintén joggal nevezhetjük a talaj éléskamrájának.

IX. FEJEZET.

A talaj termékenysége.

Termékeny talaj alatt általában olyan talajt értünk, amely a szokásos módon megművelve, bő termést ad. Már ebből is láthatjuk, hogy a termékenység relativ fogalom, függ attól, minő növényt akarunk termelni. Vannak talajok, melyeken bizonyos növények nem teremnek meg és még sem mondhatók terméketleneknek, mert más növények kitűnő termést adnak rajta. Így vannak az Alföldön nagy kiterjedésű szikes földek, melyeken a buza nem terem meg, ellenben kitűnő székfűtermést adnak. A székfűtermésért a tulajdonos nagyobb árat kap, mint az ugyanakkora kitűnő buzaföldön termett buzájáért.

A termékenység fogalmát még bonyolultabbá teszi az, ha a termés minőségére is tekintettel vagyunk. Vannak talajok, melyek egyforma mennyiségű termést hoznak, az egyiken azonban a termés sokkal jobb minőségű mint a másikon.

Ha tehát a talaj termékenységéről beszélünk, tekintettel kell lennünk a természetű növényre és termékenynek azt a talajt nevezzük, amelyben az illető növény úgy mennyiségileg, mint minőségileg jó termést ad.

A termékenység feltételei. Ahhoz, hogy bő terméseket kapjunk, kell, hogy a növény gyökerei mindenkor megtalálják a talajban a tenyészethez szükséges nedvességet, levegőt és tápanyagokat. Szükséges még ezenkívül, hogy a talaj a növényre károsan ható, mérgező anyagokat ne tartalmazzon.

Ami az első feltételt, a talajnak vízzel és levegővel való ellátását illeti, az, amint láttuk, a talaj szerkezetétől függ. Nagy mértékben befolyásolhatjuk a talaj megműködésével, az altalaj mélyítésével; a vízhiányon öntözéssel és a talaj megfelelő megműködésével, a levegőhiányon pedig alagsövezéssel segíthetünk. A talaj vízettartó és átbocsátó képességét ezeken kívül még meszezéssel és szerves trágyák hozzáadásával is befolyásolhatjuk.

Felvehető és fel nem vehető tápanyagok. Ami a növények tápanyag ellátását illeti, kell, hogy a tápsók felvehető állapotban bőven legyenek a talajban. Ha nincsenek felvehető állapotban, akkor a tenyészeti idő alatt felvehetőekké kell válniuk.

A talaj felvehető és fel nem vehető tápanyagkészletének megállapítása régóta foglalkoztatja a vegyészeket. Daubeny oxfordi tanár 1845-ben már megállapította, hogy a legtöbb talaj annyi tápanyagot tartalmaz, amennyi sok, 50-100, sőt még több termésnek is elegendő. Mégis meg-
esik, hogy az ilyen sok tápanyagot tartalmazó talajon alig terem valami, hacsak nem adunk hozzá tápanyagokat oldható alakban. Így például egy répatermés egy évben mintegy 40 kg foszforsavat vesz ki egy hektáron a talajból; a talajban ennél sokkal több foszforsav van, meg-
esik, hogy a talaj 4000 kg foszforsavat is tartalmaz és alig terem rajta valamelyes répa, hacsak nem adunk hozzá vagy 60 kg foszforsavat trágya alakjában. A talajban a tápanyag tehát olyan alakban is lehet, amilyenben a növény felvenni nem tudja. Ennek az «alvó» készletnek egy része idővel oldhatóvá, «tevékeny» válik. Daubeny megkísérelte azt is, hogy meghatározza ennek a felvehető tápanyagnak a mennyiségét. Abból indult ki, hogy a növények csak oldott anyagokat vesznek fel. A talajban a tápanyagokat a víz oldja fel, amely a talajon átszivároghatva, többé-kevésbé szénsavval telítődik. Ennélfogva Daubeny azt a tápanyagot tekinti felvehetőnek, amely szénsavas vízben oldódik. Daubeny óta sokat kísérleteznek különösen a «felvehető» káli- és foszforsav mennyiségének a meghatározásával. Különböző savakkal igyekeztek a gyökér oldó hatását utánózni.

Ez tökéletesen nem sikerült és még ha sikerülne is valamely oldószerrel a felvehető foszfor és káli mennyiségét megállapítani, az még mindig nem szolgálhatna a talaj termékenységének mértékéül, mert ezzel a termékenységnek csak egy tényezőjét állapítanák meg. A termékenység pedig számos tényező összefüggésétől függ.

A tápanyagok képzése nagyrészt biológiai folyamat.

Ezek között nem csekély fontossága van a talajban levő kötött nitrogénnek. Erről tudjuk, hogy baktériumok munkája változtatja át felvehető tápanyaggá.

A humuszhoz kötött növényi tápanyagok felszabadulása szintén biológiai folyamat. Amikor a humuszt képző apró szervezetek a talajba kerülő szerves anyagot elégetik, akkor a benne foglalt hamualkatrészek visszamaradnak, még pedig javarészt mint szénsavas sók, továbbá mint foszforsavas és kénsavas sók. Ezek ebben az állapotban könnyen oldhatók és felvehetők. A tápanyagok oldhatóvá tétele tehát nagy mértékben függ a humuszt képző mikroorganizmusok tevékenységétől, úgy, hogy az a gyorsaság, amellyel ezek a mikroorganizmusok a szerves anyagot elégetik, bizonyos fokig mértékéül szolgálhat annak is, hogy mennyi tápanyag szabadul fel ilyképp és áll a növények rendelkezésére. Herke Sándor Magyaróváron ezen az alapon igyekszik megállapítani a foszfortrágyázás szükségességét olyképp, hogy meghatározza azt a sebességet, mellyel a talaj mikroorganizmusai a cellulózt foszforsavas sók hozzáadására és anélkül elbontják.

A tápanyagok oldhatóvá tétele a talajban tehát nem tisztára kémiai folyamat, a talaj vegyületeinek gyenge savakban való oldása, hanem biológiai is. Ezt a biológiai folyamatot befolyásolhatjuk. Ez a folyamat a talaj felső részében megy végbe, azokban a vízzel többé-kevésbé átitatott, kolloid természetű anyagokban, amelyek a talaj ásványos szemecskéit körülveszik. Az ásványos szemecskék, a homok és kőliszt szemecskék tulajdonképpen csak a vázát alkotják a talajnak, amely a talaj vízzel és levegővel való ellátásában nagy fontosságú ugyan, a talajnak folyton átalakuló, mondhatnák élő részét azonban az agyagos és a humuszos részekben kell keresnünk.

Ennek a felismerése magyarázza meg a feltalaj értékét és dönti meg azt a tévhitet, hogy a jó talaj mélyen fekszik és műveléssel fel kell azt hoznunk. Ez az összetévesztése a bányászatnak a mezőgazdasággal - írja Hall - valószínűleg abból a morális eszméből fakad, hogy minél több munkát végzünk, annál tökéletesebb az eredmény; ennek az eszmének gyakorlati megvalósítása a gözeke segítségével már sok agyagos talajt rontott el hosszú időre. Az altalajból hiányzik a humusz, amely lakóhelye azoknak a baktériumoknak, melyeknek a termékenységhez oly sok közülük van.

A talaj termékenységének csökkenése. A talaj termékenysége csökken, ha morzsás szerkezete elromlik, ha a benne levő humusz, szénsavas mész és a tápanyagok egy része elfogy.

A humusz és a mész fogyásával a morzsás szerkezet is romlik; szerves anyag és mész hozzáadásával, továbbá gondos műveléssel ismét helyreállítható.

A művelés alatt álló talajokban a humusz oxidációjával kapcsolatosan a talaj kötött nitrogéntartalma is fogy.

Hogy milyen nagyfokú lehet ez, arra nézve igen tanulságos adatokat szolgáltatnak a Rothamsted-ben (Angliában) végzett kísérletek.

Rothamsted-ben van a Föld egyik legrégebbi mezőgazdasági kísérleti állomása, melyet egy gazdag angol földbirtokos, Sir John Lawes alapított 1843-ban.

Az itt végzett, hosszú ideig tartó rendszeres kísérletek nagy mértékben vitték előre a talaj termékenységének okairól szóló ismereteinket. Eredményeik közül néhányat itt ismertetünk Hall nyomán, aki Lawes-nek sokáig munkatársa volt.

Rothamsted-ben egy táblán (Broadbalk field) 1844 óta állandóan búzát termelnek.

Az átlagos buzatermések 1844-től 1911-ig (métermázsa hektáronként)

A tábla száma	Minő trágyát kapott	8 év	10 éves termés átlagok						60 év
		1844-1851 átlaga	1852-1861	1862-1871	1872-1881	1882-1891	1892-1901	1902-1911	1852-1911 átlaga
	Istállótrágya (35000 kg hektáronként)	18.5	22.6	24.8	19.0	25.2	25.9	23.2	23.4
2									
3	Trágyázatlan	10.9	10.1	9.2	6.6	8.0	7.9	7.0	8.2

A trágyázatlan parcella termése lassan csökken, míg a trágyázott parcelláé emelkedik. A parcella erős trágyaadagot kapott, átlag 225 kg nitrogént hektáronként, míg a termés csak mintegy 56 kg nitrogént vont el. A termékenység növekedett, míg 20-30 év múlva újabb egyensúly állott be és ezentúl a termés nagyságának változását csak az időjárás befolyásolja. A termés nem emelkedett, dacára a további trágyázásnak, kivételesen jó időjárást kivéve.

Ha a parcella földjének nitrogénegyensúlyát nézzük, ez a következő:

Broadbalki buza föld nitrogén egyensúlya.

(A számok kilogramm nitrogént jelentenek 1 hektárnyi földben 67.5 cm mélységig.)

A talajban van		Nyeresség, vagy veszteség 39 év alatt	Hozzáadva		A termés kivett	Elveszett
1865	1904		Trágyával	Esővel		
			2. számú tábla. Trágyázott.			
5006	5566	+560	8736	168	2229	-6115
			3. számú tábla. Trágyázatlan.			
3192	2565	-627	-	168	672	-123

A talajban tehát nagyok a nitrogénveszteségek. Az erősen trágyázott talaj nem lett gazdagabb az utolsó 30 év alatt és a hozzáadott nitrogén legnagyobb része elveszett, kétségtelenül azért, mert baktériumok gázalakban felszabadították. Itt azt látjuk, hogy nagyon gazdag talajban a veszteséget okozó tényező működése annyira gyorsított, hogy megakadályozza a termékenység növekedését a fel nem használt trágyából. Nagy termékenység nagyobb veszteséget is jelent.

A talaj nitrogénkészleteinek növekedése. A talajban azonban olyan folyamatok is mennek végbe, melyek a talaj nitrogénkészletét növelik. Ezeknek megvilágítására álljon egy másik rothamstedi példa.

1881-ben az egyik táblán a búzát nem aratták le, hanem meghagyták lábán. Néhány év múlva a buza teljesen eltűnt és jelenleg a táblát főleg füvekből álló vad növényzet borítja. A tábla talajából mintát vettek kezdetben és 23 évvel később. Ezeknek elemzéséből kitűnt, hogy a talaj nitrogénkészlete évenként 103 kilogrammal gyarapodott hektáronként. Az elemzés adatait az alábbi táblázat mutatja:

Broadbalki buzafield vad növényzettel borított táblája.

(Nitrogén tartalom kilogrammban hektáronként 67.5 cm mélységig.)

A talajban van		Esővel belekerült	Egy évi gyarapodás
1881-ben	1904-ben		
6619	9083	100	102

Feltűnő a nagy ellentét a szomszédos nem trágyázott szántófield állandó nitrogénveszteségével szemben. A különbség az, hogy az egyik táblán a növényzetet sohasem távolították el, hanem ott halt el. Ily módon a növény által felvett nitrogén visszakerült a földbe. A humuszon élő azotobaktériák pedig szabad nitrogént kötöttek meg és így gyarapították a talaj nitrogénkészletét. Azotobakter a szántófieldön is él, de miután itt a termést eltávolítjuk és csak a gyökér és a rövid szárvég marad meg, kevés szerves anyag kerül a talajba. Ennek következtében a nitrogén megkötése csekély fokú és csak arra elegendő, hogy pótolja azokat a veszteségeket, melyeket a talajt kilúgozó csapadékvizek és a gyomok nitrogénfelvétele okoznak.

Maga a növényzet nem növeli a talaj nitrogénkészletét. Csak a talajban meglevő nitrogén körforgalmában szerepel. De ha a viszonyok az azotobakter megélhetésére kedvezőek, akkor ez a szervezet a növény szénvegyületeiből meríti azt az energiát, amelyre a nitrogén megkötéséhez szüksége van. Ilyen körülmények közt a talaj nitrogénkészlete gyarapszik.

Az azotobakternek azonban, amint tudjuk, a humuszon kívül még mészre is van szüksége.

A meg nem művelt, szűz talajok tehát nem okvetlen gazdagok, vannak nagyon szegények is, még azok közt is, melyeket évezredek óta természetes növényzet takar. Ezek szegények maradtak, mert az azotobakter fejlődéséhez szükséges tényezők egyike hiányzik.

Ez a kilúgozott talajok, a podszolok esete. A sztyeppék talajaiban a kilúgozás csekély fokú és mész halmozódik fel a talajokban, ennek következtében a mezőségek talajainak, a csernozjomoknak kötött nitrogéntartalma állandóan növekszik. Ennek a magas nitrogéntartalomnak köszönik termékenységüket, mely oly nagy, hogy ezeken a talajokon évekig lehet gazdálkodni, anélkül, hogy a kivett tápanyagokat pótolni kellene. Bizonyos idő múlva természetesen ez a nagy tápanyagkészlet is elfogy, ha pótlásról nem gondoskodunk.

A rablógazdálkodás. Ez az eset állt be az Egyesült Államokban, a Middle West preri területein, melyek egykor igen gazdag talajainak termékenysége mintegy százévi művelés után erősen csökkent, annyira, hogy helyenként művelésüket abbahagyták. Ezeken a talajokon a telepes mintegy bányászott a termékenységben. Felhasználta a tőkét, ahelyett, hogy a kamataival elégedett volna meg. Állandóan búzát és kukoricát termelt, anélkül, hogy közben akár ugaron hagyta volna a földet, akár herefélékkel szakította volna meg a sorozatot. A terményekből semmit sem adott vissza a talajnak, a magot eladta, a szalmát pedig elégette. Ígyképp a folyton szántott földből a szerves anyag hamarosan eltűnt oxidáció következtében, a humusz eltűnésével eredetileg kitűnő morzsás szerkezete is elromlott.

Ez a gazdálkodási mód, melyet Hall *destruktív gazdálkodásnak* mond, rendkívül emlékeztet arra a gazdálkodási módra, melyet sok helyen üznek alföldünk gazdag talaján.

Az intenzív gazdálkodás. Ennek ellentéte az *intenzív gazdálkodás*, melynek egy esetét az előbb említett rothamstedi példa mutatja be. Itt a talaj eredeti tápanyagkészleteiből semmit sem ad a termésnek, sőt még bizonyos fokig tápanyagban gazdagodik. Ez az intenzív gazdálkodás csak úgy lehetséges, ha a gazdaságon kívül termelt trágyákat (műtrágyákat) adunk a talajnak. Az intenzív gazdálkodásnál a talajt úgyszólván gyártási tényezőnek tekintjük, melynek az a feladata, hogy a trágyák nitrogénjét és egyéb tápanyagait terméssé változtassa át.

A konzervatív gazdálkodás. Van a gazdálkodásnak egy harmadik módja is, amely a talaj eredeti termékenységét megőrizni képes, ha nem is nagyon magas fokon. Az ilyen konzervatív gazdálkodásra jó példa a norfolki 4-es forgó, a műtrágyák alkalmazása előtti időből. Ebben a rendszerben, tarlórépa (turnip) után, amelyet a helyszínen etettek fel és változtattak trágyává, úgy, hogy az a talajba visszakerült, árpa következett, amelybe herét vetettek. A herét, mely szintén visszakerült a talajba, buza követte. A termények közül csak az árpa- és buzamagot, továbbá a répa és a lóhere feletetésével termelt húst adták el. Ilyképp a növény által felvett nitrogénnek csak kis része ment ki a gazdaságból, a többi visszajutott a talajba. A trágyakészítéskor ugyan nagy nitrogénveszteségek mennek végbe, ezeket a veszteségeket azonban pótolta az a nitrogén, melyet a lóhere kötött meg a levegőből. Ilyen konzervatív gazdálkodási mód mellett Angliában a földek termékenysége hosszú ideig állandó maradt, a buzatermés átlag 13.4 métermázsá volt hektáronként Erzsébet királyné kora óta, a XVI. századtól a XIX. század elejéig. Ez a termésmennyiség intenzív gazdálkodással azóta átlag 20 métermázsára emelkedett, sőt egyes intenzív gazdaságok 25 métermázsát is érnek el.

Konzervatív gazdálkodást üznek a kínaiak már 4000 év óta. China sűrű lakossága mindazt, amire szüksége van, földjéből veszi ki, anélkül, hogy a föld termékenységét csökkentené vagy külföldről hozna be műtrágyákat.

A foszforhiány. Konzervatív gazdálkodás mellett, míg a lakosság falun élt és a gazdaságból nem vittek ki nagyobb mennyiségű növényi tápanyagot eladás útján, a talaj kimerülése nem igen következhetett be. A foszforhiány volt az, mely legelőször mutatkozott. A talajok foszfortartalma ugyanis alacsony, a gazdaságból pedig éppen azokat a terményeket adták el, melyek a legtöbb foszfort tartalmazzák, a magvakat és az állatokat. Az állandó foszforkivétel következtében a XVIII. században Angliában sok helyütt észlelhetővé vált a talaj foszforhiány okozta kimerülése. A hiányt először csontokból készült műtrágyákkal igyekeztek pótolni és a csontkereslet oly nagy lett, hogy állítólag régi csataterek csontjait is kiásták.

A múlt század 40-es éveiben azután felfedezték az első foszforitlepeket, amelyek régi geológiai korszakokban élt állatok csontjaiból keletkeztek. A foszforitlepek ritkasága azonban nagy aggodalommal töltötte el a nemzetgazdászokat.

Hogy mennyire aggódtak ez időben a foszforhiány miatt, annak bizonyítására álljanak itt Elie de Beaumont-nak, a kitűnő geologusnak 1856-ban írott sorai, melyek a foszforitlepekről szóló híres tanulmányában foglaltatnak. «Colbert azt írta, hogy Franciaország fahiány miatt fog elpusztulni és ez a szomorú jóslat beteljesedett volna, ha nem fedezik fel a kőszéntelepeket; Colbert idejében nem értették volna meg, hogy egy nagy ország elpusztulhat foszforhiányában is; ennek pedig be kell következnie, hacsak nem találnak a természetben olyan telepeket, melyek a mezőgazdaságnak ugyanazt jelentenék, mint a szén az iparnak.»

Amióta Beaumont ezeket a sorait írta, a geologusok nagy foszfátlepeket fedeztek fel Franciaországban is, de különösen Oroszországban, Afrikában és Amerikában. Az oroszországi telepekről Jermolov orosz geologus azt mondja, hogy annyi foszforitot tartalmaznak, amennyivel Európa felét ki lehetne kövezni. Az afrikai és amerikai telepek még gazdagabbak és a világ mezőgazdaságának foszforszükségletét hosszú időre fedezhetik.

A talaj káros alkotórészei. Foglalkozzunk végül még a termékenységet befolyásoló káros alkotórészekkel.

Ha a talaj túlsok oldható sókat tartalmaz, ez a termékenység rovására megy, még akkor is, ha egyébként ezek a sók nagyobb hígításban nélkülözhetetlen tápanyagok. Tömény talajnedveségből ugyanis a növények nehezen vesznek fel vizet. A növény alkalmazkodni igyekszik, csökkenti párologtató szerveit és felületeit, levelei kisebbek lesznek és vastag felhámmal

borítja be őket. Túlnagy sótartalom mellett azonban a növény elcsenevészedik, termést nem hoz és elpusztul.

A talajban előforduló könnyen oldható sók közül legveszedelmesebb a szóda; a nátrium többi sói, a nátriumszulfát (glaubersó) és a konyhasó kevésbé veszélyesek. Ezeknek szerepével, előfordulásával, továbbá az ellenük való védekezés módjaival a szikes talajokról szóló fejezetben foglalkozunk.

Az annyira hasznos szénsavas mész is árthat bizonyos növényeknek. Így felemlíthetjük, hogy az amerikai szőlőfajok csak bizonyos mennyiségű meszet bírnak el, ha ennél több finom mész van a talajban, sárgaságba esnek és elpusztulnak.

Vannak még végül olyan anyagok, melyek már kis mennyiségben is ártanak kultur-növényeinknek. Ilyenek a savak. Bányavidékeken gyakran fordul elő, hogy a gazdák panaszkodnak a savanyú bányavizek okozta terméketlenség miatt.

A kétvegyértékű vasnak a sói, a ferrosók is mérgezőleg hatnak. Ezek azonban csak rosszul szellőző talajokban keletkeznek és rögtön átváltoznak háromvegyértékű vasvegyületekké, ferrisókká, amint a talajba elegendő levegő jut.

A humusz elbomlásakor is keletkezhetnek mérgező vegyületek. Schreiner és Shorey amerikai vegyészek terméketlen talajból vontak ki ilyen vegyületet, a dihidroxisztearinsavat. Ez az anyag mérgezőleg hat a növényekre és majdnem mindig megtalálták a rosszul szellőző, tömött és mészszegény talajokban. Jól szellőző és elegendő növényi tápanyagot, továbbá meszet tartalmazó talajokban ilyen mérgező anyagok nem keletkeznek, vagy ha keletkeznek is, hatástalanok.

Ujabb megfigyelések látszólag azt bizonyítják, hogy maguk a növények is hozhatnak létre mérgező vegyületeket. Ilyen vegyületet még nem ismerünk ugyan, de bizonyos - Woburn-ben London mellett végzett - megfigyelések azt mutatják, hogy egy fejlődő növény más fajhoz tartozó szomszédját megmérgezni képes. A woburni gyümölcsészeti kísérleti telepen azt észlelték, hogy az almafák sáynlódtek olyan helyen, ahol a fák alatt fű tenyészett. A levelek színe egészségtelen, halavány volt, a kéreg is világosabb lett, míg a gyümölcsök elvesztették zöld színüket és viaszgárk vagy világító vörös színűek lettek. Olyan helyeken, ahol a gypet meghagyták, a fák lassanként alkalmazkodtak a megváltozott viszonyokhoz, de nem fejlődtek olyan jól, mint ahol gyp nem volt.

A tünetény okának megállapítására gondos kísérleteket végeztek. Ezekben a kísérletekben a fák mindig megbetegedtek, amint gyökereikre olyan nedvesség jutott, mely a füves rétegen haladt át. Ez amellet szól, hogy a fűek gyökerei az almafára káros anyagot választanak ki.

X. FEJEZET.

A talajok osztályozása.

Ha a talajok sokaságával rendszeresen akarunk foglalkozni, igyekeznünk kell közös csoportokba osztani azokat a talajokat, amelyek egymás közt hasonlóak.

Ebből az következik, hogy nagyon sok talajosztályozás lehetséges, aszerint, hogy az osztályozandó talajok melyik sajátsága alapján kívánjuk őket csoportosítani.

Ha csak egy vagy csak néhány sajátságot veszünk tekintetbe, akkor osztályozásunk mesterséges. Ezekben az osztályozási rendszerekben nem szükséges, hogy az alapul felvett tulajdonság a legfontosabbak közül való legyen, rendszerint a legfeltűnőbbet, a legláthatóbbat választjuk.

A természetes osztályozás ellenben a természet munkáját igyekszik feltüntetni és annál jobb, minél inkább sikerül ez neki. Hogy ezt elérje, lehetőleg sok jellemvonást vesz tekintetbe és azok mindegyikének valódi értékét igyekszik megállapítani.

A természetes talajosztályozás tehát azokon a törvényeken alapszik, amelyek a különböző talajok sajátságainak egymás mellé és egymás alá való rendeltségét megállapítják. Ezeket a törvényeket az egyes talajok létfeltételei szabják meg.

A természetes osztályozási rendszerek haladást jelentenek, a mesterséges rendszerekkel szemben, azonban ezek sem tökéletesek, mert a természetről szóló ismereteink maguk sem tökéletesek. Tökéletes az osztályozás csak akkor lehetne, ha a természet összes titkait ismernők.

Igyekeznünk kell tehát a talajokat olyan rendszerbe csoportosítani, amely a talajok keletkezési módján alapszik. Az ilyen osztályozás elégíti ki leginkább logikai érzékünket és legtöbbet mond az egyes osztályokba sorolt talajokról. Mindemellett a mesterséges osztályozási rendszerek is hasznosak lehetnek, sőt bizonyos kérdések tanulmányozásánál nélkülözhetetlenek.

Mesterséges osztályozási rendszerek.

Gazdasági osztályozások. Már az ősember is, bár a talaj lényegét illetőleg teljes tudatlanságban élt, meg kellett, hogy különböztesse a talajokat bizonyos külső sajátságaik alapján és bizonyára különbséget tett a termékeny és a terméketlen, a könnyen és a nehezen megművelhető talajok közt. Így keletkezett a talajról szóló tudomány, amely csak lassan fejlődött mindaddig, amíg csupán a talajok külső sajátságainak megfigyelésére szorítkoztak.

A tudománynak ezt a kezdetleges állapotát jellemzi Columella és Cato osztályozása. Columella *De re rustica* című könyvében megkülönböztet kövér és sovány talajokat, amelyek ismét könnyűek vagy nehezek, nedvesek vagy szárazak lehetnek. Cato pedig a növényzet alapján megkülönbözteti a szőlőtalajokat, a kerti talajokat, a füzesek talaját, az olajfák talaját, a rétek talaját, a buza földet, az erdő, a gyümölcsös talaját és a kender földjét.

A kezdetleges földművelés a talajokat tehát vagy fizikai sajátságai alapján osztályozta, amint az Columella osztályozásában látható, vagy pedig kulturális sajátságok alapján, aminek példája Cato rendszere.

Thaer osztályozása. A XIX. század elején Thaer, a híres német gazdász, állított fel egy talajosztályozási rendszert, amely Columella és Cato rendszereit egyesíti.

Thaer rendszerében hat talajnemet különböztet meg fizikai sajátságaik alapján és azokat tovább osztályozza a gazdasági növény szerint, amely rajta legjobban termesztendő:

Thaer osztályozásának váza a következő:

I. talajnem. Agyagos talaj.

1. osztály. Kövér buzatalaj.
2. " Erős buzatalaj.
3. " Gyenge buzatalaj.
4. " Sovány buzatalaj, ha száraz, egyébként hideg zabtalaj.

II. talajnem. Vályogtalaj.

3 osztályra oszlik a termékenység alapján.

III. talajnem. Homokos vályog és vályogos homoktalaj, nehéz árpa- és száraz zabtalaj.

1. osztály. Homokos vályogtalaj.
2. " Homokos vályogtalaj rossz sajátságokkal.
3. " Vályogos, az aszálynak kitett homokos talaj.
4. " Ugyanaz, csak még rosszabb sajátságokkal.

IV. talajnem. Homokos talaj.

3 osztályra oszlik, melyeket termékenységük alapján különböztet meg.

V. talajnem. Humuszos talaj.

Ide tartoznak azok a talajok, melyekben a humusz hozzákeverődése miatt a talaj ásványos alkotórészeinek sajátságai háttérbe szorulnak, vagyis az agyag elveszti kötöttségét, a homok lazaságát. Ha a talajban sok humusz van, amely azonban nem befolyásolja a talaj ásványos részeinek sajátságait, akkor az ilyen talajt humuszos agyag, vagy homoktalajnak nevezi.

Ezt a talajnemet Thaer a következő 4 osztályba sorolja:

1. osztály. Szelid, fekete árpatalaj.
2. " Fekete mélyfekvésű rozs- vagy zabtalaj.
3. " Savanyú mélyfekvésű talaj.
4. " Lápos talaj.

VI. talajnem. Meszes talaj.

A meszes talajokkal Thaer nem foglalkozik behatóbban, mert nincsenek idevágó tapasztalatai.

Thaer rendszere tehát a talajok fizikai sajátságain alapszik, de tekintetbe veszi a talaj mezőgazdasági használhatóságát is. Az osztályozási elvet azonban nem viszi szigorúan keresztül, mert az utolsó talajnemnél már a kémiai sajátságokat is tekintetbe veszi.

Ez a talajosztályozás nem mond sokat, a talaj keletkezésének törvényeiről semmit sem tudunk meg, a talaj sajátságai közül is csak a feltalaj sajátságairól annyit, hogy több vagy kevesebb finom rész van benne és azt, hogy milyen kalászos termesztésére alkalmas. Még azt sem mondja meg, hogy a herefélék közül melyik diszlik rajta. A herefélék termesztésénél az altalaj sajátságait ismernünk kell.

Moll osztályozási rendszerét már nem a kalászosokra alapítja, hanem a herefélékre és első-, másod- és harmadrendű lucerna, baltacim, közönséges here és fehér here talajokat különböztet meg.

A magyar mezőgazdák a Thaer és Moll rendszereinek kombinációját használják, amely Hensch Árpádtól származik.

Hensch megkülönböztet heretermő, baltacimtermő és herét nem termő talajokat, amelyeket a gabonaneműek termelésére való alkalmasságuk alapján buza-, árpa-, rozs- és zabtalajokra oszt be.

A geológiai osztályozások. Geológiai eredetük és összetételük alapján osztályozta a talajokat Fallou szász geológus, aki a talajokat két nagy osztályba sorolta, úgymint a helyben képződött (primitív) és a szállított (alluviális) talajok osztályába. A helyben képződött talajokat az anyakőzet alapján osztályozta tovább, megkülönböztette a kvarcos kőzetek, az agyagos kőzetek, a csillámos kőzetek, a meszes kőzetek stb. talajait, beszél gránit-, bazalt-, mészkő-talajokról.

A második osztályban inkább a talaj fizikai sajátosságai képezik a további osztályozás alapját, itt a következő talajnemeket különbözteti meg:

1. Kovatalajok, ide tartoznak a különböző homokos talajok.
2. Márgás talajok, úgymint meszes márga-, agyagos márga-, lösz, márgatalajok.
3. Vályogos talajok.
4. Lápos talajok.

...

Fallou osztályozási rendszerét a geológusok az egész világon elfogadták, ez képezte sokáig az agrogeológiai tanulmányok alapját.

Hilgard beosztása. Hilgard az agrogeológiai osztályozást úgy módosította, hogy a talajokat három fő csoportba osztotta be, úgymint helyben képződött, colluviális és alluviális talajok csoportjába.

A *helyben képződött talajok* az alattuk levő kőzetnek mállásából keletkeztek. A laza talaj-takaró fokozatosan megy át az anyakőzetbe. Ilyen talajok találhatók nagyobb kiterjedésben a fennsíkokon, vagy szelíd lejtésű oldalakon, ahol a csörgedező víz sebessége nem elég gyors ahhoz, hogy a málláskor keletkező kőzettörmelék elvigye.

Ha a mállási terméket valamely erő elviszi a keletkezési helyéről és más kőzetek mállási termékeivel elkeveri, ami rendszerint a hegyek lejtőin következik be, akkor Hilgard *colluviális* talajokról beszél. A colluviális tömegek állandóan csúsznak lefelé a lejtőkön, mozgásuk néha oly gyors, hogy katasztrófával végződik, máskor oly lassú, hogy csak évek múltán vehető észre.

Az *alluviális* talajok csoportjába a folyóvíz lerakta talajok tartoznak. Anyagukat a folyó különböző helyekről hozza és bizonyos távolságra szállítja, mielőtt lerakná. Ásványos összetételük ennél fogva igen változatos lehet.

A lejtők lábánál a colluviális és alluviális eredetű talajok gyakran elkeverednek.

Hilgard beosztása, éppúgy mint a többi geológiai osztályozás, inkább a talaj anyakőzetére vonatkozik, mint magára a talajra. Az egyes osztályokba nagyon eltérő és sajátosságú talajok kerülnek csak azért, mert az a kőzettörmelék, melynek további mállása útján keletkeztek, megmaradt a keletkezési helyén, vagy pedig bizonyos utat tett meg. A talaj sajátosságait azonban nem ez a körülmény szabja meg főleg, hanem azok az éghajlati tényezők, amelyek a

* A nyomtatott kiadásban itt egy félbehagyott mondat volt: „Az osztályozási elvet Fallou sem viszi keresztül szí-” (az elektronikus változat szerkesztője)

kőzettörmelék kémiai mállását irányítják. Ugyanabból a kőzetből eltérő klímák alatt nagyon eltérő sajátságú talajok keletkeznek, míg egyforma klíma alatt a legkülönbözőbb kőzetekből ugyanolyan talaj lesz.

Így például a gránitból a Schwarzwaldban podszol, Déloroszországban csernoszjom, a forró égöv alatt pedig laterit lesz. A Schwarzwaldban azonban nemcsak a gránitból lesz podszol, hanem az összes többi kőzetekből is, tekintet nélkül arra, hogy a törmelék a helyszínén mállik-e el, vagy előbb bizonyos utat tesz meg.

A talajok osztályozásának biztos alapját tehát nem az az anyag képezi, melyből a talaj keletkezett, hanem azok a tényezők, melyek ezt az anyagot talajjá alakítják át. Ezeken épül fel

a természetes osztályozás.

Dokucsajev osztályozása. Az első ilyen természetes osztályozási rendszer Dokucsajevtól származik 1879-ből. Ez az osztályozás fejlődésre képesnek bizonyult és Dokucsajev iskolát alapított vele.

Az orosz rendszerek alapját olyan talajtipusok képezik, melyeknek jól körülírható sajátságai az éghajlat hatására alakultak ki. A nagy orosz síkságon az éghajlati viszonyok nagy területeken egyformák és ezeket az egyforma éghajlatú területeket egyforma talajok borítják.

Ha európai Oroszországon végig utazunk az Északi-tengertől a Káspi-tengerig, a következő talajtipusokat figyelhetjük meg. Az északi vidékek világosszürke, erősen kilúgozott taljai után kevésbé kilúgozott szürke erdei talajok következnek. Ezeket délfelé a fekete földek váltják fel. A fekete földeken túl világosabb színű, gesztenyebarna talajok következnek, amelyeket még délebbre a sóstalajok váltanak fel.

Ezeknek a talajtipusoknak sajátságait tanulmányozva, ismerte fel Dokucsajev az éghajlat döntő szerepét a talaj kialakulására. Ezek a talajtipusok jól körülírható sajátságokkal bírnak, amelyeket az éghajlati tényezők hoznak létre és amelyek az anyakőzet sajátságaitól függetlenek. Így például a híres fekete földet, a csernoszjomot, bizonyos sajátságok jellemzik, úgymint a vastag feketeszinű humuszos feltalaj; melyet füves növényzet borít és amely alatt meszes altalaj következik, továbbá a kilúgozási és felhalmozódási folyamatok egyensúlya, amely a feltalaj és az altalaj összetételének egyformaságában nyilvánul. Ezek a sajátságok mindenütt kialakulnak, ahol az éghajlat tényezői közül a csapadék és a hőmérséklet bizonyos határok közt maradnak.

Dokucsajev látva azt, hogy az éghajlat a talajt a saját képére alakítja át, csak azokat a képződményeket volt hajlandó valódi talajoknak tekinteni, amelyeket az éghajlat már annyira átalakított, hogy bennük az éghajlat által létrehozott sajátságok uralkodnak az anyakőzet sajátságai felett. Ezeket normális talajoknak nevezi, míg a többieket anormálisoknak tekinti.

Dokucsajev első rendszere (1879), amelyben csak európai Oroszország talajaira volt tekintettel, a következő:

A) Normális talajok.

1. osztály. Szárazföldi növényzet hatására kialakult talajok:

- a) Az északi vidékek szürke taljai.*
- b) Fekete földek (csernoszjom).*
- c) Gesztenyebarna talajok.*
- d) Barna sóstalajok.*

2. osztály. A szárazföldi lápos talajok.

B) Anormális talajok.

3. osztály. Átiszapolt talajok.

4. » Lerakott talajok.

Dokucsajevvel egyidőben Hilgard az amerikai talajok vizsgálatánál figyelte meg az éghajlat döntő szerepét a talaj kialakulására.

Dokucsajev és tanítványai tovább fejlesztették ezt a rendszert, amelybe a később megismert talajtipusok könnyen beilleszthetők voltak.

Szibircev, amikor ezt a rendszert átdolgozta, azt a jelenséget vette alapul, hogy bizonyos talajtipusok a Föld felszínén összefüggő nagy öveket képeznek. Ilyenek például a csernoszjom, vagy a szürke erdei talajok stb. Ezeket *zonális* talajoknak nevezi. Vannak ismét olyan talajtipusok, melyek nem borítanak összefüggő nagy területeket, hanem egyes zónákon belül szigeteket alkotva fordulnak elő. Ilyenek bizonyos sóstalajok vagy a lápos talajok. Ezeket Szibircev *intrazonális* talajoknak hívja. A zonális és intrazonális talajok Dokucsajev normális talajainak felelnek meg. Az ártéri és egyéb talajokat, melyeket az éghajlat még nem alakított át a maga képére, Szibircev *azonális* talajoknak nevezi. Ilyenek minden zónában előfordulhatnak és idővel zonálisakká vagy intrazonálisakká alakulnak át az éghajlat hatására.

Szibircev osztályozása tehát a talajok előfordulási módján, vagyis földrajzi jellemvonáson alapszik.

Glinka osztályozása. Ezt a rendszert Glinka fejlesztette tovább, aki kifejti, hogy a zonalitás nem képezheti a talajosztályozás alapját. A talajzónák a valóságban nem megszakítás nélküli, zárt területek. Az övek sok helyütt szakadozottak, kiszélesednek, majd keskenyek lesznek, a szomszédos övek talajaival elkeverednek, sőt messze a szomszédos zónában szigeteket is képezhetnek. Megeshet tehát, hogy ugyanaz a talajtipus, amely egy helyütt zonálisán fordul elő, másutt intrazonális.

Ezért Glinka olyan talajosztályozást dolgozott ki, amelyben az a tényező képezi az osztályozás alapját, amely leginkább szabja meg a talaj kialakulását. Ez a tényező a *talaj átnedvesedése*.

A talaj átnedvesedésének foka nemcsak a csapadék mennyiségétől függ, hanem több körülmény összejátszásának eredménye. Szerepe van benne a hőmérsékletnek, a levegő nedvességének, a vidék térszínének, az anyakőzet sajátosságainak és a növénytakarónak. A hőmérséklet szabja meg a csapadék elpárolgását és mindazokat a jelenségeket, melyek a párolgással függnek össze, úgymint a nedvesség emelkedését a talajban, a sók kikristályosodását, lényegesen befolyásolja a mállás fokát, továbbá a szerves anyagok elbomlásának sebességét. A meleg égtájak alatt a hőmérséklet a talaj színét is befolyásolja. Az eurázsiai talajtipusok zonális elterjedését csak akkor tudjuk megmagyarázni, ha feltételezzük, hogy keletkezésüknél a csapadékon kívül a hőmérsékletnek is van szerepe, mert az egyes zónákon belül a csapadék mennyisége nem egyforma mindenütt. Minél inkább közeledünk Ázsia felé, annál kevesebb a csapadék ugyanabban a zónában, a talajzónák magasabbra húzódnak észak felé és alacsonyabb évi középhőmérsékletű tájakra kerülnek, ahol a párolgás is csekélyebb. Csak így történhet meg az, hogy ezeken a nagy területeken, melyeken a csapadék mennyisége elég nagy változásokat mutat, a talaj átnedvesedése mégis ugyanaz mindenütt, mert ahol nagyobb a csapadék, ott magasabb hőmérséklet következtében nagyobb a párolgás. Olyan területeken, melyek egyforma mennyiségű csapadékot kapnak, az eltérő hőmérséklet hatására különböző talajok jöhetnek létre.

Az éghajlatnak a talajok kialakulásában tehát igen fontos szerepe van. Az éghajlati tényezők munkája azonban nem mindig látszik meg egyformán a talajon. A talaj anyaközetének fizikai sajátságai, vagy kémiai összetétele befolyásolhatja annak a típusnak kialakulását, amelynek az adott külső tényezők hatására ki kellene alakulnia. Ez a körülmény Glinkát arra készítette, hogy külön csoportba sorolja azokat a talajokat, amelyeknek sajátságait a talajképződés folyamatának belső körülményei, vagyis az anyaközet tulajdonságai láthatóan befolyásolják. Ezeket a talajokat görögös néven *endodinamomorf* talajoknak nevezi (endon = belső, dinamis = erő, morfé = alak) az *ektodinamomorf* (ekton = külső) talajokkal szemben, amelyeknek sajátságait a külső talajképző erők túlsúlyra jutása hozta létre.

Az endodinamomorf talajok átmeneti képződmények, amelyek idővel, ha az éghajlati tényezők hatására a kőzet eredeti sajátságai elmosódnak, ektodinamomorf talajokká alakulnak át. Ez utóbbiak tulajdonképpen szintén átmeneti képződmények, amelyek átváltoznak, ha a talajképző külső tényezők, rendszerint az éghajlatiak, megváltoznak. Ha például a fekete földet, a csernoszjomot tartósan erdő borítja, akkor a talaj felső részének nedvességtartalma állandóan fokozódik és ennek következtében a fekete föld szürke erdei talajjává változik át. Ezt az átváltozást, amikor egy gazdagabb talaj szegényebb talajjává változik át, *degradációnak* hívjuk. Ennek a folyamatnak az ellenkezője is lehetséges. Magyarországon sok barna mező-ségi talaj van, melyek hajdani erdők talajából alakultak át gazdagabb talajokká az erdő letarolása után.

Az endodinamomorf talajok azonban a külső körülmények megváltozása nélkül is átalakulnak. Erre nézve Glinka két tanulságos esetet sorol fel. Az egyik a szürke erdei talajok övében előforduló fekete meszes talajokra, az úgynevezett rendzinákra vonatkozik. Ezeknek keletkezését és átváltozását a zonális szürke talajjává Glinka a következőképp magyarázza: «Képzeli el, hogy egy övben, melyben podszolos talajok uralkodnak, márgás kőzetek bukkannak a felszínre. Ez Lengyelország számos, részében látható. Ezek a márgák keletkeznek a humuszos meszes talajok, a rendzina talajok, melyek élesen elválnak a környező podszolos, löszből vagy morénaagyagból keletkezett vályogoktól. A rendzina képződés első fázisait a kőzet kémiai összetétele befolyásolja, amely a szerves anyag bomlását késlelteti és a humusz felhalmozódását elősegíti. Tudjuk azonban azt, hogy a humuszos anyagok nem hatolnak le nagy mélységig; ebben az esetben ez a mélység egészen jelentéktelen, mert a mész a humuszos anyagokat megköti. A márga mállása azonban nem ér véget a humuszos talaj képződésével, hanem a mélyebb részekben is végbemegy. A mélyebben fekvő márgarétegekre azonban már nem a humuszos oldatok hatnak, hanem a szénsavas víz. Amíg tehát a felszínen a márgából humuszos talaj alakul ki, addig a mélyebb részekben barnás vagy sárgás agyag keletkezik. Amint azonban a humuszos felszín szénsavas meszet már nem tartalmaz és alatta sárgás, meszet szintén nem tartalmazó agyagos réteg keletkezett, akkor a humusz további felhalmozódásának feltételei hiányozni fognak és a talajképződés további menetét az éghajlati tényezők befolyásolják. Az adott esetben ezek úgy kombinálódnak, hogy nem kedveznek nagyobb mennyiségű humusz, különösen oldhatatlan humusz felhalmozódásának. A rendzina talaj tehát lassan megváltozik, humusza elbomlik és mozgékonyabb vegyületekké alakul át, amíg végül a rendzinából podszolos talaj lesz.»

Glinka másik példája a csernoszjomra vonatkozik. «Képzeli el, - írja Glinka - hogy a csernoszjomszteppén gránit fordul elő. Amíg az uralkodó finom szemcséjű törmelékes kőzeteken csernoszjom keletkezik, addig a grániton, amely nehezebben mállik el, durva részekből álló váztalaj keletkezik, amelyen humuszos részt alig különböztethetünk meg. A humuszos anyagok nem hatolnak mélyre, elbomlásuk sokkal gyorsabb fokú, mint a finomabb szemű kőzettörmelékben. A humuszt adó növényzet is gyéresebb, a humusz elkeveredése a talaj ásványos részeivel tökéletlenebb, mert az anyaközet durvább szemcsékből áll. Ezt a jelenséget a talajképződés első fázisaiban észlelhetjük; amint azonban a felszíni talaj olyan finom

szemüvé vált, hogy a humusz elbomlása lassabban megy végbe, akkor a humusz elkeveredése az ásványos talaj alkotórészekkel mindig tökéletesebbé válik, humusz halmozódik fel és a környező csernoszjomoknak megfelelő humuszos feltalaj alakul ki. Ez alatt azután lassan kifejlődik az a barna vagy sárgás agyag, amely mindazon sajátságokkal bír, amelyek a csernoszjom mélyebb szintjeit jellemzik. Ez az agyag fokozatos átmenetet képez a még el nem változott gránithoz.»

Ezek a példák kellőképp bizonyítják azt, hogy az endodinamomorf talajok léte csak idő kérdése és hogy multhatatlanul átváltoznak ektodinamomorf talajokká.

Az ektodinamomorf talajokat Glinka azon nedvességmennyiség alapján, amely a talajképződés során a talaj felszíni rétegébe bejut, a következő hat osztályba sorolja:

1. osztály. Optimális átnedvesedésű talajok.
2. " Közepes átnedvesedésű talajok.
3. " Mérsékelt átnedvesedésű talajok.
4. " Nem elegendő átnedvesedésű talajok.
5. " Túlzott átnedvesedésű talajok.
6. " Időnként túlzott átnedvesedésű talajok.

Az első négy osztályba olyan talajok tartoznak, amelyek közvetlenül a légköri lecsapódásokból származó nedvesség hatására keletkeznek. Előfordulásuk gyakran zonális, nagy összefüggő öveget képeznek. Az utolsó két osztály talajai többnyire mélyebb fekvésű helyeket borítanak és nedvességüket nemcsak a légkörből kapják, hanem a föld alól is, a magasabban fekvő helyekről és gyakran a közvetlenül a felszín alatt levő talajvizből is. Előfordulásuk intrazonális.

Glinka talajosztályozását áttekinthetően a következő táblázatban foglalta össze:

I. rész. Ektodinamomorf-talajok.

1. osztály. *Optimális átnedvesedésű talajok.*
 - a) Lateritek.
 - b) vörös földek.
 - c) sárga földek.
2. osztály. *Közepes átnedvesedésű talajok.*
 - a) Podszolos talajok.
 - b) szürke erdei talajok.
 - c) degradált csernoszjomok.
3. osztály. *Mérsékelt átnedvesedésű talajok.*
 - a) Csernoszjomok.
4. osztály. *Nem elegendő átnedvesedésű talajok.*
 - A) csoport.
 - a) Gesztenyebarna talajok.
 - b) barna talajok.
 - c) szürke talajok.
 - d) vörös talajok.

B) csoport. A sivatagi kérgék.

a) A barna védőkéreg.

b) a mészkéreg.

c) a gipszkéreg.

5. osztály. *Túlzott átnedvesedésű talajok.*

A) csoport.

a) Láptalajok (tőzeg és iszaptalajok).

B) csoport.

a) A hegyi rétek taljai.

b) a száraz tundra és a hegycsúcsok tőzeges taljai.

6. osztály. *Időnként túlzott átnedvesedésű talajok.*

a) Szerkezettel bíró sóstalajok («szolonec»).

b) szerkezet nélküli sóstalajok («szoloncsak»).

c) szolonecszerű talajok.

d) szoloncsakszerű talajok.

II. rész. Endodinamomorf-talajok.

a) Rendzina.

b) különböző váztalajok.

Glinka osztályozását tehát a talajképződés típusaira fekteti. Ha valamely talajt ezen beosztás alapján kívánunk jellemezni, akkor mindenekelőtt tisztában kell lennünk azzal, hogy milyen típussal van dolgunk, például csernoszjonnal vagy podszollal, mert csak akkor lehet foglalkozni azokról a körülményekről, amelyek közt az illető talaj keletkezett.

Ezt tudva azután különválaszthatjuk azokat a jellemvonásokat, melyek csak másodsorban bírnak fontossággal a talajképződés menetében. A talaj kimerítő leírásához azonban ezeknek az ismerete is szükséges.

Így például, ha egy talajt jellemezni kívánunk, akkor először a típust kell megállapítanunk, p. o. csernoszjom. Azután pedig megmondhatjuk, hogy minő kőzetből keletkezett és milyen a mechanikai összetétele, például agyagos csernoszjom löszből vagy homokos csernoszjom gránitból.

A következő fejezetekben ezeknek a talajtípusoknak közelebbi leírásával foglalkozunk abban a sorrendben, amint azok Glinka táblázatában foglaltatnak, csak az osztályok elnevezését változtatjuk meg. Glinka elnevezései ugyanis viszonylagos és nem abszolút értékűek és ennél fogva csak ideiglenesek. Ő maga is csak addig kívánja megtartani őket, amíg meg nem találjuk módját annak, hogy lehet pontosan számértékekkel megjelölni a talaj átnedvesedésének fokát.

Addig, míg ez meg nem történik, mi az osztályokat az őket leginkább jellemző talajtípusról nevezzük el.

Beosztásunk tehát a következő:

1. osztály. Laterites talajok.
2. " Podszolos talajok.
3. " Csernoszjomok.
4. " Félsvatagi és sivatagi talajok.
5. " Láptalajok.
6. " Szikes talajok.

Glinka endodinamomorf talajaival nem foglalkozunk külön fejezetben, az ide tartozó hazai talajokról az utolsó, hazánk talajviszonyait összefoglalóan tárgyaló fejezetben emlékezünk meg.

XI. FEJEZET. Laterites talajok.

(Optimális átnedvesedésű talajok.)

A laterites talajok sok csapadék és magas hőmérséklet hatására keletkeznek. Ilyen körülmények közt a szerves anyagok legnagyobb része tökéletesen elég, azért ezek a talajok humuszban szegények. A mállás hatására keletkezett sókat a bő csapadék teljesen kilúgozza.

Kilúgozódik a mállásnál felszabaduló kovasav is; a vas és az aluminium hidrátjai ellenben felhalmozódnak.

Ebbe a csoportba tartoznak a lateritek, a nedves szubtrópusi tájak vörös és sárga földjei, továbbá a Földközi-tenger vidékének vörös földjei (terra rossa).

A laterit. A Föld felszínének nagy részét laterit borítja. Tillo számításai szerint Afrika területének 49%-át, Ázsia területének 16%-át és Dél-Amerikának 43%-át laterit takarja.

A laterit megismerésének története rendkívül érdekes. Első leírását Buchanan indiai geologus adta 1807-ben, aki azért adta neki ma is érvényes nevét, mert Indiában sok helyen téglákat vágnak belőle (tégla latinul = later), melyeket megszárítva építkezésre használnak fel. Buchanan a lateritet vulkános kőzetnek tekintette és mint geológiai alakulatot a kőszénkor képződményei közé sorolta. Buchanan véleménye alapján sokáig tartották a lateritet vulkános kőzetnek; iszapkitörés termékének is tekintették. Carter azon nézeten volt, hogy a lateritek vastartalma vastartalmú gázoktól, gőzöktől vagy vizektől származik, amelyek a vulkános kőzetet átitatták.

A múlt század közepén üledékes kőzetnek tekintették, egyesek szerint édes vízből rakódott le, mások szerint tengeri üledék. Képződésének idejét Foote a harmad- és a negyedkorszak közé tette.

1853-ban ismerték csak fel Kelaart, Clark és Joung indiai geologusok, hogy a laterit kristályos kőzetek vegyi elbomlása révén keletkezik. Ezután még sok idő múlt el, míg ezt a felfogást általánosan elfogadták és helyesen magyarázták.

A lateritképződés folyamatának felismeréséhez lényegesen járultak hozzá Bauer és van Bemmelen, akik kimutatták, hogy a lateritben szabad aluminiumhidrát (hidrargillit = $\text{Al}_2(\text{OH})_6$) van, amely aluminiumtartalmú ásványok, úgymint földpátok, amfibolok, augitok stb. lúgos oldatban való elbomlása által keletkezett.

Dacára annak, hogy Bauer és van Bemmelen kimutatták azt, hogy a laterit lúgos oldatban keletkezik, Du Bois és Holland azt vallották, hogy a laterit savanyú mállás hatására keletkezik. Du Bois szerint kénsav bontja el a kőzeteket lateritté, amely kénsav a kőzetekben levő pirit oxidációja révén keletkezett.

Holland elmélete szerint a kovasavat és aluminiumot tartalmazó ásványokat salétromsavképző baktériumok bontanák el, amelyek csak trópusi hőmérsékletek mellett léteznének. A holland feltételezte baktériumokat azonban sehol sem mutatták ki. Az elmélet téves, éppúgy mint a Du Bois-é, mert savanyú mállás hatására szabad aluminiumhidrát nem keletkezik.

Meigen magyarázata. Ezt Meigen német geologus mutatta ki, aki 1911-ben a laterit pontos leírását és keletkezésének helyes magyarázatát adta meg, a következőket írva róla:

«A lateritek a trópusokban előforduló, magas vasoxid tartalmuk miatt többnyire sötét vörösre festett mállási termékei igen különböző kőzeteknek. A vastartalom néha olyan magas, hogy sejtes vagy salakos barna vagy vörös vasérc kiválások (konkréciók) keletkeznek, melyek néha tekintélyes vastagságúak. A lateritesedés néha nagy mélységeig terjed, miután az elbomlott kőzetek áteresztőkké válnak és ezáltal a csapadékvizek mindig mélyebbre hatolnak le. A laterit lényegileg alumíniumhidrátokból, nevezetesen hidrargillitből áll, keverve vasoxiddal vagy barna vasércel. Keletkezése arra vezethető vissza, hogy a trópusok alatt a talajokban kevés a humuszos anyag és ennek következtében a víznek hidrolizáló hatása a kovasavas ásványokra tisztán érvényesülhet, míg mérsékelt éghajlat alatt a mállás első sorban szénsav közreműködésével megy végbe.»

Meigen felfogása szerint tehát laterit ott keletkezik a forró égőv alatt, ahol bőséges csapadék hat humusztól nem takart kőzetre. A víz ekkor az alumíniumot tartalmazó kovasavas ásványokat megbontja. Ezek az ásványok egyszerűbb összetételű vegyületekre bomlanak, úgymint alumíniumszilikátra, vashidrátra és alkálisilikátra. Az alumíniumszilikát és az alkálisilikát azután tovább hasadnak, egyrészt a fémek hidrátjaira, másrészt kovasavra. A keletkezett mállási termékek közül az alkáliák (K, Na) és alkalikus földiek (Ca, Mg) hidrátjai kilúgozódnak. A kolloid állapotú kovasav is kilúgozódik, mert a kolloid kovasavoldatok már kevés alkália jelenlétében is állandóak maradnak. A kolloid vashidrátot és alumíniumhidrátot azonban az alkáliák kicsapják. A kolloid állapotú vashidrát és alumíniumhidrát idővel kikristályosodhatnak. Így keletkezik a lateritekre jellemző kristályos alumíniumhidrát (hydrargillit $\text{Al}(\text{OH})_3$) és vashidrát ($\text{Fe}(\text{OH})_3$).

Ezt a folyamatot Luz a következő vázlatban tünteti fel:

Eredeti K, Na, Ca, Mg és Fe tartalmu kristályos alumíniumszilikát.			
I. fok. Kolloid alumíniumszilikát	kolloid vashidrát	Kolloid K, Na, Ca és Mg szilikát	
II. fok. Kolloid alumíniumhidrát	kolloid kovasav	K, Na, Ca és Mg hidrát	Kolloid kovasav
III. fok. Kristályos hidrargillit	kristályos limonit	kilúgozódik az I. fokon.	

A lateritképződés fokozatai. A lateritképződés fokozatosan megy végbe, ennek következtében a lateritek a lateritképződés különböző fázisaiban fordulhatnak elő. Lehetnek lateritek, melyeknek képződése még csak olyan kevéssé haladt elő, hogy az I. foknak megfelelő termékek uralkodnak bennük, a kolloid alumíniumszilikátok. Közbenső állapotban főleg amorf alumíniumhidrát, még előbbre haladott állapotban pedig főleg kristályos hidrargillit található bennük.

Ha a lateritet létrehozó éghajlati tényezők elég sokáig hatnak a mállási termékekre, akkor a laterit a III. fokozatba érkezik. Ekkor az eredetileg kristályos kőzetből más összetételű, de ugyancsak kristályos anyag keletkezett, amely már tovább nem változik. Ebben az állapotban a laterit megszűnt talaj lenni. A kőzetből érc lett, melyet vas- és alumíniumgyártásra használnak fel. A lateritesedés első fokán azonban, amíg a tápsók nem lúgozódtak ki és az alumíniumszilikát nem bomlott el teljesen, a lateriten növényi kultúra lehetséges. Ha azonban valamely oknál fogva a lateritesedő talajt növényzet borítja be, akkor a további lateritképződés megszűnik a humuszképződés miatt. A további mállás ekkor agyagos termékek keletkezésére vezet.

A laterit összetétele. A lateritet magas alumínium és vastartalom, alacsony kovasavtartalom és a bázisoknak úgyszólván teljes kilúgzása jellemzi. Különösen alacsony a kovasavtartalom akkor, ha a laterit olyan kőzetből keletkezett, mely kvarcot nem tartalmaz. Ha az eredeti kőzet kvarctartalmú, akkor ez a kvarc megmarad a lateritben, mert a kvarc nem mállik. Az ilyen lateritek aránylag sok kovasavat tartalmaznak.

A lateritek összetételének bemutatására álljon itt a következő Bauer elemezte két példa:

		LATERIT	
		Dioritból	Gránitból
Kovasav	SiO ₂	3.98%	52.1%
Aluminiumoxid	Al ₂ O ₃	49.9 "	29.5 "
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	20.1 "	4.6 "
Mész	CaO	-	nyom
Víz	H ₂ O	26.0%	14.4%

Az elemzések azt mutatják, hogy a laterit szabad aluminiumhidrátot és vashidrátot tartalmaz. A vashidrát a lateritnek színező alkotórésze, ez festi meg vörös vagy sárga színűre. Ha kevés a vas benne, akkor színe világos, sőt vannak fehér lateritek is. A bázisok a lateritekből kilúgozódtak.

A vörös agyagok. A lateritekkel rokonképződmények a trópusokat körülvevő tájaknak, a szubtrópusoknak vörös agyagjai. Nagyon el vannak terjedve Délamerika szubtrópusi vidékein, Közép-Braziliában, Uruguayban és Paraguayban, továbbá Madagaszkár szigetén, ahol a legkülönbözőbb kőzeteket takarják.

Ezeket a vörös agyagokat a lateritesedés első fokán megmaradt talajoknak tekinthetjük. A szubtrópusi tájaknak éghajlati viszonyai már nem olyan szélsőségesek, hogy a lateritesedés nagymértű lehessen.

Chemiai összetételük hasonlít a lateritekéhez, a nátron és a mész kilúgozódtak. Kilúgozódtak a kovasav egy része is, míg a vas- és aluminiumhidrátok felhalmozódtak. Az aluminiumszilikátok hidrolízis bomlása nem teljes, ennél fogva agyagos aluminiumszilikátokat is tartalmaznak, melyek a mállásnál felszabadult káli és magnézium egy részét megkötik.

Példaképp álljon néhány madagaszkári vörös és sárga talaj összetétele.

Madagaszkári vörös és sárga talajok összetétele.

		Vörös talajok		Sárga talajok	
Kovasav	SiO ₂	57.0%	51.7%	29.6%	52.1%
Aluminiumhidrát	Al ₂ O ₃	32.9 "	35.8 "	35.0 "	30.0 "
Vashidrát	Fe ₂ O ₃	9.2 "	11.3 "	34.3 "	16.9 "
Mész	CaO	0 "	0 "	0 "	0 "
Magnézium	MgO	0.7 "	1.7 "	0.9 "	0.7 "
Káli	K ₂ O	0.1 "	0.2 "	0.2 "	1.3 "
Nátron	Na ₂ O	nyom	nyom	nyom	nyom

A terra rossa. Az optimális átnedvesedésű talajok csoportjába kell sorolnunk a déleurópai vörös földeket is. Ezek «terra rossa» néven ismeretesek.

A Földközi-tenger és nagy öblének, az Adriai-tengernek partvidékein az évi csapadék sok helyen 1000 milliméternél is több, a csapadék legnagyobb része télen esik le, míg a nyár rendkívül száraz. Ilyen viszonyok közt sajátos növényzet alakul ki, erdők örökzöld levelű fákkal. Ezekben az erdőkben a lombhullás gyér, a lehullott levelek a magas hőmérséklet következtében gyorsan és tökéletesen elégnek. Humusz tehát nem halmozódik fel és a feltalaj színét a növényzet csak kevésbé befolyásolja. A málláskor felszabaduló bázisok nagy részét a bő csapadék kilúgozza, a kilúgzás azonban nem olyan nagyfokú, mint a lateritekben, azért, mert a csapadék kevesebb. Az aluminiumszilikátok elbomlása sem oly nagymértű, ennek következtében a talaj sok agyagos vegyületet tartalmaz, melyek bázisokat kötnek meg.

Ezt mutatja a következő terra rossa-elemzés, melyet Leiningen gróf említ fel. A megvizsgált föld Abbazia és Lovrana közt levő helyről való.

Kovasav	SiO ₂	47.8%
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	32.2 "
Aluminiumoxid	Al ₂ O ₃	3.1 "
Mangánoxid	Mn ₃ O ₄	1.3 "
Mész	CaO	0.68 "
Magnézia	MgO	1.37 "
Káli	K ₂ O	1.15 "
Nátron	Na ₂ O	1.56 "
Foszfor	P ₂ O ₅	0.23 "
Viz és szerves anyag		11.8 "

Kultursajátságai. A terra rossa általában véve nagyon agyagos, 70-80% agyagos részt tartalmazhat, a többi rész kőlisztből és finom homokból áll. A szemecskék finomsága következtében a vizet csak lassan eresztí át.

A kisebb esők vize ezért nem is hatol bele, elpárolog, mielőtt mélyebbre juthatna. Stache számításai szerint Pólában, ahol évente átlag 940 milliméter eső esik, a vörös földre lehullott esőnek 75%-a elpárolog és nem jut be a talajba. Miután ezen a vidéken hiányzik a téli hótakaró, amely a talajt átitathatná, nyáron pedig egy isztriai közmondás szerint «annyi eső sem esik, amennyi egy könnycseppnek elegendő volna», a terra rossán a növényzet a szárazságtól szenved. Hozzájárul ehhez még az is, hogy a terra rossa magas agyagtartalmánál fogva a viznek nagy részét oly makacsul köti meg, hogy azt a növény el nem veheti tőle.

Kiszáradáskor a terra rossa nagy mértékben összehúzódik, összeropaszódik és zsiros fényű rögökre oszlik. Az összehúzódás oly nagy lehet, hogy még vastagabb gyökereket is eltép.

Keletkezési idő. A terra rossa a Földközi-tenger partjain nagyon elterjedt talajnem. Azonban nem minden terra rossa jelenkori képződmény. Sok terra rossa a harmadkorban keletkezett. Vannak sokkal régebbi keletkezésű terra rossák is. Gyakran a geológiai középkor mészköveit terra rossa színezi, amelyet hajdani vízfolyások keverték a mésziszap közé. Ha most ez a vörös színű mészkő elmállik, az esővizben feloldódik, akkor ez a hajdani vörös föld felszabadul és a mészkő helyén lerakódik.

A terra rossához hasonló képződmény és szintén nem mai mállási termék, hanem valószínűleg harmadkori képződmény a Tokaj-Hegyalja nyiroktalaja is.

A nyirok. Szabó József, a budapesti egyetem néhai geológiai professzora, aki Magyarországon az agrogeológiai kutatásokat megindította, egy akadémiai értekezésében a nyiroknak kitűnő leírását adja a következőkben:

«Nyiroknak nevez a nép Tokaj-Hegyalján, éppen úgy mint a Mátrában egy kötött, képlékeny agyagtalajt, melynek rendesen veres a színe, s kitűnő fokban bír avval a tulajdonsággal, hogy a nedvességet megtartja. Ha kiszárad, oly kemény, hogy csak csákánynak enged, ha túl nedves, annyira ragadós, hogy az ásóhoz tapad; munkáltatni csak a nedvesség bizonyos mennyisége mellett engedi magát. A vizet nehezen veszi be, alig eresztí magán keresztül s kiszáradván kemény görönggyé lesz, melyet külhatás porrá nem változtat át. Nyirok a legjobb talajnem a Hegyalján, ez adja a legerősebb, legtartósabb és legzamatosabb bort. Ez egyézersmind a legelterjedtebb talaj. Ered a trachytokból és egyéb mint kőzetzárvány nem is jön elő benne.»

Az agrogeológiai térképezés kapcsán alkalmam volt több nyiroktalajt megvizsgálni és kimutathattam, hogy ez az érdekes talajnem a Tokaji hegyláncot alkotó vulkáni kőzetekből keletkezett egy elmúlt geológiai korban.

Ez kitűnik a talaj összetételéből. A táblázatban az első oszlop a nyirok összetételét adja, míg a második oszlop a nyirok agyagos részének összetételét tartalmazza. Ez adja meg a tulajdonképpeni mállási termék összetételét. A harmadik oszlop az iszapolásnál visszamaradt homok és kőliszt összetételét adja, amely mellé a negyedik oszlopba az anyakőzetnek, a riolittufának, összetételét állítottam.

		I	II	III	IV
		Nyirok (egész talaj)	Nyirok (agyagos rész)	Nyirok (homok és kőliszt)	Riolittufa (üde kőzet)
Kovasav	SiO ₂	63.9%	48.1%	74.9%	70.2%
Alumíniumoxid	Al ₂ O ₃	14.8 "	20.4 "	10.9 "	11.9 "
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	5.7 "	9.7 "	2.9 "	1.4 "
Magnézia	MgO	1.2 "	1.9 "	0.7 "	0.4 "
Mész	CaO	0.8 "	nyom	1.4 "	2.8 "
Nátron	Na ₂ O	1.0 "	0.3 "	1.5 "	1.4 "
Káli	K ₂ O	2.3 "	2.5 "	2.1 "	3.6 "
Foszfor	P ₂ O ₅	0.08%	0.10%	0.07%	0.03%

Az elemzési adatok tanúsága szerint a nyirok agyagos része, amely tehát a mállási terméket tartalmazza, az anyakőzethez hasonlítva kevesebb kovasavat, ellenben több alumíniumot és vasat tartalmaz. A bázisok közül a mész és a nátron kilúgozódtak, míg a kálit az agyagos mállási termék visszatartotta.

Ha a talaj el nem mállott részeinek, a homok- és kőlisztszemcséknek összetételét az anyakőzet összetételével hasonlítjuk össze, feltűnik, hogy a kettő összetétele egyezik. A nyirok el nem mállott része a riolit ásványaiból áll.

A nyirok összetétele ugyanolyan, mint a vörös földeké, ennél fogva hasonló körülmények közt kellett keletkeznie, vagyis aránylag bő csapadék és magas évi közép hőmérséklet mellett.

A Tokaj-Hegyalján ilyen viszonyok a geológiai harmadkor végén uralkodtak, talajunk is ekkor keletkezett. A jégkorszakban lösz rakódott rá és borítja ma is sok helyen. A lösz a denudáció sok helyütt ismét elszállította, míg a sokkal ellenállóbb nyirok megmaradt.

Ha azt kérdezzük, hogy ma milyen változásokon megy át a nyirok, erre a kérdésre a választ a Tokaj-Hegyalja éghajlati helyzete adja meg. A Tokaj-Hegyalja két éghajlati terület határán fekszik, melyeknek egyike mezőségi, másika erdei növényzet kialakulásának kedvez. Ennek megfelelően a nyirok egy helyütt elhumuszosodik, fekete nyirok keletkezik belőle, míg az erdő alatt kifakul, megsűrűkül, elpodszolosodik.

XII. FEJEZET.

A podszolos talajok.

(Közepes, átnedvesedésű talajok.)

Aránylag sok csapadékkal, de a csapadék egyenletesebb megoszlásával, továbbá alacsony évi középhőmérséklet mellett a talajban nagyobb humuszmennyiségek halmozódhatnak fel. A humusz azonban a bázisok kilúgzása következtében telítetlen, savanyú és a málláskor keletkező kolloid állapotú vashidrátra és alumíniumhidrátra védő hatást gyakorol, minél fogva a bázisokkal együtt ezek is kilúgozódnak. A talajt színező vasvegyületek kilúgzása következtében a talaj fakó színű, világosszürke vagy fehér. Az ilyen színű talajokat az orosz nép már rég idők óta podszolnak nevezi (talajok, melyek a hamuhoz hasonlítanak, oroszul a hamu = szola).

Ezek a szürke színű talajok Észak-Európa, Észak-Ázsia és Észak-Amerika erdős vidékein nagy kiterjedésű, megszakítatlan övet képeznek. Keletkezésük azonban nincs kizárólag az erdőhöz kötve, füves területek alatt is kialakulhatnak.

A podszol szelvénye. Ha podszoltalajban gödröt ásunk, a következő szelvényt látjuk:

A₁ szint. A talaj legfelső része rendszerint világosszürke, humuszos anyagok gyakran világosbarnára festik, néhány centiméter vastag.

A₂ szint. Világosabb szürke, néha fehér, porózus réteg, mely nedvesen tömött, majdnem fehér színű tömeg; szárazon még világosabb és finom lisztes porrá dörzsölhető szét; helyenként barna kiválásokat tartalmaz. Vastagsága néhány centimétertől több deciméterig változhat.

B szint. Homokos talajokon tömött, helyenként kemény, sötétbarna vagy fekete tömeg, amely többé-kevésbé összefüggő réteget képez. Vastagsága 10-120 centiméter közt lehet.

Agyagos talajokon tömött agyagos réteg, sok sötét kiválással. A réteg tarka, fehéres foltok váltakoznak vöröses és sárga csíkokkal. Vastagsága néhány decimétertől több méterig terjedhet.

C szint. Az anyakőzet. Rendszerint sárga homok vagy vöröses barna agyag.

A tipikus podszolszelvényt a világosszürke A₁ szint jól kifejlődött volta jellemzi. Ha ez a szint csak fehéres foltokból és erekből áll, a talajt podszolosnak hívják, míg ha az A₂ szint teljesen hiányzik, a talaj gyengén podszolos.

A szürke színű feltalaj alatt előforduló sötét réteget (B szint) német neve után ortsteinnak hívják (franciául alios). Az ortstein többé-kevésbé szilárd réteg, melyben az egyes szemcséket összekötő anyag humuszból vagy vasvegyületekből, vagy mindkettőből áll. Az ortstein lehet agyagos, földnemű, de van kőkemény is. Az ortstein nem szükségszerűen alakul ki, vannak ortstein nélküli podszolok is.

Az ortstein képződmények rendszerint olyan podszolokban keletkeznek, melyek mélyebben fekvő tereprészeket foglalnak el és ennél fogva annyira telítve vannak nedvességgel, hogy bennük időnként redukációs folyamatok mehetnek végbe.

A podszolok szürke feltalaját chemiailag a bázisok, a vas és alumíniumvegyületek kilúgzása, továbbá egy szürke színű humuszsavnak, a krénsavnak jelenléte jellemzi. A feltalaj *kilúgzásos* (eluviális) szintet képez. Ezzel szemben az ortsteinos szintet nagy fokú humusz és vass felhalmozódás jellemzi. Ez *felhalmozódásos* (illuviális) szint.

Ebbe a csoportba tartoznak a fenyér (Heide) talajok, a szürke erdei talajok, a barna erdei talajok, a degradált csernoszjomok, a Braunerde.

A fenyér talaja. A fenyér (Heide) az északi vidékek kilúgozott, szegény homokterületeinek jellemző növényzeti alakulata. Általában fátlan, nyílt terület, melynek fő növényei félcserjékből és alacsony cserjékből állnak, zárt, üde, gypsosnyeg hiányzik. Jellegzetes növényei Calluna, Erica, Vaccinium, Empetrum, Juniperus fajokból állnak.

Ezen igénytelen növényzet alatt a talajon vastag nyers humuszréteg halmozódik fel. A szerves anyagok lassú, békés elégetésének feltételei közül hiányzanak a tápsók, a humuszképződés főleg penészgombák hatására megy végbe, melyek a sejtek falának anyagát, a cellulózt csak kevésbé bontják el. A humuszképződésnek ezt a módját az elhalt növényi részek tözeges összetapadása jellemzi. A fenyér növények rendkívül finom gyökérszövedéke is hozzájárul a humuszréteg összetapadásához. Ez a nyers humuszréteg a talajt szőnyegképp borítja, nem keveredik el vele, mert hiányzanak az elkeverést végző állatok, a giliszták. A talajt elzárja a levegőtől; a rajta keresztülszivárgó vízben oldott oxigént elnyeli és így a talajba csak oxigénmentes víz kerül, aminek következtében a talajban redukációs folyamatok állnak be.

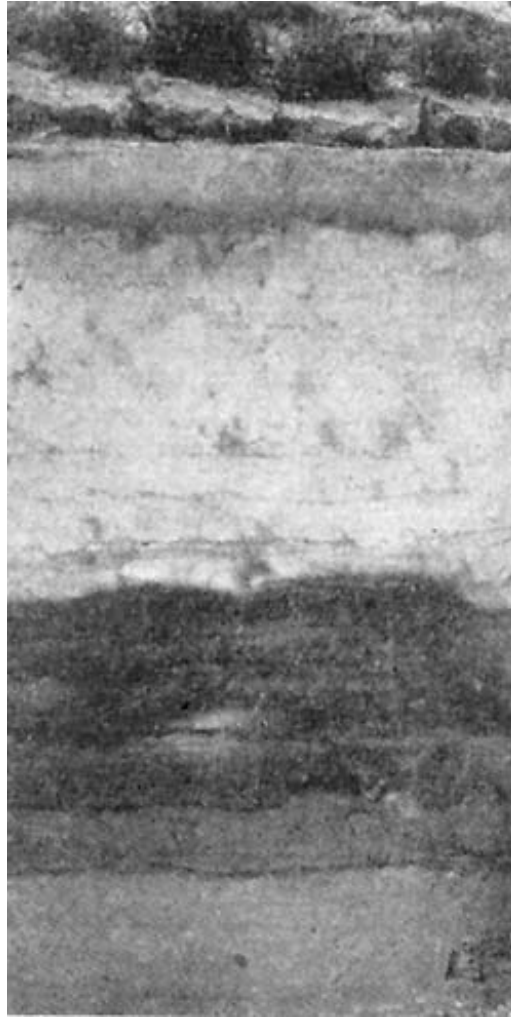
A talaj felső része a nagymérvű kilúgzás következtében világos színű. A kilúgzott feltalaj alatt kevésbé vagy egyáltalán el nem változott sárga homokot találunk, amely a fenyér talajának anyakőzete. A feltalaj és az anyakőzet közt gyakran többé-kevésbé összeálló homokköréteg, ortstein keletkezik. Az ortstein a felszín alatt néhány deciméterre található és követi a felszín hullámzásait. Az összekötő anyag, mely a szemeket összeragasztja, humuszból és vasvegyületekből áll. Rendszerint a humusz van túlsúlyban, ami Bradfer alábbi elemzéseiből látható.

	Felszíni réteg	Szürke homok	Barna homokkő	Sárga homok
	A ₁	A ₂	B	C
Szerves anyag	4.6%	1.31%	4.3%	- %
Vas és alumíniumoxid	0.19 "	0.08 "	0.81 "	0.73 "
Mész CaO	0.07 "	nyom	0.17 "	nyom
Káli K ₂ O	0.01 "	0.01 "	0.02 "	0.03 "
Foszfor P ₂ O ₅	0.006 "	0.006 "	0.08 "	0.009 "
Oldhatatlan	95 "	98 "	95 "	98 "

A felszíni réteg magas szerves anyag tartalmát a benne levő hangafügyökereknek köszönheti. Az alatta levő réteg rendkívül szegény, úgyszólván tiszta kvarchomokból áll, az oldható anyagok nagy fokú kilúgzása jellemzi. Ezek az oldható anyagok az alatta levő barna homokkörétegben halmozódtak fel.

Az ortstein képződése. Az ortstein keletkezésénél a talajviznek nagy szerepe van. Ezt Faye francia csillagász már 1837-ben kimutatta a franciaországi Gascogne vidéki fenyér (franciául Landes) tanulmányozásánál, ahol 14,000 négyzetkilométernyi területen fordul elő ortstein.

A landok homokja fehér, erősen kilúgozott kvarchomok, amelyben fekete mágnesvasérc szemecskéket láthatunk. Közvetlen oldhatót úgyszólván semmit sem tartalmaz, kivéve azt a kevés port, amelyet a szél időről-időre odahord. Valószínűleg ez a kis por teszi lehetővé a gyér növényzet megélhetését. A homok alatt kis mélységre vöröses barna színű sötét, eléggé tömött réteg következik, az *alios*, amely csak a csákánynak enged. Kiszáradva rendszerint szétesik, másutt azonban olyan kemény, hogy építőanyagul használható. Ugyanazokból a homokszemekből áll, mint a felső homokréteg, a homokszemeket kissé vasas humuszos kötőanyag ragasztja össze. Ezt a réteget barna, humuszos víz áztatja át; ha átütjük, közvetlen alatta bőven van tiszta víz.



*A fenyér talajának szelvénye. (LEININGEN után.)
 A_0 = nyers humusztakaró; A_1 = humuszos homok; A_2 = fakóhomok;
 B = orstein; C = világos sárga homok (anyakőzet)*

Hogyan keletkezett ez a homokkőréteg, amely csak a fenyőnővényzettel borított tulajdonképpeni Landes-ban található és teljesen hiányzik a mocsarak alatt és a homokdűnékben, még azokban is, amelyeket századok óta erdő borít és ezért a szél már régóta nem bolygatott meg.

Erre a kérdésre Faye fúrásai alapján a következő választ adja:

«Télen és tavasszal ez a majdnem vízszintes talaj állandóan telítve van esővízzel; az év száraz felében a Nap heve fokozatosan lepasztja a vizek szintjét 1-2 méter mélységig. A Landes növényzetének gyökerei a féléves hosszú elárasztás alatt bomlási termékeket hoznak létre, melyeket a süllyedő víz minden évben átlag egy méter mélységig visz le. A mély víz nyári stagnációja alatt a növényi korhadás termékeinek idejük van arra, hogy ebben a mélységben lerakódjanak és összeragasszák ennek a rétegnek homokszemecskéit. Ugyanekkor a szerves anyagok a vasoxidszemecskéket redukálják oldható vaskarbonáttá, melyet a vizek a talajvíz szintjéig visznek le. Itt ez a vegyület lassanként elveszti szénsavát, oxidálódik és lerakódik. Így képződik az alios humuszos-vasas kötőanyaga.

«Most már meg tudjuk magyarázni, hogy miért hiányzik az alios a mocsarakban, melyeket az egész évben borít víz és ahol ennek következtében a nyári 1-2 méter mély vízállás nem következik be. Miért hiányzik továbbá a partvidék erdei által évszázadok óta megkötött homokbuckákban; ezeket a buckákat sohasem telíti annyira a víz, mint télen a Landes homokjait és ennél fogva nincs is bennük olyan talajvíz, amely nyáron csak egy bizonyos

mélységig száll alá. Tisztán látjuk, hogy alios keletkezéséhez három körülmény összeállítására van szükség, úgymint 1. kell, hogy a talajt télen víz árassza el; 2. tavasztól kezdve a talajnak fokozatosan ki kell száradnia; 3. a bőséges esők létrehozta talajviznek, lefolyás hiányában, helyben kell süllyednie és legmélyebb állásának állandónak kell lennie minden évben. Ilyen körülmények közt jött létre a Landes sajátos növényzete; ne felejtjük el, hogy növényzet nélkül nincsen alios.»

«Ahol ezeknek a feltételeknek egyike is hiányzik, ott a vízhatlan réteg sincs meg. Az erdő fedte dűnékben például, bár a homokuk mindenütt nedves, kivéve a felszínen, az égből lehulló eső állandóan alászáll és nem áll meg egy adott szinten; állandóan vagy a tenger felé, vagy a benti mocsarak felé folyik. Ezért a dűnékben aliosnak nyoma sem látható.»

Ilyen ortsteines podszoltalajok Észak-Németország, Dánia, Hollandia, Belgium homokos síkságain találhatók nagy kiterjedésben.

A fenyér talajának megjavítása. Megjavításuk olyképp történik, hogy a sűrű Calluna-vegetációt felégetik, azután a területet felszántják, a nyers humuszt a talajjal elkeverik. Ilyképp szellőztetik a talajt és megkönnyítik a humuszt képző szervezetek munkáját. Az esetleges ortsteint altalajturókkal összetörik. Ezután a hiányzó tápanyagok pótlásáról gondoskodnak, a meszet és foszfort Thomas-salak, a kálit kainit alakjában pótolják. Az így megjavított talajba vagy erdei fenyőt ültetnek vagy mezőgazdasági művelés alá veszik.

A szürke erdei talajok. Az erdők alatt is kilúgozódik a feltalaj. Olyan erdőkben, melyeknek talaja elég tápanyagot tartalmaz a humuszt képző baktériumok megélhetéséhez, nem képződik nyers humusz. Itt a lehullott levelek nagyobb része oxidálódik el, csak kevés humusz marad vissza, melyet a talajban élő giliszták a talaj felső részével elkevernek. Ezért a talaj felső része laza, szemcsés szerkezetű, jól szellőző, a vizet is könnyen átocsátja.

A talajban levő sók mennyisége azonban nem elég ahhoz, hogy a keletkezett humuszt egészen telítse, a humusz ennél fogva gyengén savanyú, a nyers humuszhoz viszonyítva azonban szelid humusznak nevezhető.

Ha az erdő talaja elég vastag és altalajából a sók még nem lúgozódtak ki oly nagy mértékben, mint a feltalajból, akkor a feltalajból kilúgzott vas és alumínium-vegyületek az altalajjal érintkezve kicsapódnak és a talajnak ezt a részét rozsdaszínűre festik. Felhalmozódásos szint keletkezik, mely azonban sohasem olyan tömött, mint a fenyér ortsteinje. Ha a talajréteg vékony, a felhalmozódásos szint kialakulása elmarad.

Ha az erdő talajában a viszonyok a humusz gyors oxidációjára kedvezőtlenekké válnak, a talaj túlságosan kilúgozódik, vagy kiszárad, akkor az erdőben szintén keletkezik nyers humusz, mely a talajt a levegőtől elzárja és az erdő természetes felújulását megakadályozza. Ilyen helyeken az erdő kipusztul, helyét a fenyér foglalja el.

A fenyőerdő talaja. A szürke erdei talajokat a feltalaj kilúgzottsága jellemzi. Egyenlő körülmények közt legjobban lúgozódik ki a talaj a fenyőerdőben, mert az összes fák közül a fenyő párologtat el legkevesebb vizet. A fenyőfélék egy súlyrész száraz anyag létrehozására csak 30-70 súlyrész vizet igényelnek. A termelt száraz anyag mennyisége is kevés, tűik több évig maradnak meg az ágakon. A fenyőerdő talajára lehullott esőviznek legnagyobb része tehát a talajon áthatol és hozzájárul a talaj kilúgzásához.

A lehullott tűlevelek sok gyantát tartalmaznak és csak lassan alakulnak át humusszá, gyakran penészgombák összefüggő takaróvá ragasztják össze. Ez a levéltakaró a talajt elzárja a levegőtől és savanyú humusz keletkezésére vezethet.

A fenyőerdő humusza rendszerint világos színű.

Olyan helyeken, ahol az erdőben több a fény, a talajon sok moha is él, ezek sűrű összefüggő párnákat képezhetnek. A mohák humusza sötét színű, sok virágos növény, p. o. Oxalis, áfonyafajok, továbbá páfrányok is megélhetnek rajta.

A legerősebben kilúgzott erdei talajokat fenyőerdő alatt találjuk. Ilyen nagyon kilúgzott talajok borítják európai Oroszországnak mintegy két ötödét. Északon a tundra övéig, délfelé majdnem a csernoszjom zónáig találjuk meg őket. Ezek tipusos podszolok, jól kifejlődött podszol (A₂) szinttel.

Ezeket a podszolokat Szibircevszerint a következő profil jellemzi:

A₁ szint. A feltalaj világosszürke, gyakran barnás árnyalattal, 1-1.5 deciméter vastag. Nincs határozott szerkezete, tömörsége eltérő lehet, a talaj agyag, homok és humusztartalma szerint.

A₂ szint. Az alatta levő talajréteg sokkal világosabb színű, néha egész fehér, máskor halvány-sárga vagy kékes árnyalatú. Rendszerint porszerű, szárazon lisztes anyag, mely főleg kovasavból áll. Vastagsága néhány centimétertől 3-4 deciméterig terjedhet, sőt még nagyobb is lehet.

C szint. Altalaj vagy anyakőzet. Leggyakrabban vörösesbarna foltos agyag. De lehet homok is.

A podszolt gyakran ortsteinképződés is kíséri.

Mezőgazdasági értékük attól függ, mennyire fejlődött ki a podszol (A₂) szint. Ez a szint gyakran 70%-nál több finom kvarcos anyagot tartalmaz, sok nedvességet nyel el, azt sokáig megtartja. Nedvesen képlékeny és folyós anyag. Ha kiszárad, porrá esik szét vagy kérget képezve keményedik meg. Fizikai sajátságai nagyon kedvezőtlenek, ehhez még nagy tápanyagszegénység is járul.

Ilyen talajok Európában Oroszország északi részén kívül nagyobb területeken Németország északi részében, Dániában és a Skandináv államokban fordulnak elő. Nálunk Árva megyéből ismeretesek.

Megjavításuk a nagy mértékben hiányzó tápanyagok, a mész, a foszfor, a káli és a humusz pótlásával sikerül csupán.

A bükkerdőben a talaj sohasem lúgozódik ki annyira, mint a fenyőerdőben. A bükk igényesebb fa, sok vizet párologtat el. A lehullott lomb humuszát a giliszták a talaj felső részével elkeverik. Ilyképp jön létre a bükkerdők szürkésbarna humuszos feltalaja, amely alatt már nem találunk tipusos podszolszintet, a podszolos szint legfeljebb csak gyengén van kifejlődve.

Az északi vidékek bükkerdeiben helyenként savanyú humusz keletkezhet, amely alatt valódi podszol alakulhat ki. Ennek a feltételeiről már megemlékeztünk.

A tölgyerdőben hasonlóképp gyengén podszolos talajok alakulnak ki. A tölgy koronája ritkább, mint a bükké és nem ad olyan sűrű árnyékot. A tölgyerdőbe tehát több világosság jut, ami nagyobb mennyiségű aljnövényzet, bokrok és dudvák kifejlődését teszi lehetővé. Ezeknek humusza a tölgy humuszához keveredve a feltalajt sötétre festheti.

A középeurópai bükk, tölgy és vegyes lombos erdők talajai a podszolos és gyengén podszolos talajok bélyegét viselik magukon. A tápanyagok kilúgzása nem olyan nagy mérvű, mint a tipusos podszolokban, fizikai állapotuk is sokkal kedvezőbb. Mezőgazdasági értékük megítélésére a podszolos szint kifejlődése nyújt támpontokat. Ha ez nincs túlságosan kifejlődve, akkor a talajok, ha elegendő nedvességet kapnak és trágyázzuk őket, ha nem is nagyon bőséges, de biztos terméseket hoznak.

Az erdei talajok kémhatása többé-kevésbé savanyú. A nagyon savanyú talajokban, a podszolokban a nitrifikáció teljesen szünetel, a csak kissé savanyú talajokban ellenben némi nitrifikáció megy végbe, a nitrifikáló szervezetek a szükséges bázist a lehullott lomb humusszá való átalakulásakor felszabaduló bázisból nyerik. Ez azonban kevés és ezért a nitrifikáció is csak nagyon kismérvű. Ha a nitrifikációt élénkíteni akarjuk, a talajt meszeznünk kell. A szürke erdei talajok kémiai összetételének jellemzésére álljon itt egy a biharmegyei Tenkéről való podszolos talaj elemzési eredménye. Ez a talaj az Alföldet keletről szegélyező dombvidék talajainak típusául szolgálhat. Ősi növényzete a tölgy és a cser. Szelvénye podszolos, a feltalaj 15-20 centiméter vastag, szürke, porhanyós, alsó részében fehéres foltok és erek láthatók (A₂ szint). A feltalaj alatt 50-80 centiméter vastag szürkésbarna, sötét színű, erősen kötött réteg következik, melyet világosabb és sötétebb foltok tarkítanak. Ez felhalmozódásos szint (B szint). Az anyaközet világosszürke, szénsavas meszet nem tartalmazó agyag (C szint). A talaj összetétele a következő:

Szürke erdei talaj Tenkéről (Bihar megye).

		A ₁ 0-15 cm %	A ₂ 15-20 cm %	B ₁ 60-80 cm %	B ₂ 100-120 cm %	C 200-220 cm %
Kovasav	SiO ₂	3.32	4.62	4.76	4.61	6.51
Aluminiumoxid	Al ₂ O ₃	4.36	7.03	9.49	10.79	8.46
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	3.54	4.22	5.18	5.15	4.30
Magnézia	MgO	0.52	0.32	0.47	0.45	0.77
Mész	CaO	0.25	0.27	0.41	0.66	0.49
Nátron	Na ₂ O	0.14	0.28	0.52	0.32	0.18
Káli	K ₂ O	0.50	0.55	0.54	0.62	0.74
Kénsav	SO ₃	0.03	0.01	0.03	0.01	0.05
Foszfor	P ₂ O ₅	0.08	0.12	0.11	0.09	0.05
Mangánoxidul	MnO	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
Sósavban oldódott összesen		12.78	17.45	21.54	22.72	21.57
Kötött víz		1.65	2.68	4.46	4.45	4.49
Nedvesség		2.74	3.21	4.83	5.02	2.62
Humusz		2.08	0.86	1.03	-	-
Nem oldódott		80.75	75.80	68.14	67.81	71.32
		100	100	100	100	100

Az elemzés adataiból látható, hogy ez a talaj növényi tápanyagokban szegény, ha nincs is annyira kilúgozva, mint a típusos podszolok. Humusztartalma is alacsony. A feltalajból kilúgzott vas és aluminiumoxidok a feltalaj alatt felhalmozódtak és ennek a szintnek nagyobb tömötséget kölcsönöznek.

A barna erdei talajok.

(Degradált csernoszjomok.)

Ha az erdő valamilyen oknál fogva mezőségi talajon települ meg, megváltoztatja az eredeti talajt, mert az erdőben mások a levegő és a talaj nedvesség viszonyai. A nagyobb beárnyékolás következtében a párolgás kisebb, a talaj átnedvesedése ennél fogva nagyobb mérvű.

Ennek következtében a mezőségi talaj humusza elbomlik, a talaj világosabb színűvé válik; a sók kilúgzása is megindul. A talajban podszolos mállás kezdődik. Ha a kilúgzás annyira előrehaladt, hogy a feltalajból az összes szénsavas meszet kioldotta, akkor a humusz savanyú-

vá válik, a savanyú feltalajból a vas és alumíniumhidrát is kivándorolnak. Amint azonban ezek az alsóbb, még ki nem lúgozott réteghez érnek, az itt levő mészevegyületek ismét kicsapják őket. Ígyképp vörösesbarna agyagos réteg keletkezik, mely tekintélyes vastagságúvá is válhat. Vastagsága néhány decimétertől másfél méterig terjedhet.

A vörösesbarna agyagos réteg alatt meszes altalaj, rendszerint lösz, következik.

A feltalaj nem vastag, 15-20 centiméter. Az erdő letarolása után az esővíz elmoshatja és ilyen helyeken a barnaszínű vasas réteg képezi az új feltalajt. A lejtőkön az eső ezt a réteget is elmoshatja és ilyenkor az egykori meszes altalaj, a lösz kerül felszínre. Ilyen dombokon a talajviszonyok rendkívül változatosak, szürke, barna és sárgás foltok tarkítják a lejtőt és egymástól pár lépésnyi távolságra meszes és nem meszes talajokat találunk.

Magyarországon a degradált mezősegi talajok a gyengén podszolos talajok jellemvonásait mutatják; a mi éghajlatunk alatt a podszolosodás nem nagymérvű.

A tápanyagok kilúgzása nem olyan nagyfokú, mint a szürke erdei talajokban, ennek következtében termékenyebbek is. Meszeztést nem igényelnek, mert az anyakőzet mésztartalmú. Ha az erdőt letaroljuk, akkor a napsütötte talajon a nagyobb párolgás az altalajból felhossa a meszet, amelynek hatására a talajban megindul a nitrifikáció. A barna erdei talajok kitűnő szántóföldeknek adnak, melyekben csak a humusz és a foszfor pótlásáról kell gondoskodnunk.

Barna erdei talajaink kémiai összetételének megvilágítására álljon itt egy somogy megyei ősi bükkerdő talajának összetétele.

Barna erdei talaj Karádról (Somogy megye).

		A	B	C
		0-10 cm	40-50 cm	89-90 cm
		%	%	%
Kovasav	SiO ₂	3.41	4.90	4.66
Alumíniumoxid	Al ₂ O ₃	4.14	7.16	4.25
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	2.91	4.96	3.11
Magnézia	MgO	0.70	1.21	2.52
Mész	CaO	0.49	0.58	12.43
Nátron	Na ₂ O	0.30	0.29	0.34
Káli	K ₂ O	0.48	0.77	0.52
Szénsav	CO ₂	-	-	10.97
Kénsav	SO ₃	0.03	0.01	0.01
Foszfor	P ₂ O ₅	0.05	0.16	0.12
Mangánoxidul	MnO	0.11	0.09	0.06
Sósavban oldódott összesen		12.62	20.13	38.99
Kötött víz		1.70	3.65	2.64
Nedvesség		2.77	3.92	1.10
Humusz		1.64	0.11	-
Nem oldódott		81.27	72.19	57.27
		100.00	100.00	100.00

Ha a megművelt barna erdei talajba elegendő trágyát teszünk, humusztartalma lassan 2-3%-ra is emelhető. Ezek a világosbarna talajok a fiatalabb mezősegi talajokra emlékeztetnek és csak a feltalaj alatt levő tömöttebb réteg mutatja azt, hogy rajtuk hajdan erdő állt.

A Braunerde. A laza meszes kőzetekből dombos vidékeink éghajlata alatt mindig ilyen gyengén podszolos talajok alakulnak ki, akár füves növényzet, akár erdő borítsa őket. A különbség csak az, hogy az erdő alatt a podszolosodás gyorsabb, mert a beárnyékolt talajon kisebb az elpárolgás, a nedvesség a talajban lefelé halad és ennek következtében a kilúgzás gyorsabb mértékű, mint a napsütötte füves területeken, ahol az évnek egy részében a nedvesség a talajban felfelé is mozog és így csökkenti a kilúgzást. Amíg a feltalaj meszet tartalmaz, addig a keletkezett humusz telített, barna színű. A málláskor keletkező vas és alumíniumhidrátok sem lúgozódnak ki, hanem a felszabaduló kovással egyesülve kicsapódnak és agyagos vegyületeket képeznek. A humusz által barnára festett talajban tehát kilúgzásos és felhalmozódásos szintek nem alakulnak ki.

Ezeket a barna talajokat, amelyek Középeurópa dombos vidékein nagyon elterjedtek, Ramann *Braunerde*-nek nevezi és külön talajtípusnak tekinti. Ezek azonban, amint látjuk, tulajdonképp csak első fokát képezik a podszolos talajok kialakulásának és idővel, amint az előrehaladó kilúgzás a meszet a feltalajból kivitte, megkezdődik bennük a vas és alumíniumhidrát vándorlása is, ami végül külön kilúgzásos és felhalmozódásos rétegeket hoz létre.

Ez a folyamat erdő alatt gyorsabban megy végbe, mint a füves térségeken. Emberi beavatkozással, trágyák és műtrágyák hozzáadásával is lényegesen befolyásolható.

A Braunerde átmenet a podszolos talajok csoportjából a mérsékelt átnedvesedésű talajok csoportjába.

XIII. FEJEZET. A csernoszjomok.

(Mérsékelt átnedvesedésű talajok.)

Ennek az osztálynak talajai olyan éghajlat alatt keletkeznek, melyben a talajra hulló csapadék a mállásnál keletkezett sók kilúgzására nem elegendő. A talajban visszamaradó só telíti a humuszt. A telített humusz felhalmozódik és a talajt sötétszínűre festi. A mállásnál felszabaduló alumínium és vasvegyületek sem lúgozódnak ki, hanem kovással egyesülve agyagos vegyületeket képeznek. Így keletkezik az agyagos és humuszos fekete mezőségi föld, a híres orosz csernoszjom.

A csernoszjom. A tipikus csernoszjom aránylag száraz éghajlat alatt buja füves növényzet hatására keletkezett sötétszínű, humuszban gazdag, mélyrétegű talaj, amely fokozatosan megy át az altalajba.

A csernoszjomterületek *jellemző növényalakulata a mezőség (steppe).*

Mezőség alatt nyílt, fátlan vagy fában szegény, füvel és, más dudvakkal benőtt területet értünk. A növénytakaró zárt szőnyeget képez és szárazságot tűrő fajokból áll. A fűvek főleg több éves gyepfűvek, leveleik keskenyek, merevek, gyakran szúrósak, sokáig megmaradnak hervadt állapotban. Köztük egy éves fűvek is vannak. Tavasszal számos virág is diszlik a mezőségen, liliomfajták, nőszirom, Corydalis, Adonis vernalis stb.

A mezőséget az éghajlat hozza létre. A mezőségek éghajlata szárazföldi jellegű. Meleg és száraz nyár, hideg és hosszú tél jellemzi. A növényzetnek két nyugalmi időszaka van, az egyik a nyári szárazság, a másik a téli hideg miatt.

Tavasszal a mezőség üde zöld, nyáron a növényzet kiszárad, elfonnyad, ilyenkor a mezőségen a szürkés sárga színek uralkodnak. Az őszi nedvesség ismét hoz létre egy kis zöldet, ekkor főleg egy éves *Chenopodium* fajok diszlenek.

Az orosz mezőség évi csapadéka 370 és 540 milliméter közt van, átlag 450 milliméter.

Ennek a kevés csapadéknak is csak egy része jut be a talajba, mert a nagy síkságon akadálytalanul és hevesen végigsiető szelek a nedvesség elpárolgását rendkívül előmozdítják.

Olyan éghajlati viszonyok ezek, melyek közt csak szárazságot tűrő növényzet élhet meg.

Schimpernek, a növényföldrajz e jelesének véleménye szerint azok a fák, amelyek a hideg téllal bíró világtájakon erdőket alkotnak, normális növekedésükhöz legalább 50 centiméter évi esőt igényelnek. Kevesebb csapadék mellett az erdő növekedése nagyon gyönge. A meleg égvöl alatt vannak ugyan szárazságot tűrő erdők, melyek még kevesebb csapadék mellett is megnőnek, a sokkal magasabb hőmérséklet ellenére is; ilyen erdők azonban a hideg téllal bíró tájakon nem nőnek meg, mert ezek kifejezetten száraz nyarat és nedves telet igényelnek.

A fák növekedésére még kedvezőtlenebb tényezők a mezőségek éghajlatában a heves, száraz keleti szelek. Woeikoff szerint az orosz erdő- és mezőségi területek éghajlata közt az a nagy különbség van, hogy az erdőterületeken, éppúgy mint Középeurópában, a nyugati szelek uralkodnak, míg a mezőségi területen télen, továbbá ősszel és tavasszal főleg keleti szelek fújnak. A keleti szél száraz és olyan időben fúj, amikor a megfagyott talaj a növény nedvességvesztését nem pótolhatja. Ezek a száraz szelek pedig sokkal inkább ártanak a fákknak, mint az alacsonyabb növényeknek, ha olyan időben fújnak, amikor a talaj fagyott.

A mezőszégi területeken a levegő nyáron rendkívül száraz, ez a fák növekedésére szintén kedvezőtlen. A párolgás ilyenkor olyan nagymérvű lehet, hogy a fák a párolgásokozta víz-vesztéseket nem tudják pótolni, míg a füveket a nyári nagy szárazság már a tenyésztési időszak végével éri és ennek következtében nem árt nekik.

Az orosz mezőszeg éghajlata ennél fogva a füves növényzet kifejlődésének kedvez.

A csernoszjom humusza. A füvek a tápanyagban gazdag talajon tavasszal buján nőnek. Sok humuszt adnak, mert a humusz oxidációja a nyári nagy szárazság miatt lassan megy végbe. A humuszt a talaj sói telítik. Ezt a telített, sötétszínű humuszt a giliszták a talajjal elkeverik. A kisebb giliszták másfél méter mélységig hatolnak le a talajban, a nagyobbak azonban nyolc méter mélységig is lemennek. A gilisztajáratokba a füvek gyökerei behatolnak és itt könnyen jutnak el nagyobb mélységekig.

A gilisztáknak nagy szerepük van a csernoszjom szemcsés szerkezetének létrehozásában. A giliszták az elnyelt földet növényi maradványokkal keverve többé-kevésbé nagy golyócskák és hurkák alakjában választják ki. Ezek a talajban vagy megmaradnak egészben, vagy kisebb darabokra esnek szét és létrehozzák a csernoszjomok szemcsés-morzsás szerkezetét.

A humusznak a talajjal való elkeverésében nagy részük van még a talajban élő vájkáló állatoknak is. A mezőszeg talajában számos ürge, hörcsög, vakond, egér, nyúl stb. él, melyek állandóan keverik a talajt.

A csernoszjomban felhalmozódó humusz a talajt idővel feketére festi. Különösen feltűnő a csernoszjom fekete színe nedves állapotban. A feltalaj tiszta fekete színe az északibb vidékek csernoszjomában kissé szürke árnyalatú, a mezőszeg legszárazabb részében pedig szürkés barna, gesztenyeszínű árnyalattal bír.

A humuszos rész vastagsága nagy, 60-100 centiméter, de másfél méterig is terjedhet.

A humuszos rész felső szintje egyenletes feketeszínű, szűz állapotban többé-kevésbé szemcsés-morzsás szerkezetű (A_1). Bizonyos mélységben az anyakőzet színe kezd érvényesülni (A_2 szint). Az átmenet ebbe a szintbe fokozatos, nem lehet a kettő közt éles határvonalat húzni. Az átmenet az altalajba szintén fokozatos, a humuszos talaj nyelvek alakjában nyúlik be az altalajba. Az A_2 szint szerkezete többnyire durvább, mint a feltalajé, a mélység felé a csernoszjom szögletes darabokra esik szét, melyek lefelé nagyobbakká válnak. A mélység felé szerkezete oszlopos-rögös.

A csernoszjom morzsás szerkezete főleg az agyagosabb változatokon látható, az erősen homokos válfajokon hiányozhat. A szemcsék 2-4 milliméter átmérőjűek, többé-kevésbé legömbölyített alakúak vagy bordásak.

A művelés alatt levő csernoszjomokban helytelen művelés következtében a morzsás szerkezet porszerűvé válhat, ekkor a talaj termékenysége is csökken.

A csernoszjom altalaja általában véve többé-kevésbé porózus, merőleges hasadékok nagyobb darabokra osztják és rendszerint meszes.

Ezek az alaki sajátosságok kívül a csernoszjomot a mészsóknak, a szénsavas és kénsavas mésznek, a mélyebben fekvő részekben való felhalmozódása jellemzi.

A *mész kiválása* eleinte penészszállakra emlékeztető fehéres finom erecskék alakjában jelentkezik a repedések mentén, vagy pedig mint a pórusokat körülvevő fehér szegély. A mélyebb altalajban a szénsavas mész többé-kevésbé laza felhalmozódásokat alkot, melyek a szelvényen mint szürkés foltok mutatkoznak; továbbá szilárd, kisebb-nagyobb konkréciákat is képez, melyek belül gyakran üresek. Ilyen szilárd mészkiválások főleg üregekben keletkez-

nek, melyeket a csernoszjomban lakó állatok vájnak ki. Alakjuk sokszor a játékbabák alakjára emlékeztet, ezért löszbabáknak is hívják őket.

A legtöbb mészkiválást tartalmazó szint a humuszos rétegtől bizonyos távolságra található. Az oroszok bjeloglaszkának hívják (bjeloglaszka = fehér szemecskék). A szárazabb területeken a bjeloglaszkasztint alatt gipszkiválások is vannak.

A csernoszjomhoz tehát hozzátartozik az, hogy bizonyos mélységben szénsavas mész halmozódik fel. Gyakran már a feltalaj is tartalmaz annyi meszet, hogy savval leöntve pezseg; sokszor azonban a mész kiválása csak bizonyos mélységtől kezdve (40-60 cm) észlelhető. A mélység, ameddig a mész az altalajban megtalálható, a csernoszjom anyakőzetének jellegétől függ. Ha p. o. a csernoszjom anyakőzete eredetileg meszet nem tartalmaz, akkor egy bizonyos mélységben a szénsavas mész eltűnhet és a meszes altalajt meszet nem tartalmazó altalaj váltja fel.

A vakondlyukak. A csernoszjom jellemvonásai közé tartoznak a betemetett vakondlyukak (oroszul krotovinák) is. Ha a csernoszjomba leásunk, a gödör falán kerek, megnyúlt, vagy szabálytalan alakú foltokat látunk, melyek vájkáló állatok betemetett üregeit jelzik és feltűnőek akkor, ha a humuszos szintben altalajjal, az altalajban pedig humuszos anyaggal vannak kitöltve.

A csernoszjom összetétele. Chemiailag a csernoszjomot a nagy mélységig terjedő magas humusztartalom jellemzi. Ezzel összefüggően magas a csernoszjom nitrogéntartalma és rendszerint foszfortartalma is. Kilúgzás alig észlelhető, ennek megfelelőleg sok növényi tápanyagot tartalmaz. A málláskor felszabaduló vegyületek még oldhatóbb alakuvá történt változásuk után is megmaradnak a talajban, ennek következtében a csernoszjomok nemcsak gazdagok, hanem termékenyek is.

A kismérvű kilúgzás következtében a csernoszjom talaj szilikátos része egyforma összetételű az egész szelvényben. A vas és alumíniumvegyületek nem vándorolnak.

Ennek megvilágítására álljon itt egy tobolszki csernoszjom profiljának összetétele (Glinka után).

Tobolszki csernoszjom kémiai összetétele.

		A szint %		C szint %
Kovasav	SiO ₂	71.7		71.3
Alumíniumoxid	Al ₂ O ₃	15.2	20.5	14.8
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	5.3		5.6
Mész	CaO	1.7		2.1
Magnézia	MgO	2.0		2.8
Káli	K ₂ O	2.0		1.8
Nátron	Na ₂ O	1.8		2.2
Humusz		7.6		2.4

Feltűnő a feltalaj és az altalaj kémiai összetételének azonossága. Az altalaj csupán valamivel több bázist tartalmaz, mint a feltalaj. Eltérés főleg csak a humusztartalomban van.

A kémiai összetétellel megegyezően a szelvény mechanikai összetétele is egyforma, ennek a körülménynek a talaj vízvezető képességére van nagy hatása. Itt nincs olyan tömöttebb szerkezetű közbenső szint, mint az ortsteinos podszolokban, amely a víz mozgását befolyásolhatná.

A csernoszjom termékenysége. Kedvező kémiai és fizikai sajátságai következtében a csernoszjom eredeti termékenysége nagy. Kitűnő ismerőjük Kossovics a csernoszjomok kultursajátságait a következőképp jellemzi:

«Mezőgazdasági szempontból a csernoszjomokat röviden jellemezhetjük; ezek olyan talajok, melyek úgy kémiai, mint fizikai szempontból olyan sajátságokkal bírnak, amelyekkel a jó kultúrtalajnak birtania kell. A legtöbb esetben morzsás szerkezetűek, ami agyagos voltak ellenére aránylag jól szellőzhetővé teszi őket és alkalmassá arra, hogy a csapadékot befogadják. Egyben a csernoszjomok, humuszban és leiszapolható finom részekben való gazdagságuk következtében sok vizet képesek raktározni a felső rétegekben, anélkül, hogy ellaposodnának, ettől morzsás szerkezetük óvja meg őket; ez utóbbi egyszersmind a gyors kiszáradástól is megvédi őket, amennyiben a víznek a felszínre való emelkedését megnehezíti. Az összes megfigyelések szerint a csernoszjomok termékenysége hirtelen csökken, ha szerkezetüket túlságba vitt és helytelen megműveléssel elrontják.



A csernoszjom szelvénye. (KOSSOVICS után.)

Ami a növények tápanyaggal való ellátását illeti, ebben a tekintetben a csernoszjomok a leggazdagabbak közé sorolhatók. A csernoszjomok aránylag gazdagon vannak ellátva az összes tápanyagokkal és művelés alatt termékenységüket megőrzik nagyon hosszú ideig, néhány évszázadig is. Ez elsősorban jó fizikai sajátságaiktól függ, amelyek a mállási folyamatokat előnyösen befolyásolják, másodsor attól, hogy ezek a talajok főleg már eredetileg is gazdag

közetekből keletkeztek, harmadszor a talajok gyenge kilúgzásától. Ha azonban a csernoszjomok különösen nagy és sokáig tartó termékenységének okait kutatjuk, tekintetbe kell vennünk azt a körülményt is, hogy a csernoszjomokon, a sajátsterü éghajlatuk következtében, bőtermésű évek rossztermésű évekkel váltakoznak és az utóbbiakban a termés a talajokból csak nagyon kevés tápanyagot vesz ki. Természetes azonban az, hogy idővel a csernoszjomok is kezdenek kimerülni, először azok, melyek szegényebb anyaközetten és nedvesebb éghajlat alatt keletkeztek. A csernoszjomtalajok kimerülését az elért termések nagysága, a talajrészecskék elhordása és a lehulló por mennyisége befolyásolják. Az eddigi megfigyelések szerint az orosz csernoszjomok először foszforhiányt mutatnak, azután nitrogénhiányt, amely nehezen oldható humuszos anyagokban foglaltatva, mindig kevésbé mozgóvá válik.»

A csernoszjomokban a csekély kilúgzás következtében évezredek mállasztó munkájának eredménye van felhalmozva. Ez okozza azt, hogy a csernoszjom területeken a termés nagyságát nem annyira a talaj tápanyag gazdagsága, mint a csapadék mennyisége szabja meg. Ha nem jut elég víz a talajba, akkor ezeken a gazdag talajokon is csak gyenge aratás esik. A vízzel való helyes gazdálkodásnak, az öntözés és a «száraz gazdálkodás» (dry-farming) módszereinek alkalmazása itt életbe vágó fontosságúak.

A csernoszjom elterjedése igen nagy. Oroszországban és Szibériában összefüggő nagy zónát képez; Oroszországnak déli felét majdnem kizárólag csernoszjom borítja. Európában nagyobb területeken fordul elő még Galiciában, Romániában és Magyarországon, foltokban Németországban is található. Az Északamerikai Egyesült Államokat a Szikláshegység és a Mississippi medencéje közt vonuló széles csernoszjom-öv osztja ketté, egy nyugati száraz és egy keleti nedves éghajlatú részre. Dél-Amerikában, Argentínában a Parana folyó két partját kíséri széles csernoszjomöv.

Nagyobb területet borít a fekete föld még Indiában, ahol *regurnak* hívják. A regur képezi a híres indiai gyapottermőföldeket; hatalmas vastagság, mely egy-két méter közt váltakozik, de helyenként öt métert is érhet el, továbbá nagy humusztartalom (8-9%) jellemzik. Ezek a nagytermékenységű földek kimeríthetetleneknek látszanak, 2000 év óta üznek rajtuk mezőgazdaságot trágyázás nélkül.

A csernoszjom osztályozása. Ami a csernoszjom osztályozását illeti, az orosz kutatók a fekete réteg vastagsága és humusztartalma alapján négy típust különböztetnek meg. Ezek: 1. az északi csernoszjom; 2. a közönséges csernoszjom; 3. a kövér csernoszjom és 4. a déli csernoszjom.

A közönséges csernoszjomban a humuszos réteg vastagsága átlag 70 cm, a feltalaj humusztartalma 6-10%. A kövér csernoszjomban a humuszos réteg átlag egy méter vastag, humusztartalma 10-16%. A déli csernoszjomot a feltalaj szürkés árnyalata jellemzi, a fekete alaptónus azonban még felismerhető. Ezekben a csokoládészinű csernoszjomokban a feltalaj 60-70 cm vastag, humusztartalmuk 4-6%. A déli csernoszjomok átmenetet képeznek a felsívatagi öv gesztenyebarna talajaihoz, míg az északi csernoszjomokon a podszolképződés nyomai láthatóak. Ezeknek feltalaja szürkés árnyalatú, humusztartalma 4-6%.

A csernoszjom Magyarországon.

Magyarországon a csernoszjom nagy elterjedésű. Az oroszországi közönséges csernoszjommal azonosítható fekete mezőségi talaj borítja az *erdélyi Mezőséget*. Itt a humuszos horizont 60-70 cm vastag, fekete, alatta sárgásbarna foltokkal tarkított világosabb színű réteg következik, mely 110 cm mélységben sárga agyagos altalajba megy át. A feltalaj 5.5% humuszt tartalmaz, szerkezete rögös, a rögök könnyen esnek szét szögletes szemcsékre. Az altalaj szerkezete prizmásan rögös.

Chemiaiailag a feltalaj és altalaj egyforma összetétele jellemzi. Karbonátokat nem tartalmaz. Jó, de erősen agyagos természeténél fogva nehezen megművelhető talaj ez, mely a foszfor műtrágyát meghálálja.

Az erdélyi Mezőség talajai összetételének megvilágítására álljon itt egy kolozsmegyei talaj elemzése.

Fekete mezősegi talaj Pusztakamarásról (Kolozs megye).

		A	B	C
		0-20 cm	80-100 cm	120-140 cm
		%	%	%
Kovasav	SiO ₂	10.31	10.57	10.20
Aluminiumoxid	Al ₂ O ₃	8.64	9.38	8.71
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	5.19	5.39	5.39
Magnézia	MgO	0.96	1.17	1.46
Mész	CaO	0.73	0.75	0.61
Nátron	Na ₂ O	0.39	0.29	0.29
Káli	K ₂ O	1.14	1.17	1.03
Kénsav	SO ₃	0.04	0.04	0.01
Foszfor	P ₂ O ₅	0.07	0.07	0.07
Mangánoxidul	MnO	0.13	0.14	0.14
Sósavban oldódott összesen		27.60	28.97	27.91
Kötött víz		3.85	3.22	3.22
Nedvesség		4.41	5.63	3.56
Humusz		5.32	5.01	1.15
Sósavban nem oldódott		58	56	63.63
		100.00	99.07	99.54

A talaj elmállott részének összetétele tehát az egész szelvényben egyenlő, a talaj tápanyagtartalma, a foszfor kivételével, nagy.

Ha a sósavas kivonat összetételét a talaj teljes feltárása után nyert adatokkal összevetjük, azt látjuk, hogy nemcsak az elmállott rész összetétele azonos az egyes szintekben, hanem az egész talaj is az.

	A szint	C szint
	%	%
SiO ₂	71.5	72.0
Al ₂ O ₃	15.9	15.8
Fe ₂ O ₃	6.1	6.3
MgO	1.6	1.8
CaO	1.2	0.8
Na ₂ O	0.4	0.3
K ₂ O	2.5	2.2

Az egész szelvény egyenlő összetételéből azt következtethetjük, hogy ezen a talajon erdő sohasem volt, mert ha lett volna rajta, akkor az erdő alatt végbemenő mállás hatására az alumíniumnak, a vasnak és a bázisoknak a feltalajból ki kellett volna lúgozódniuk és a feltalajnak több kovasavat kellene tartalmaznia, mint az altalajnak. A kovasavtartalom azonban az egész szelvényben ugyanaz.

Pax botanikai vizsgálatai is megerősítik ezt a következtetést. Szerinte a harmadkor növényei a jégkorszakban beállott száraz éghajlat hatására elpusztultak; lösz rakódott le és ezen a löszön gazdag mezőségi növényzet telepedett meg, mely keletről vándorolt ide még a jégkorszak ideje alatt vagy közvetlen utána. Ez Pax vizsgálatainak az eredménye. A Mezőség talajának az összetétele pedig azt mutatja, hogy a lösz lerakódása óta a Mezőség mindig erdőtlen volt.

Talajunk tehát valódi mezőségi talaj, melyet az oroszországi közönséges csernoszjommal azonosíthatunk.

Az Alföld mezőségi jellegű talajai.

Az Alföldön a következő mezőségi talajtipusok vannak:

1. *Sötétbarna mezőségi talajt* találunk a Duna-Tisza közének, továbbá a tiszai Alföldnek löszterületein. Ez a déli csernoszjomhoz hasonlítható talajtypus. Színe sötétbarna, majdnem fekete, a humuszos horizont 5-6% humuszt tartalmaz, átlag 1 m vastag, alsó részében világosabb foltok tarkítják. Alatta gyengén humuszos, sárgás és szürkés csíkokkal tarkított lösz található. Már a humuszos horizont is tartalmaz meszet. A feltalaj szemcsés szerkezetű, az altalaj prizmásan rögzös.

Ezek a talajok Alföldünk legjobb talajai, mély rétegűek, kitűnő fizikai állapotuk és tápanyagbőségük következtében nagy terméseket adnak. Helyenként foszforpótlásra szorulnak.

Összetételük megvilágítására egy békésmegyei sötétbarna mezőségi talaj elemzésének eredményét adom.

Sötétbarna mezőségi talaj Csorvásról (Békés megye).

		A	B ₁	B ₂
		0-18 cm	50-80 cm	100-120 cm
		%	%	%
Kovasav	SiO ₂	5.93	5.86	5.35
Alumíniumoxid	Al ₂ O ₃	8.10	7.98	6.93
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	4.83	4.86	4.60
Magnézia	MgO	1.71	1.81	2.24
Mész	CaO	3.22	5.11	9.84
Nátron	Na ₂ O	0.13	0.15	0.15
Káli	K ₂ O	1.21	1.16	0.91
Szénsav	CO ₂	0.46	2.11	6.62
Kénsav	SO ₃	0.08	0.07	0.06
Foszfor	P ₂ O ₅	0.20	0.18	0.13
Mangánoxidul	MnO	0.09	0.08	0.08
Sósavban oldódott összesen		25.96	29.37	36.91
Kötött víz		4.47	4.30	4.08
Nedvesség		1.95	1.69	0.83
Humusz		5.96	5.42	2.50
Nem oldódott		61.46	59.22	55.68
		100.00	100.00	100.00

A talaj magas humusztartalmával tűnik ki, a feltalaj 5.96% humuszt tartalmaz, a humuszos réteg vastag, 120 centiméter mélységben még mindig 2.50% humusz van. Az egész szelvény meszes. A talaj káli és foszfortartalma is igen magas, magas ezenkívül nitrogéntartalma is, mely a feltalajban 0.32%, a B₁ rétegben 0.26 és a B₂-ben, 120 centiméter mélységben 0.12%.

Ezekben a talajokban sem találunk olyan kilúgzásos és felhalmozódásos szinteket, mint az erdei talajokban. Ezek régi mezőszégi talajok, melyek a lösz lehullása óta borítják.

2. *Világosabb színű mezőszégi földek* vannak az Alföld ártéri képződményein. Ezek fiatal talajok, melyeknek mezőszégi jellege sokszor még nem alakult ki teljesen. Alacsonyabb humusztartalom és vékonyabb humuszos horizont jellemzik őket. Színük világosbarna vagy szürke.

3. Mezőszégi földdé alakulnak át a jól lecsapolt *szurokföldek* is, ezek igen kötött, nehéz agyagtalajokat adnak.

4. *A Duna-Tisza közének* homokterületén a megkötött *homok* szintén mezőszégi jellegű talajjává alakul át. Az átalakulás lassú, a humusz felhalmozódása csekély fokú, 2-3%; a talaj laza marad, kifejezett szerkezet nélkül. Az Alföld homoktalajai közt ezek a mezőszégi jellegű homokok a legjobbak, számtalan átmenet köti őket össze a futóhomokkal. Mezőgazdasági értéküket a humusztartalom szabja meg.

5. Az Alföldön, továbbá az Alföldet szegélyező dombvidéken világosabb színű, 2-3% humuszt tartalmazó *világosbarna mezőszégi talajokat* is találunk, melyeket a feltalaj alatt levő tömöttebb réteg jellemez. Az altalaj rendszerint lösz. Gyakran az egész szelvény meszes. Ezek hajdani erdőtalajok, melyeket már régóta szántás alá vettek, mesterséges mezőszéget csináltak belőlük, aminek a mai éghajlati viszonyok is kedveznek. A művelés hatására a talajok humusza kissé megszaporodott, a nagyfokú párolgás következtében a mész a meszes altalajból felszívódott és az egész szelvényt elmeszesítette. Ezek a talajok a lösz lerakódása óta kétszeres változáson mentek keresztül, az eredeti mezőszégi talajt először az erdő degradálta, ekkor keletkezett az agyagos B horizont, majd az erdő kiirtása óta az erdőtalaj újból mezőszégi talajjává változott át.

Ezek kitűnő talajok, mérsékelt trágyázással jó és biztos terméseket adnak.

A csenoszjom-öv taljai gyakran szenvednek a szárazságtól. Magyarországon az utolsó száz év közül huszonkettőben volt rossz a termés a szárazság miatt. Ezért ebben a zónában a dry farming művelési módszerei, továbbá az öntözés nagy jelentőségűek.

XIV. FEJEZET.

A félsivatagok és sivatagok talajai.

(Elégtelen átnedvesedésű talajok.)

Az évi csapadék mennyiségének további csökkenésével a sók felhalmozódása a talajban még nagyobb fokú. Az alacsony csapadékmennyiség csak gyér növényzet kifejlődését teszi lehetővé, ennek következtében a talajokban kevés a humusz, a talaj világos színű.

Ide tartoznak a félsivatagok és a sivatagok talajai.

A félsivatagok talajai. Legjobban ismereteseek a száraz mezőségek talajai. Ezeken a nedvességhiány következtében a növényzet gyér és csak kevés humuszt hozhat létre. Oroszország félsivatagi talajaiban a humusz mennyisége dél felé haladva fokozatosan kevesebb. Míg az északibb talajokban a humuszos szint és az altalaj színe közt éles különbség van, addig a délibb változatokban ez ritkán észlelhető. A humuszos szintnek nincs határozott szerkezete, és ha van is, ez csak a legfelső részre szorítkozik. A talaj szelvényében mindig megtaláljuk a szénsavas meszet, melyet gyakran gipsz kísér. A mész és a gipsz kiválások mélysége a talaj felszínéhez közel van, rendszerint már a feltalaj is pezseg, ha savval leöntjük. A mállás termékei közül a feltalajból csak a legkönnyebben kilúgozható sók, a nátrium chloridja és szulfátja, lúgozódnak ki, azonban ezek sem jutnak mélyre. A többi bázis, valamint a vas és az alumínium hidrátjai nem vándorolnak.

Ennek a csoportnak talajai nagy elterjedésűek európai és ázsiai Oroszország félsivatagi mezőségein. Színük és humusztartalmuk alapján három alcsoportba oszthatók be, a gesztenyebarna, a barna és a szürke talajok csoportjába.

Ebbe a csoportba sorolandók még a szubtrópusi vidékek száraz mezőségeinek (Ausztrália, Délafrika) és a mérsékelt öv száraz, meleg tájainak (Spanyolország) vörös talajai.

A gesztenyebarna talajok. Oroszország szürke árnyalatú déli csernoszjomai már átmenetek a gesztenyebarna talajokhoz, amelyek a csernoszjom zónát délről övezik és helyenként, mélyebb tereprészekben nyelvyszerűen a csernoszjom közé is ékelődnek. A Volga vidékén nagyobb területeket borítanak, innen széles övben húzódnak kelet felé, ahol az Altainál csernoszjomba mennek át, magasabb fekvésük következtében. A Volgától nyugat felé keskenyebb övben húzódnak a doni kozákok földjén és a Krimen keresztül Beszarábia déli felébe. Glinka az Alföld bizonyos barna mezőségi talajait is ide sorolja a színbeli megegyezés alapján, amely meglepően nagy; ami barna mezőségi talajaink azonban tulajdonképpen csernoszjomok.

Gesztenyebarna talajok fordulnak elő még Szibéria egyes részeiben, Mandzsuriában, az óceánig azonban nem jutnak el. Az Északamerikai Egyesült Államokban is vannak gesztenyebarna talajok, itt a dry farmingos száraz nyugat legjobb talajait alkotják.

A gesztenyebarna talajok legfontosabb jellemvonása a feltalajnak az érett nemes gesztenye színéhez hasonló sötétbarna színe. Innen kapták nevüket is. Ez a sötétbarna szín határozott szürkés árnyalattal bír, amely a déli csernoszjomok színére emlékeztet.

A tipikus gesztenyebarna talaj szelvénye Glinka szerint a következő:

A₁ szint. A talaj legfelső része (5-7 cm) réteges; világosabb árnyalatú és aránylag laza. Alsó része tömöttebb, hiányzik benne a déli csernoszjomra annyira jellemző szemcsés szerkezet. Ha egy száraz rögöt szétütünk, az apró löporszerű részekre esik szét. Ez a szint az egész humuszos feltalajnak egy harmada.

A₂ szint. Világos színű, tömött, mint az A₁ alsó része, sem szemcsés, sem diós szerkezettel nem bír. A szineződés lefelé fokozatosan elhalványodik és foltok és nyelvek alakjában lép fel.

A humuszos réteg vastagsága 60 centimétert is elér, ha nem számítjuk az egyes humuszos nyelveket, melyek lejjebb is hatolnak.

A humuszos rétegben gyakran jól kifejlődött, függőleges, egymástól 5-8 centiméterre levő hasadékok vannak. Ezek a hasadékok a talajt prizmás rögökre osztják.

A talaj savtól az A₁ szint alsóbb részeiben, de gyakran már a felszínen is pezseg. Ez különösen akkor következik be, ha az anyakőzet sok szénsavas meszet tartalmaz. Az alsó humuszos szintben gipsz és tekintélyes szénsavas mészkiválások vannak foltok alakjában.

A gesztenyebarna talajok lehetnek homokosak vagy agyagosak. Általában véve inkább könnyebb talajnemek.

Chemaiilag a különböző szintek összetételének egyformasága jellemzi őket, a mállás termékei nem vándorolnak. Ezt mutatja a következő elemzés, mely egy szibériai (Jenisseiski kormányzóság) gesztenyebarna talajra vonatkozik (Stassievics elemzése):

Gesztenyebarna talaj összetétele (Jenisseiski kormányzóság).

		0-5.4 cm	A szint 5-12 cm	11-17 cm	C szint 57-63 cm
		%	%	%	%
Kovasav	SiO ₂	62.78	64.07	65.20	65.69
Alumíniumoxid	Al ₂ O ₃	15.01	15.41	15.46	15.63
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	5.09	6.15	5.60	6.42
Mész	CaO	2.45	2.72	2.97	3.42
Magnézia	MgO	2.14	1.40	1.98	1.22
Káli	K ₂ O	1.72	1.64	1.73	1.43
Nátron	Na ₂ O	2.18	2.12	2.32	2.13
Foszfor	P ₂ O ₅	0.15	0.13	0.14	0.14
Szénsav	CO ₂	-	-	1.13	0.63
Nedvesség	H ₂ O	2.89	2.49	1.80	1.77
Izzítási veszteség (humusz és kötött víz)		8.25	6.14	4.26	3.42
összesen		99.99	99.81	99.75	99.53

A gesztenyebarna talajok humusztartalma ritkán tesz ki 5%-ot, rendszerint 3-4.5% közt van. Sok növényi tápanyagot tartalmaznak és öntözve biztos terméseket hoznak.

A barna félsivatagi talajok. Ugyanezt mondhatjuk a barna félsivatagi talajokról. Ilyeneket irtak le Szibériából a Balchasch-tó vidékéről, továbbá a számarai kormányzóság egyes tájairól. Ezek világosbarna talajok, humusztartalmuk csak 1-2%, a humuszos réteg vastagsága 40-50 cm és már a felszínen is erősen meszes.

A szürke félsivatagi talajok. Ezek a Turkesztánból és Transzkaukáziából leirt félsivatagi talajok világosszürke színűek. Feltalajuk 1-2% humuszt tartalmaz és mindig meszes. Altalajuk lösz.

A szürke talajokban az átmenet a humuszos feltalaj és a humuszt nem tartalmazó altalaj közt nem éles, alig látható. 50-től 150 centiméterig terjedő mélységben mindig tartalmaznak nagyobb mennyiségű mészkiválást, amely alatt gipszes erek fordulnak elő.

A szürke félsivatagi talajok laza talajok, melyek öntözésre kiválóan alkalmasak. A régi civilizáció már hatalmas öntözőműveket létesített rajtuk, amelyek ezeknek a vidékeknek nagy jólétet biztosítottak. Az utódok azonban az öntözőműveket nem tartották fenn, a vezetékek romba dőltek és az egykori népes vidékek lakatlan pusztákká váltak. A modern civilizáció egyik feladata az, hogy ismét létesítsen itt öntözőműveket és ezáltal a kultúrának újabb teret nyisson meg.

A szürke félsivatagi talajokban a talaj minden pórusát, a rovarok járatait, a gyökök helyét vékony mészkéreg vonja be. Ez a meszes hártya már a sivatagok meszes kérgeire emlékeztet.

A vörös félsivatagi talajok. Ebbe a csoportba tartoznak végül a szubtrópusi régiók félsivatagjainak vörös talajai is. Ilyenek Kisázsziából, Perzsiából, Ausztráliából és Spanyolország déli részéből ismeretesek. Feltalajuk nagyon kevés humuszt tartalmaz, színe éppoly vörös, mint az altalajé. Feltalaj és altalaj egyaránt nagyon meszesek.

A sivatagi kérgek. Sivatagokat jellemző képződmények a kérgek, amelyek vékony hártya-ként borítják a sivatag köveit.

A sivatagban növényzet hiányában az organikus mállás szünetel. A mechanikai mállás nagyon élénk, hatására a kőzetek apró részekre esnek szét, melyek közül a finomabbakat a szél kifújja és csak a durvábbakat hagyja ott. A kémiai mállás a vízhiány miatt lassú, de azért nem szünetel teljesen. A sivatagban is esik néha eső, ha ritkán is. Évek mulhatnak el eső nélkül. Az egyszerre lehulló eső mennyisége azonban tekintélyes lehet. Ez beszivárog a megrepedezett kőzetbe és elbontja. A hidrolízis a magas hőmérséklet miatt nagymérvű. Ha a kőzetre rá süt a Nap, a sós oldatok a finom repedéseken és hajszálcsöveken át a felszínre jutnak és elpárolognak.

Walther szerint a Nap heve a sivatagban a kőzetet átítató nedvességet, a bányanedvességet is, felszívhatja nagy mélységekből. Ez is hoz magával oldott anyagot, amely a kőzet felszínére érve kiválik. A kikristályosodott sókat a szél elfújja, a kivált vas és mangánoxidok pedig a kőzetet barna kéreggel vonják be, melyet a homokfúvás fényesre csiszol. Ez a kéreg sokszor igen vékony, kemény és olyan erősen tapad a kőhöz, hogy nem lehet elválasztani tőle. Mászor tekintélyes vastagságú lehet. A nubiai homokköveket ujjnyi vastag, sötétbarna vagy fekete vaspáncél borítja, amely a napsütés hatására megrepedhet és leválhat a kőről.

A kéreg igen kemény, a homokfúvás nem koptatja el, legfeljebb csak fényesre csiszolja. Keménységével megvédi az alatta levő kőzetet a homokfúvás koptató munkája ellen, ezért Walther védőkérgetnek is hívja.

A világos és a sötétszínű kőzeteket egyformán borítja be a védő kéreg és ez adja meg a sivatag színének barna alaptónusát.

A sivatag szélén a talajt gyakran vastag mész- vagy gipszpáncél borítja, amely a talajvizből emelkedett fel a nagymérvű párolgás következtében.

A mészpáncél tekintélyes vastagságú lehet. Jeruzsálem környékén, ahol «nari»-nak hívják, két méter vastagságú is elér.

Sziriában, Algériában, Tuniszban és Marokkó belsejében a mészpáncél nagy területeket borít teljesen függetlenül a térszíntől és az anyakőzettől. 50-100 cm vastag és ott, ahol laza kőzet takar, a bennszülöttek könnyen jutnak lakáshoz, úgy, hogy a mészpáncél alól a földet kivájják.

Egyiptom csapadéokban szegényebb részeiben a mészkérget hasonló eredetű gipszkérgek váltják fel.

XV. FEJEZET.

A láptalajok.

(Túlzott átnedvesedésű talajok.)

Ha a talajt állandóan víz itatja át, a szerves anyagok lassan alakulnak át humusszá. A talajon vastag humuszos rétegek halmozódhatnak fel, melyekben sok a félig elkorhadtnövényi rész. A humuszos réteg alatt a talaj sötétszínű. A nedvesség állandó hatására a hidrolites mállás nagyfokú, a lehasadó bázisok kilúgozódhatnak. A vasvegyületek a humuszos víz hatására könnyen mozgó állapotban maradnak és kilúgozódhatnak.

A víz alatt redukációs folyamatok mehetnek végbe, amelyek vasszulfidok (pirit) és vaskarbonsók keletkezésére vezethetnek.

Ebbe a csoportba tartoznak a lápok, továbbá a tundrák és a hegycsúcsok tőzeges talajai.

A lápok talajai. Lápokokat olyan vidékeken találunk, melyeken a csapadék sem elfolyni, sem elpárologni nem tud és ennek következtében a talajt állandóan vízzel itatja át. Csapadékban dúsabb vidékeken ez gyakran látható mélyedeményekben, melyeknek természetes lefolyásuk nincs. Hidegebb vidékeken az alacsony hőmérséklettel együtt jár az, hogy a párolgás kismértékű, itt kevesebb víz is elegendő lehet ahhoz, hogy a talajt állandóan nedvesen tartsa. A száraz tájakon csak ritkán telítődik túl a talaj nedvességgel, ezért itt a lápképződmények ritkák.

Láptalajok nemcsak a felülről jövő víz hatására keletkezhetnek, hanem a felszínre emelkedő talajvíz hatására is, ha a talajvíz csekély mélységben van.

A talaj állandó átnedvesedése következtében a humuszképződés levegőhiány mellett megy végbe. A növényi maradványok oxidációja tökéletlen, nagyobb mennyiségben felhalmozódhatnak és tőzeges képződményeket alkotnak.

A láptalajokat két csoportba osztják, a tulajdonképpeni édesvízi lápok talajaira és a tengerparti félisósósvízű lápok talajaira.

Az édesvízi lápok talajai. Magyarországon az édesvízi lápok talajai fordulnak elő. Képződésük feltételeivel és a tőzegképződményekkel már foglalkoztunk a VI. fejezetben.

Itt kiegészítésképp emlékezzünk meg a tavi krétának nevezett képződményről és a szurokföldről.

A tavi kréta. A meszes vízű tavakban, mielőtt még a tőzegképző növények elhatalmasodhatnának bennük, algák és baktériumok élnek. Ezek a tó vizében oldott ketté-szénsavas mészből szénsavat vonnak el a táplálkozáshoz, a keletkezett szénsavas mész pedig kicsapódik és a tó iszapjához keveredik. Így mészben gazdag iszaplerakódások jönnek létre, melyek néha majdnem tiszta szénsavas mészből állnak.

Ha ezen a tavi krétán tőzegképző növények telepednek meg, ezeknek humusza a tavi krétával elkeveredik és azt feketére festi. Ezeket a fekete, nagyon meszes és humuszos képződményeket lápi márgának hívják.

A szurokföld. Az Alföldön hajdan óriási lefolyástalan területek voltak, melyeket állandóan víz töltött ki. Ebben a vízben buja mocsári növényzet fejlődött ki, melynek maradványai vastag tőzegrétegeket képeztek. A tőzegréteg alatt az iszapos tófenék képlékeny agyaggá mállott el. Ennek az agyagos rétegnek felső részét nagy mennyiségű humusz festi sötétre. Az alföldi mocsarak lecsapolása után a kiszáradt lápok tőzege gyors pusztulásnak indult,

különösen ott, ahol felszántották. Amikor a tőzeg elfogyott, a láp altalaja került a felszínre. Ezt a fekete, nagyon kötött agyagos talajt fekete réti agyagnak hívjuk.

Az Alföldön ennek a folyamatnak minden fázisát megtaláljuk. Az Ecsedi lápon még ma is vannak vizes lápos területek, a láp szélén pedig a tőzeg már művelés alatt áll. A békésmegyei Körös-Sárréten, amelyet már teljesen lecsapoltak, sok helyen a tőzeges föld néhány év alatt elfogyott és ma legfeljebb csak nyomai láthatók. A szabályozás előtti nagy lápterület helyén ma már csak az egykori lápfeneket, a réti agyagot találjuk.

A réti agyag száraz állapotban sötétszürke, kissé kékesbe játszó, nedvesen fekete; szerkezete szögletes szemcsés. Magas humusztartalom és a humuszos réteg nagy vastagsága jellemzi. A humuszos réteg 80-100 centiméter vastag, a feltalaj 8% humuszt is tartalmazhat. Alatta sárga agyag következik, mely legfelső részében meszet nem tartalmaz, a felszíntől mintegy két méternyire azonban meszes, sőt mészkonkréciók is vannak benne.

A réti agyag rendkívül agyagos, az egész talajnak 50%-át agyag képezheti, a másik 50% szintén finom részekből áll. Durva homokot nem tartalmaz. Nedvesen ragad mint a szurok, ezért *szurokföldnek* is hívják; szárazon kemény és nagy repedések járvák keresztül-kasul. Megművelése csak bizonyos, szűk határok közé foglalt nedvességtartalom mellett lehetséges.

A fiatal réti agyagok, amelyek sok humuszt tartalmaznak, rendkívül termékenyek. A nagy, 8% és azonfeletti humusztartalom az agyagos talaj fizikai sajátságait kedvezően befolyásolja, a feltalajt morzsás szerkezetűvé és ezáltal lazábbá teszi. A morzsás feltalaj a vizet könnyen befogadja, megművelhetési viszonyai is jobbak.

A magas humusztartalommal összefügg ezeknek a talajoknak nagy nitrogéntartalma, mely egy fél százalékot is tehet ki. Ez a magas nitrogéntartalom egy ideig rablógazdálkodást enged meg.

A hosszabb idő óta művelés alatt álló réti agyagokban a humusz és a nitrogén mennyisége erősen megcsappan. Elvesztik nagy termékenységüket. A humusz fogyása miatt színük világosabbá válik, megbarnulnak és fizikai sajátságaik megromlanak. Ilyenkor erős trágyázással és meszezéssel javíthatjuk meg őket.

A réti agyagok nagy vastagságuknál fogva igen sok vizet képesek raktározni, úgyhogy száraz években is biztos terméseket hoznak, ha kellő műveléssel gondoskodunk a nedvesség megőrzéséről. Nedvesebb években azonban könnyen annyira átitatódnak vízzel, hogy megművelésük lehetetlenné válik. Ennek elejét vehetjük a talaj alagsóvezésével.

A réti agyag összetételének megvilágítására álljon itt egy békésmegyei fiatal réti agyag elemzése, mely csak pár év óta volt művelés alatt. A feltalaj nitrogéntartalma 0.45%.

Fekete réti agyag Békésről (Békés vármegye).

		0-20 cm	50-70 cm	100-120 cm
		%	%	%
Kovasav	SiO ₂	4.23	4.48	4.91
Alumíniumoxid	Al ₂ O ₃	13.50	13.82	12.80
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	5.44	6.16	6.98
Magnézia	MgO	1.01	1.11	1.74
Mész	CaO	1.45	1.47	1.17
Nátron	Na ₂ O	0.13	0.48	0.70
Káli	K ₂ O	0.86	1.62	2.01
Kénsav	SO ₃	0.03	0.03	0.05
Foszfor	P ₂ O ₅	0.13	0.16	0.21
Mangánoxidul	MnO	0.01	0.03	0.09

Sósavban oldódott összesen	26.76	29.36	30.66
Kötött víz	6.56	6.66	6.47
Nedvesség	3.85	4.08	3.18
Humusz	7.86	2.67	0.89
Sósavban nem oldódott	54.94	57.23	58.80
	100.00	100.00	100.00

Az elemzés értékein végigtekintve, feltűnik a réti agyag humuszos és nem humuszos részeinek egyforma összetétele. A sósavban oldható részek mennyisége nagy, bennük az alumínium dominál, míg a bázisok erősen megfogytak. Ilyen összetételű mállási termék nagyfokú hidrolízis hatására keletkezik.

Az Alföld éghajlata alatt a réti agyagok mezőszéki földdé, csernoszjommá alakulnak át, ha lecsapolásuk tökéletes. Ha ellenben a lecsapolás nem sikerült teljesen, akkor elszikesednek.

A tengeri eredetű láptalajok. Az Északi- és Keleti tenger lapos partjain sok lápképződmény van, melyeknek keletkezésében a tenger vize is közreműködött. A tenger nyáron szerves anyagban gazdag iszapot rak le, míg télen főleg ásványos iszap rakodik le. Ezt a sósiszapot idővel sótűrő növények lepik el, később vagy természetes úton, vagy emberi közreműködéssel a sótartalom kilúgozódik. Ettől kezdve további átalakulásuk úgy megy végbe, mint a közönséges láptalajoké.

Ilyen, a tengertől meghódított láptalajok Hollandiában vannak nagyobb kiterjedésben. Itt *poldernek* hívják őket (= elgátolt föld). A poldereknek nagy szerepük van Hollandia mezőgazdaságában, sok helyütt szántóföldül szolgálnak, legtöbbször azonban állattenyésztésre vannak berendezve. A hollandusok nagy tökéletességre vitték azt a mesterséget, hogyan lehet a termőföldet a tengertől elhódítani, így a 18,000 hektárnyi haarlemi tónak termőfölddé való átalakítására alig négy évre volt szükségük.

A tundrák talajai. Európa és Ázsia északi részében az erdők öve felett, ott, ahol a talajt még nem borítja állandóan jég, a tundráknak nevezett növényformáció él. A tundra növényeit törpe növekedés, a mohák és a zúzmók túltengése és a talaj tökéletlen betakarása jellemzi.

A tundrán a tél rendkívül hosszú, augusztustól áprilisig tart. A levegő hőmérséklete még nyáron is alacsony. A talaj már kis mélységben az egész éven át meg van fagyva. A csapadék a tenyésztési időszak alatt kevés ugyan, de gyakori. Az alacsony hőmérséklet következtében a párolgás csekély, a talaj állandóan ázott.

A lapos mélyedésekben, ahol a hó lemegy, tundralápok uralkodnak, melyekben sekély tőzegen vékony Sphagnum-réteg él.

A szárazabb, szélétől védettebb helyeken, ahol a napsütés következtében a talaj felmelegedhet, a mohák és zúzmók közt rövid életű, de sok szép virágból álló növényzet is diszlik. Ilyen helyről való talajszelvényt ír le Szukacsev.

A feltalaj szürkésbarna, kevésbé elbomlott növényi maradványokat tartalmaz, 3 cm vastag; alatta 2-3 cm vastag sárgásszürke, helyenként okkeres laza réteg van.

Ez alatt 8-10 cm vastag szürkés-kék, egynemű, nagyon szivós anyagból álló szint következik, mely könnyen válik folyóssá. Ennek a rétegnek határa úgy felfelé, mint lefelé éles. Alatta sűrű, barnásszürke, nem folyós agyagos réteg van, amely 80 centiméter mélységben már fagyva volt.

A szürkés-kék réteg redukációs folyamatok hatására keletkezett, nedvesebb helyeken vastagabb, szárazabb helyeken vékonyabb. Homokos helyeken hiányzik.

Ahol ez a kékesszürke réteg hiányzik, ott Glinka véleménye szerint a tundra talajai a podszolos típusú talajokhoz válnak hasonlókká.

A fagy a tundrában sajátos felszíni alakulatokat hozhat létre. Ha a feltalaj megfagy és az alsó állandóan fagyott réteg közel van a felszínhez, akkor a közbenső félig folyós kékesszürke talajréteg, a rá nehezedő jégrétegtől összenyomva, egyes helyeken a jeget áttöri és a felszínre ömlik. Így keletkezik a foltos tundra. Máskor a nyomás nem töri át a jeget, hanem csak feltolja, domború alakulatok keletkeznek, ez a dombos tundra.

A hegytetők talajai. Két csoportba oszthatók, úgymint tőzeges talajokra és a hegyi rétek talajaira. A tőzeg és talajok felső része majdnem kizárólag összefonódott fűgyökerekből áll, feketésbarna színű. A talaj finom része is főleg szerves anyagból áll. Alatta barnás színű, laza tőzeg következik, mely a sziklán fekszik.

A hegyi rétek talajai erősen humuszosak, néha feketék, színre és szerkezetre a csernoszjomra emlékeztetők. A humuszos szint alatt levő agyag azonban mésznek nyomát sem tartalmazza.

XVI. FEJEZET. A szikes talajok.

(Időnként túlzott átnedvesedésű talajok.)

Ha a csernoszjom vagy a félsivatagi zónában akár a feltalaj, akár az altalaj időnként el van árasztva és a víznek lefolyása nincs, akkor a víz elpárolgásakor a vízben oldott sók a talajban visszamaradnak és idővel felhalmozódnak. Sós, vagy más néven szikes talajok keletkeznek, melyeket a könnyen oldható sók felhalmozódása jellemez; a sók gyakran kivirágzanak a felszínen és azt kéreggel borítják be. A sók főleg nátriumvegyületek, konyhasó (NaCl), glaubersó (Na_2SO_4), nátriumhidrokarbonát (NaHCO_3) és szóda (Na_2CO_3).

A sók a talaj ásványainak hidrolitos mállása révén keletkeznek, de csak olyan területeken halmozódnak fel, ahol a csapadék kevés és a párolgás nagy. Ilyen területek zonális talajai a csernoszjom és a félsivatagi talajtipusok, ezeken belül a hiányos vízelvezetés sós talajokat hoz létre.

Előfordulásuk. Szikes talajok fordulnak elő nagyobb kiterjedésben Európában Oroszország déli részében, Romániában és Magyarországon. Észak-Amerikában a Szikláshegység és Kalifornia félsivatagi zónáiban, továbbá Mexikóban. Dél-Amerikában Brazília «campos»-ain, Argentina «pampas»-ain, Peruban és Chileben. Ázsiában az Arábiai-tengertől és az Indusig a Gangesig képeznek majdnem összefüggő övet. Nagy területeken fordulnak elő még Chinában, Bokharában, Mandzsúria félsivatagjain és Türkisztánban.

Afrikában Egyiptom nevezetes sótalajairól.

Ezek a sótalajok legtöbbszörre a tengertől messze keletkeztek, a só felhalmozódása éghajlati okokon múlik.

Meg kell különböztetnünk a tengerpartok sós talajait, melyek sótartalmukat a tenger vizéből kapják, mely időnként elönti őket, vagy amely régebben párolgott el a mélyedésekből. Ezekben a talajokban a sók tengeri sók, főleg konyhasó, melyet magnéziumsók kísérnek. Konyhasós talajok sóbányák közelében is vannak.

Szerkezetük. Az orosz kutatók szerkezettel bíró és szerkezet nélküli sós talajokat különböztetnek meg.

A szerkezettel bíró sós talajok (oroszul szolonec) szelvényében megkülönböztethető a világos színű, lazább szerkezetű feltalaj (A szint), mely alatt egy sötétebb színű, nagyon tömött réteg következik (B szint).

Az A szint különböző szerkezetű; lehet réteges vagy szemcsés, vagy szerkezet nélküli. Felső része rendszerint sötétebb, mint az alsó. Vastagsága néhány millimétertől több centiméterig terjedhet.

A B szint oszlopos vagy rögös szerkezetű, repedések szabályos oszlopokra vagy szabálytalan rögökre osztják. Ha ez a szerkezet gyengén alakult ki, de azért észrevehető, akkor a talajt szolonec-szerű talajnak hívják.

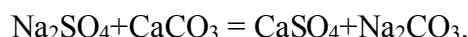
A szerkezettel bíró sós talajok általános színárnyalata ama talajzóna színének felel meg, melyben fekszenek.

A feltalaj rendszerint savakkal nem pezseg és szódát sem tartalmaz.

A szerkezet nélküli sós talajokban (oroszul szoloncsak) a humuszos szint egyenletes kialakulása, oldható sókban és rendszerint mészből is gazdag. Aszerint, hogy melyik só van túlsúlyban, chloridos, szulfátos vagy szódás szoloncsáknak hívják őket.

A talaj sói. A szikes talajok sói főleg nátriumsók. A talajra való hatásukat és növényélettani szerepüket illetően a konyhasó, a glaubersó és a szódabikarbonát másképp viselkednek mint a közönséges szóda. Az előbbieket a hidrolites mállás rendes termékei, míg a szóda másodlagos képződmény.

A szóda keletkezési módja. Szóda többféleképpen keletkezhet a talajban. Hilgard szerint a nátriumsulfát és kalciumkarbonát cserebomlásából keletkezik a következő vegyi folyamat szerint:



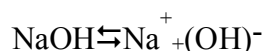
Szóda úgy is keletkezhet, hogy a talajt időnként elborító vízben levő szódabikarbonát a víz beszáradásakor szénsavat veszít és szódává alakul át.



A nátriumchlorid, szulfát és bikarbonát a talajban könnyen mozognak, a felszálló kapilláris vízzel az altalajból a felszínre jutnak, míg a szóda a talajban rendkívül nehezen mozog. A szóda a humuszos vegyületeket nagy mértékben oldja. Kémhatása erősen lúgos, vízben oldva hidrolitesen elbomlik nátriumhidrokarbonátra és nátronlúgra a következő vegyfolyamat értelmében:



A nátronlúgos vizes oldatban szétesik alkotórészeire, a pozitív töltésű nátriumionra és a negatív töltésű hidroxilionra.



A hidroxilionokat a talaj kolloidjai erősen megkötik, az ion negatív töltését felveszik, ennek következtében koagulált állapotuk megszűnik, diszpergálódnak, kolloid sajátosságai fokozódnak. A szódás talaj vizet át nem eresztővé, nedvesen szétfolyóvá, szárazon kőkeménnyé válik.

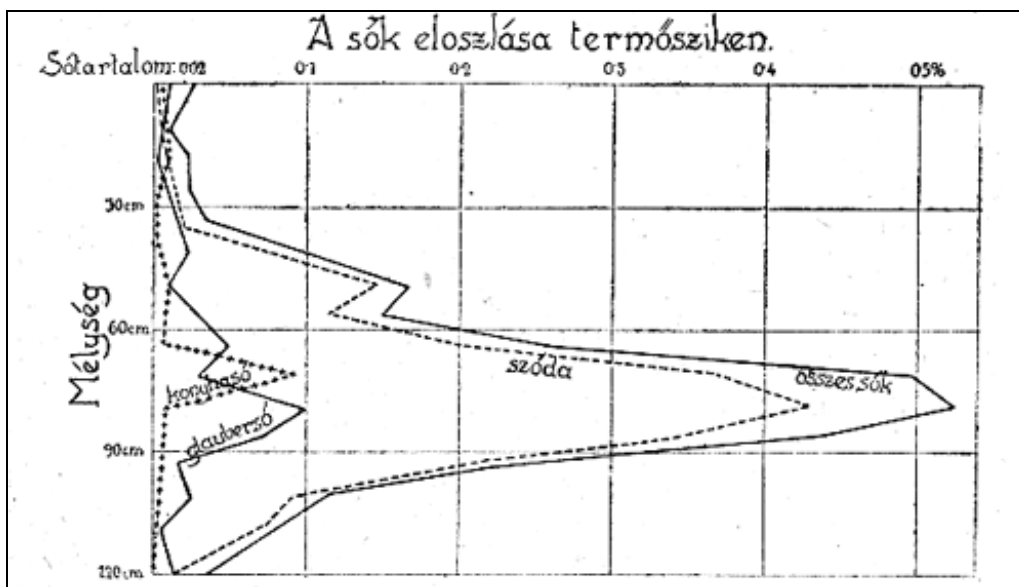
A szódás talajokban ezenkívül meg van adva a lehetősége annak, hogy nátriumtartalmú, zeolitszerű vegyületek keletkezzenek. Ezeknek sajátosságaival 'Sigmond Elek műegyetemi tanár foglalkozott behatóan. Mi itt nem tárgyalhatjuk őket részletesen, csak annyit jegyezzük meg, hogy a nátrium zeolitszerű vegyületei nyálkásan szétfolyó, vizet nehezen átbocsátó anyagok, míg a kalcium zeolitszerű vegyülete szemcsés szerkezetű és jól szűrő vegyület.

A nátrium zeolitszerű vegyületeinek említett sajátossága feltűnően egyezik a szikes talajoknak azzal a sajátosságaival, hogy átnedvesedve szétfolynak és a vizet nem eresztik át.

Ezek a vegyületek nagy mértékben képesek bázisaikat kicserélni és egymással átalakíthatók. Szóda a nátrium zeolitszerű vegyületeinek vízben való hidrolites bomlásakor is keletkezhet, ha a víz szénsavat tartalmaz.

A sók eloszlása. A sók eloszlása a talajban nem egyenletes. Gyakran a felszínen kivirágznak, máskor bizonyos mélységben halmozódnak fel. A sók a talaj felső másfél méter vastag rétegében felfelé és lefelé mozognak, követve a nedvesség mozgását; a nedves időszak alatt leszállnak az évi átnedvesedés mélységéig, a száraz időszakban ismét felszállnak, vagy esetleg nem szállnak fel, ez a felszíni párolgástól függ.

A szóda nem vesz részt ebben a vándorlásban, megmarad keletkezési helyén és a talajt eltömi.



A 14. ábrában a sók eloszlásának érdekes esete látható. (HILGARD nyomán.)

A 14. ábra olyan kaliforniai szikes talajra vonatkozik, melyet tavasszal szép zöld növényzet borít. 37 cm mélységig a talaj só alig tartalmaz (0.035%), a növények gyökerei ebben a rétegben fejlődnek ki. Ettől a mélységtől lefelé a só tartalom gyorsan növekszik, 80 cm mélységben éri el a legnagyobb értéket, 0.53%, még lejjebb ismét csökken és 120 cm mélységben a talaj nem tartalmaz több só, mint a legfelső 30 cm vastag rétegben. A só legnagyobb tömege abban a mélységben halmozódik fel, ameddig az évi csapadék lehuzódik és ott a talajt eltömi. Ezt a tömött réteget *szikfoknak* nevezzük. Ha a szikfok elég mélyen van, mint ebben az esetben is, a magvak a sómentes feltalajban kicsiráznak, sekély gyökérzetük a sós réteg felett marad és onnan veszi táplálékát és a szükséges vizet. Mire a víz elfogy, a növény is befejezte életműködését és megérlelte magját, mely jövőre ismét kicsirázik. A növény a talajt be is árnyékolja, ezzel csökkenti a párolgást és a sóknak a felszínre emelkedését.

A sók káros hatása. Ha a talajban túlsók az oldható só, a növények szenvednek, mert vízfelvételük meg van nehezítve. A növény egy ideig alkalmazkodik olyképp, hogy csökkenti párologtató szerveit és felületeit, levelei kisebbek lesznek és vastag felhámmal borítja be őket. Magas só tartalom mellett a növény elcsenevészedik, termést nem hoz és végül elpusztul.

A szóda ezenkívül még maró hatással is bír, elroncsolja a földalatti részek felhámát. Ezért szódából a növények jóval kevesebbet bírnak el, mint a többi sóból. A buza például még megterem olyan talajban, melyben 0.1% glaubersó van, 0.03% szódátartalom mellett azonban elpusztul.

A növények sótűrő képessége nagyon eltérő. Vannak só jól tűrő növények, míg mások nagyon kevés só is megéreznek.

Magyarországon a réti növények sótűrő képességét illetőleg 'Sigmond Elek, akinek a szikesek tanulmányozása terén sokat köszönhetünk, végzett megfigyeléseket Békéscsabán. Ezen megfigyelések szerint a fehér lóhere (*Trifolium repens*) még diszlett olyan talajban, melynek összes só tartalma átlag 0.38% volt és 0.1% szódánál többet nem tartalmazott. Ilyen só tartalom mellett már a különböző perjék (*Poa trivialis* és *angustifolia*) nem termettek meg.

A komlós lucerna (*Medicago lupulina*) és a berbécs csenkesz (*Festuca pseudovina*) sótűrő képessége 0.50% összes só, melyből 0.15% szóda. Az orvosi székfű (*Chamomilla matricaria*), a szikőr (*Camphorosma ovata*) és a sziki árpa (*Hordeum gussoneanum*) pedig megtermettek még olyan talajon is, mely 0.90% összes só tartalom mellett 0.30% szódát tartalmazott.

Gazdasági növényeink közül a lucerna 'Sigmond tapasztalatai szerint csak olyan talajban diszlik, amelyben a legfelső 30 cm szódát legfeljebb csak nyomokban tartalmaz és az összes sótartalom 0.1%-nál nem magasabb.

Kaliforniában Hilgard és Loughridge végeztek nagyszabású megfigyeléseket a különböző növények sótűrő képességét illetően.

Adataikból ide iktatok néhány megfigyelést, melyek a gyümölcsfák sótűrő képességére vonatkoznak. Ezeket a meghatározásokat Loughridge végezte Kaliforniában és Arizonában, kint a szabadban tenyészett fák talajain.

A táblázat adatai azt mutatják, hogy hány kilogramm só volt négyzetméterenként 120 centiméter mélységig olyan talajban, melyben az illető fa még jól érezte magát. A táblázat végén összehasonlítási adatként legfontosabb szántóföldi növényeink, a buza és a rozs adatai szerepelnek. Ezeknek adatai azt mutatják, hogy gyümölcs még olyan szikes talajon is termeszthető, melyen a buza és a rozs már nem teremnek.

Gyümölcsfák sótűrő képessége:

kg. só m² enként 120 cm mélységig.

	Glaubersó	Szóda
szőlő	4.580	0.850
füge	2.740	0.125
mandula	2.550	0.160
körte	2.000	0.200
alma	1.600	0.070
őszibarack	1.070	0.750
szilva	1.030	0.150
kajszibarack	0.970	0.050
szeder	0.370	0.018
buza	2.350	0.335
rozs	1.100	0.105

A táblázatban vezet a szőlő (*Vitis vinifera*), amely aránylag magas szódataralmat is kibír. A Tulare-i kísérleti állomáson Kaliforniában a szőlő jól ment homokos talajon, mely 4 kg sót tartalmazott négyzetméterenként. A sónak fele glaubersó volt, 1 kg szóda, 0.85 kg konyhasó és 0.085 kg nátronsalétrom. Olyan helyeken, ahol a szőlő kipusztult 8.3 kg só volt a talajban, melyből 4.2 kg szóda.

Vagyis az európai szőlő, legalább homoktalajon, több sót és szódát bír el, mint a rozs vagy az árpa és lehetséges, hogy az amerikai fajták közül a Csendes-óceán partjáról valók (*Vitis californica*, *Arizonica*) még jobban bírják.

A fresnoi kísérleti állomáson végzett kísérletek azonban azt mutatták, hogy a szőlő hamarosan elpusztul, ha túlságos öntözés következtében a talajvíz szintje emelkedik. A szőlő gyökerei ugyanis, ha akadályt nem találnak, 5-6 méter mélységig is lemennek; ha a talajvíz túlságos öntözés vagy hibás vízvezető árkok következtében felemelkedik, a gyökérvégék elfulladnak és ilyképp az egész gyökérrendszer megbetegszik, aminek szükségszerű következménye a terméketlenség, sőt a növény elpusztulása is. A mandula és a füge körülbelül egyformán bírja a sót. Az őszibarack már érzékenyebb és a szilva és kajszibarack mellé sorakozik, mely utóbbi már csak félannyi glaubersót bír el, mint az alma. Meglepő az, hogy az alma és a körte, melyeket a nedvesebb régiók gyümölcsei közé sorolunk, milyen sok sót tűnnek el. A körte még akkor is terem, ha a gyökér nyaka körül levő kéreg külseje már barnulni kezd a sók

hatására; 4.260 kg glaubersó azonban már túlsoknak bizonyult. A birsalma még a körténél is ellenállóbbnak látszik és valószínűleg a füge mellé sorakozik.

Pontos adatokat a gyümölcsfák sótűrő képességéről nem lehet könnyen megállapítani, írja Hilgard, már csak azért sem, mert a gyökereknek a különböző talajokban különböző helyeken más és más nehézségeket kell legyőzniük; továbbá azért sem, mert kötöttebb talajokban az ellenállás határozottan kisebb. Ennek következtében a táblázat adatait inkább csak relatív értékeknek kell tekintenünk. Ami a csontárokra illeti, megemlítendő, hogy a táblázatban szereplő csontárok Myrabolanra voltak oltva, melynek hazája Kis-Ázsia, ahol sók bőven vannak a talajban. Ez az alany jól használható mindenütt, ahol sók vannak a talajban; ugyanilyen kitűnő alany a mandula és a birs, sőt a vadrkörte is. Megemlíti még Hilgard, hogy ugyanazon gyümölcs különböző változatai, különösen a körténél és az almánál, az ellenálló képességet illetőleg, elég nagy változatosságot mutatnak.

Alföldi gyümölcstermesztésünk érdekében nagy jelentőségű lenne, ha ezeket a megfigyeléseket, melyeket Kalifornia és Arizona szikesein végeztek, itthon is megismételhetnők. Nem lehetetlen, hogy sikerülne célszerű kiválasztással olyan fajtákat előállítanunk, melyek sótűrő képessége a táblázatban szereplő értékeknél nagyobb.

Egyéb termesztett növényeink közül nagy a cukorrépa, a napraforgó és a köles sótűrő képessége. A cukorrépa 0.35% összes só és 0.026% szódat, a napraforgó 0.35% összes só és 0.02% szódat, míg a köles 0.40% összes só és 0.06% szódat bír el.

A főzelékfélék ellenben nagyon kevés sót bírnak el, Hilgard megfigyelései szerint sótűrő képességük 0.03% összes só és csak 0.003% szóda. Annál többet bír el a spárga.

A vadon termő sós növények közül egy labodafaj, az *Atriplex semmibaccata*, mely Ausztráliában és Kaliforniában ültetve is kitűnő legelőket ad, 0.83% összes sótartalom és 0.12% szódatartalom mellett is diszlik.

Kaliforniai sós növények még több sót is elbírnak, a *Sporobolus airoides* 3.28% összes só és 0.29% szódat bír el.

Alföldi szikeseink növényzetével Bernátsky Jenő foglalkozott különös tekintettel a befásítás kérdéseire. A szikések növényzetének e kitűnő ismerője szerint szikeseink befásítására első sorban a következő fák ajánlhatók:

Nedves talajon árvíznek kitett helyeken a tamariska (*Tamarix gallica*) diszlik. A kopaszlevelű szilfa (*Ulmus glabra*) is kitűnően bírja a sziket, nedvesebb és szárazabb talajon egyaránt megnő. Csak száraz talajon díszlenek a bálványfa, a *Sophora* és a *Koelreuteria*. A *Koelreuteria* Hilgard szerint 0.5% sót bír el, szódatűrő képessége 0.06%.

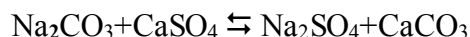
Az akác nem bírja a sziket.

A szikes talajok megjavítása.

Általános irányelvek. A szikések hasznosíthatásának foka a talaj sótartalmától, a só minőségétől és a só elosztásától függ. Ha a sók olyan mélységben vannak, hogy a növény gyökerei elegendő helyet találnak a sós réteg felett levő talajban, akkor a talajon kulturnövényeket termelhetünk, melyeket a talaj sótartalmához mérten kell megválasztanunk. A növények díszlenek, míg gyökereik a sós rétegig nem érnek. Ilyen termőszíken meg kell akadályoznunk azt, hogy a sók a kapilláris nedvességgel a felszínre emelkedjenek. Ezt elérhetjük azokkal a művelési módokkal, melyekkel a felszínről való párolgást csökkenthetjük, így beárnyékolással, betakarással és főleg a felszíni réteg laza szerkezetének megőrzésével.

Nagy szerepe van a szikesek javításában az öntözésnek. Öntözéssel a termőszíken, éppúgy mint más talajokon, a termés mennyiségét lényegesen fokozhatjuk. A kevésbé termékeny, sok sót tartalmazó szikes talajokon bő öntözéssel a sót ki is lúgozhatjuk a talajból és ezzel a szikest megjavíthatjuk. Ennek feltétele azonban az, hogy a víz tényleg áthatolhasson a talajon és levigye a sót a talajvízbe. Ehhez sokszor a talaj alagsövezése szükséges, mert a szik legtöbbször a vizet nem bocsátja át, különösen áll ez a szódát tartalmazó szikre.

Ezek lényegesen megjavíthatók, ha a szódát kevésbé káros vegyületté alakítjuk át. Ilyen vegyület a glaubersó. Az átalakítás gipszezéssel történik. A gipsz a szódával cserebomlást szenved, nátriumszulfát és szénsavas mész keletkezik a következő vegyfolyamat értelmében:



a keletkezett nátriumszulfát sokkal kevésbé ártalmas, mint a szóda, a szénsavas mész pedig a talaj jótékony alkotórészei közé tartozik.

A gipszezett szódás talaj megjavul, fizikai sajátságai kedvezőbbek lesznek. A hatás azonban csak akkor tartós, ha a keletkezett glaubersó a talajból kilúgozódik, mert a cserebomlás megfordítható és idővel a glaubersó visszaalakul szódává.

Sokszor már az eső elegendő arra, hogy a gipszés által vizet áteresztővé tett talajból a fölös sót kimossa. A kilúgozást siettetjük öntözéssel. Legtöbbször azonban a szikes terület vízelvezetése annyira hiányos, hogy a sók kilúgzása csak alagsövezéssel lehetséges.

Hazai tapasztalatok az öntözés terén. A szikes legelők és rétek megjavítására nézve a békéscsabai öntözött réten szerzett tapasztalatok lehetnek irányadók. Békéscsabán a Körös partján a földművelésügyi kormány 1901-ben egy 164 holdas kísérleti telepet létesített, melyen öntözéssel részben füves legelőket, részben lucernásokat létesítettek (alagsövezés nélkül).

A talajvizsgálatokat 'Sigmond tanár végezte, aki a vadon előforduló növényzet és a talaj sótartalma alapján a terület talajait négy osztályba sorolta.

Az 1. osztályú talaj növényzete *Poa trivialis*, *Poa angustifolia*, *Alopecurus pratensis*, *Trifolium repens*, *Trifolium hybridum* és más herefajok.

A 2. osztályú talaj növényzete *Alopecurus pratensis*, *Lotus corniculatus* és buja *Trifolium repens* foltok.

A 3. osztályú talaj növényzete *Festuca pseudovina*, *Medicago lupulina* és *Artemisia monogyna*.

A 4. osztályú talaj növényzete *Matricaria chamomilla*, *Camphorosma ovata* és *Hordeum gussoneanum*.

Ezeknek a növényzet alapján megkülönböztetett osztályoknak sótartalma a következő volt:

	Összes sótartalom %		Szódátartalom %	
	0-30 cm	30-120 cm	0-30 cm	30-120 cm
	mélységig		mélységig	
1. osztály	0.10	0.15	0.04	0.07
2. "	0.20	0.50	0.06	0.11
3. "	0.40	0.50	0.06	0.18
4. "	1.00	0.90	0.30	0.30

Az itt szerzett tapasztalatok szerint az 1. osztály talajain öntözéssel jó lucernát, 80-85 mm átlagos terméssel egy holdon, vagy füves kaszálót lehet előállítani, de csak foszforműtrágyázással. A foszfort Thomas-salak alakjában alkalmazták.

A 2. osztály talajain lucernát csak az öntözés harmadik évétől lehetett termelni és akkor is csak a sók kedvező mélységbeli eloszlása mellett, egyébként öntözött füves rétet vagy legelőt adtak.

A 3. osztály talajain öntözött füves rétet csak a sók kedvező mélységbeli eloszlása mellett lehetséges, egyébként halastónak való.

A 4. osztály talajai csak halastónak alkalmasak.

A talaj foszfor- és nitrogénszegénységénél fogva a harmadik évtől kezdve a füves rétet és legelőt foszfor- és nitrogéntrágyákkal kellett ellátni, hogy jövedelmező termést hozzanak.

A vizet át nem eresztő, sok sót tartalmazó szik halastóvá átalakítva szép jövedelmet ad. Gyakran az állandóan 30-60 centiméter magas vizoszloppal elárasztott talajból a víz idővel annyi sót old ki, hogy a talaj termőszikké alakul át. Ez különösen akkor következik be, ha az elárasztó víz meszes.

Az Alföldön nagykiterjedésű **szik szántóföldek** vannak, melyek csak nagyon kevés szódát tartalmaznak, oldható sótartalmuk sem magas. 'Sigmond megfigyelései szerint ezeken a buza, a kukorica és az árpa megteremnek, ha a felső 30 centiméter vastag talajréteg 0.1%-nál, a 30-60 centiméterig terjedő réteg pedig 0.2%-nál több oldható sót nem tartalmaz. Szódát legfeljebb 0.03%-ot tartalmazhatnak.

Ezeknek a termőszikeknek fő hibája kedvezőtlen fizikai sajátságaikban rejlik, amely megművelhetőségüket megnehezíti és a vetőmag kikelését veszélyezteti.

A termés rendkívül függ az időjárástól. Száraz nyár végén a talaj kökemény, a szántás rendkívül nehéz, a talaj nagy rögöket képez, melyek sehogy sem apríthatók fel, csak a fagy képes őket szétmállasztani. Ha a fagy elmarad, vagy tavasszal az időjárás nedves, akkor ezek a rögök szétfolynak, a talaj felszíne sima lesz, mintha nem is szántották volna fel. Ebben az állapotban a talaj megművelhetetlen. Kiszáradáskor pedig kéreg keletkezik rajta, amely kéreg alatt a talaj sokáig folyékony marad. Ha ekkor rá megyünk, a kéreg beszakad és bokáig süllyedünk a sárba. Idővel a talaj mégis kiszárad, ekkor azonban ismét kökemény.

Békés és Csanád megyében a kiscgazdák sok ilyen termősziket javítottak meg kitartó munkával. Mindenekelőtt a fölös víz elvezetéséről gondoskodnak és vigyáznak arra, hogy a talajon a víz sehol se állhasson meg hosszabb ideig. Erre a célra a vizet levezető árkokból kiásott sárga meszes földdel, melyet digó földnek hívnak, a mélyebb fekvésű helyeket feltöltik. Ezzel kettős célt érnek el, egyrészt a víz megállását nehezítik meg, másrészt a sárga föld gazdag mésztartalma a talaj fizikai állapotát megjavítja.

A talaj lazítására szalmás tárgyat használnak, melyet bőven adnak a talajra és a talaj állandó gondozásával igyekeznek az annyira szükséges morzsás szerkezetet létrehozni.

A szikes talajok elterjedése Magyarországon.

Magyarországon a szikesek elterjedését mintegy ötszázezer katasztrális holdra teszik. Ezeknek egy része termőszik, más része terméketlen.

Magyarországon a szikesek a mezőségi talajok övéhez vannak kötve. Sötétbarna mezőségi talajainkon szikesek nincsenek, mert ezeknek a területeknek vízelvezetése mindenütt jó. Rossz ellenben a vízelvezetés sok helyütt a régebbi és újabb árterületeken, továbbá a Duna-Tisza közének homokterületein. Ezeken sok szikest találunk.

A tiszai Alföldön sok a szerkezettel bíró szikes. Ezek *kérges-oszlopos szikes talajok*. Feltalajuk egérszürke színű, laza, pornemű, néhány centiméter vastag (A szint), alatta 40-50 centiméter vastag sötétszínű, erősen kötött réteg van, mely kiszáradáskor oszlopos darabokra esik szét (B szint). Az altalaj szürkés sárga, erősen meszes agyag, mészkiválásokkal és mocsári csigák maradványaival (C szint). A feltalaj szódát és meszet nem tartalmaz, az altalajban szóda is van.

Ezeknek a kérges-oszlopos szikes talajoknak vegyi összetételéről az alábbi táblázat tájékoztathat, mely egy hortobágyi szikes talaj összetételét adja.

Kérges-oszlopos szikes talaj Balmazújvárosról (Hajdu m.).

		A	B	C
		0-5 cm	30-40 cm	50- 60 cm
		%	%	%
Kovasav	SiO ₂	2.78	4.18	5.19
Alumíniumoxid	Al ₂ O ₃	3.56	8.64	5.12
Vasoxid	Fe ₂ O ₃	2.14	5.43	4.72
Magnézia	MgO	0.46	1.22	1.85
Mész	CaO	0.36	1.77	12.71
Nátron	Na ₂ O	0.54	1.04	0.65
Káli	K ₂ O	0.45	0.94	0.68
Szénsav	CO ₂	-	-	10.54
Kénsav	SO ₃	0.01	0.01	nyom
Foszfor	P ₂ O ₅	0.08	0.08	0.08
Mangánoxidul	MnO	0.04	0.06	0.07
Sósavban oldódott összesen		10.42	23.37	41.61
Kötött víz		3.45	5.01	3.65
Nedvesség		2.03	4.77	1.54
Humusz		3.02	2.01	-
Nem oldódott		81.08	64.84	53.20
		100.00	100.00	100.00

A talaj összetétele nagy hasonlatosságot mutat az erdei talajok összetételével, itt is megvan a jól kifejlődött felhalmozódásos szint (B); a sósav által feloldott rész az egyes szintekben a következő (a C szintben a szénsavas sók levonása után):

A szint	10.42%
B "	23.37 "
C "	17.71 "

Ezeknek a szerkezettel bíró szikes talajoknak a régi mocsári erdőkkel való összefüggése az Alföldön jól megfigyelhető, így Békésmegyében még sok helyütt látunk a lecsapolt területeken egyes koronaszáradásos mocsári tölgyeket és vadvörtefákat, melyek az itt egykor nagy kiterjedésben létezett mocsári tölgyerdők maradványai. A tölgyerdők alatt jellemző szerkezettel és összetétellel bíró talaj alakult ki. Az erdő elpusztulása után a talaj szerkezete megmaradt, kémiai összetétele azonban lassú változásnak indult, a kilúgzott bázisokat újak pótolták. A bázisok közül a nátron túlsúlyban van a káli felett és ezzel meg van adva a lehetősége a szóda keletkezésének.

Sok helyütt a réti agyagok is elszikesednek. Ilyenkor *szerkezetnélküli szikesek* (szoloncsak talajok) keletkeznek. Nagyobb elszikesedett réti agyagterületek vannak az Alföld déli részeiben, a Bánátban és a Bácskában. Ezeknek tanulmányozása körül Treitz Péter agrogeológus szerzett maradandó érdemeket.

A réti agyagok elszikese. A réti agyagokat, olyan helyeken, ahol a terület lecsapolása nem sikerült tökéletesen, tavasszal víz árasztja el, amely éppen a lecsapolás tökéletlensége folytán elfolyni nem tud és a helyszínén szárad be. Ekkor a vízben oldva volt sók a talajban felhalmozódnak, a nátriumhidrokarbonátból a beszáradáskor szóda lesz, amely a talaj felső részének morzsás szerkezetét elrontja, a talajt vizet át nem eresztővé, átázott állapotban folyóssá teszi. A szódás víz a humusznak egy részét is kioldja, a talaj eredeti fekete színe szürkévé válik. Ezen a szürkészinű talajon az esővíz nem tud a talajba behatolni, hanem megáll. Az átázott szódás talaj folyékony és miután a térszín sohasem egészen vízszintes, lassan a mélyebben fekvő helyek felé folyik. A mélyedéseket ez a vastag lé kitölti és aztán beszárad. Mozgása közben bizonyos fokig át is iszapolódik. Az agyagos, humuszos lé mozgása ugyanis nagyon lassú, a homokot nem viszi magával, ez visszamarad és a talajt szürke kéreg alakjában borítja, mely néhány milliméter vastag lehet.

Ezt a szürke alapszinű területet különböző alakú zöld foltok és fekete erek tarkítják. A foltok külseje alapján a nép az ilyen sziket *ragyás* vagy *padkás sziknek* nevezi.

Ezeknek a sajátos térszíni alakoknak kialakulását Treitz Péter a következőképp magyarázza:

«Egyes növények még ebben a nagyon rossz talajban is megélnek, gyökereik megakadályozzák a környezetükben levő föld elmosását, de a mellettük levő földet persze elhordja a víz, annál jobban, minél tovább esik tőlük. Ilyen módon igen laposoldalú kis csonka kúpok alakulnak ki, a csonka kúp tetején rövidszárú kis növénykékből egy kis zöld folt támad; a kúp lejtőit pedig az imént tárgyalt módon kiváló tiszta homokréteg fűdi. Végül a kúpok lábánál keskeny kis kanyargó ereket találunk, amelyekben a hátról lemosott fekete agyagos lé gyűlik össze és folyik le. Az ereket kitöltő agyagos oldat nem szárad meg, mert semmi hajcsövessége sincs, legföljebb a felületen támad egy kis kemény kéreg, de rálépve, térdig is elsüllyedhetünk a fekete sárba.

Az ilyen terület tarka kinézésű, a fehér homokban fekete erek és zöld foltok vannak, a felszín olyan, mintha ragyás volna, azért ezt ragyás sziknek is nevezik.

Egyes területeken a víz jobban mozog, a lefolyás erősebb, ily helyeken nem alakulnak kerek zöld foltok, hanem hosszan elnyúlt zöld szalagok. A szalagok szélén 10-15 cm magas lépcsőfok forma kiemelkedés van s innen kezdődik a fehér homokkal fedett lejtő, melynek aljában van a vízvezető ér.

Az ilyen terület azt a benyomást kelti a szemlélőben, mintha a felület egymás mellé rakott padkákból volna összeróva, s a nép sajátos külseje alapján találóan padkás sziknek nevezte el.»

Hasonlóan szikeseznek el a tiszai Alföld nagy öntésterületei is mindenütt, ahol a víz tökéletlen elvezetése következtében erre a viszonyok kedvezőekké válnak. Ezek a szikések rendszerint csak kevés szódát és más oldható sót tartalmaznak.

Szódás talajok. A Duna bal partjának öntésterületein, Lacházától Zomborig, szintén találunk nagyobb kiterjedésű szikéseket. Ennek a Duna régi kiöntései által létrehozott területnek tökéletlen lecsapolású részein aránylag sok szódát, glaubersót és konyhasót tartalmazó szikések keletkeztek. A sók felhalmozódása a talaj felső részéhez van kötve.

Ezeknek a szürke, szerkezetnélküli *szódás talajoknak* keletkezési módját megvilágítandó, lássuk egy kunszentmiklósi talaj esetét. Kunszentmiklós a Duna-Tisza közti nagy homokterület nyugati szélén fekszik olyan talajon, melyet a Duna régi kiöntései hoztak létre. A homokhátról lefolyó talajvíz a város környékének mélyedményeiben felszínre jut, itt sekély tavakat képez, melyeknek vize a nagy nyári szárazság idején beszárad.

A talajvizben aránylag sok az oldott só, egy a szikes folt szélén levő kútnak vize majdnem 5 gramm sót tartalmaz literenként. A kút vizének összetétele az alábbi táblázat első oszlopában látható, a második oszlop számai a tó vizének összetételét adják meg.

		Kút vize 1 liter vízben van milligramm	Cigányréti tó vize
Kalcium hidrokarbonát	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	268	-
Magnézium hidrokarbonát	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	432	-
Nátrium hidrokarbonát	NaHCO_3	2384	2621
Szóda	Na_2CO_3	-	537
Konyhasó	NaCl	1545	1826
Glaubersó	Na_2SO_4	330	531
összesen		4959	5515

A kút vize tehát hidrokarbonátokat tartalmaz, kalcium, magnézium és főleg nátriumhidrokarbonátot. Szóda nincs benne.

A tó vizének összetétele nagyon hasonlít a kút vizének összetételéhez, azzal a különbséggel, hogy benne a nátriumhidrokarbonátnak egy része szódává alakult át, a kalcium- és magnéziumsók pedig hiányzanak.

Ez az átalakulás a tó vizének beszáradásakor megy végbe. Ekkor a nátriumhidrokarbonát szénsavat veszít, egy része szódává alakul át. A folyamatot a következő képlettel fejezhetjük ki:



Ugyanekkor a kalcium- és magnéziumhidrokarbonátok is vesztenek szénsavat és oldhatatlan kalciumkarbonáttá, illetve magnéziumkarbonáttá alakulnak át.

A tó beszáradásakor kivált sók a tó medrét bevonják és a következő eső vizében feloldódnak. Az oldat ekkor már szódát is tartalmaz, a mész- és magnéziumsók azonban hiányzanak belőle, ezek a tó medrének iszapját gazdagítják.

Nyáron, amikor a tófenék kiszárad, nagy mértékben össze is repedezik. Repedésekből álló sűrű hálózat keletkezik. A repedések szélesek és mélyek, több deciméter mélységig terjedhetnek.

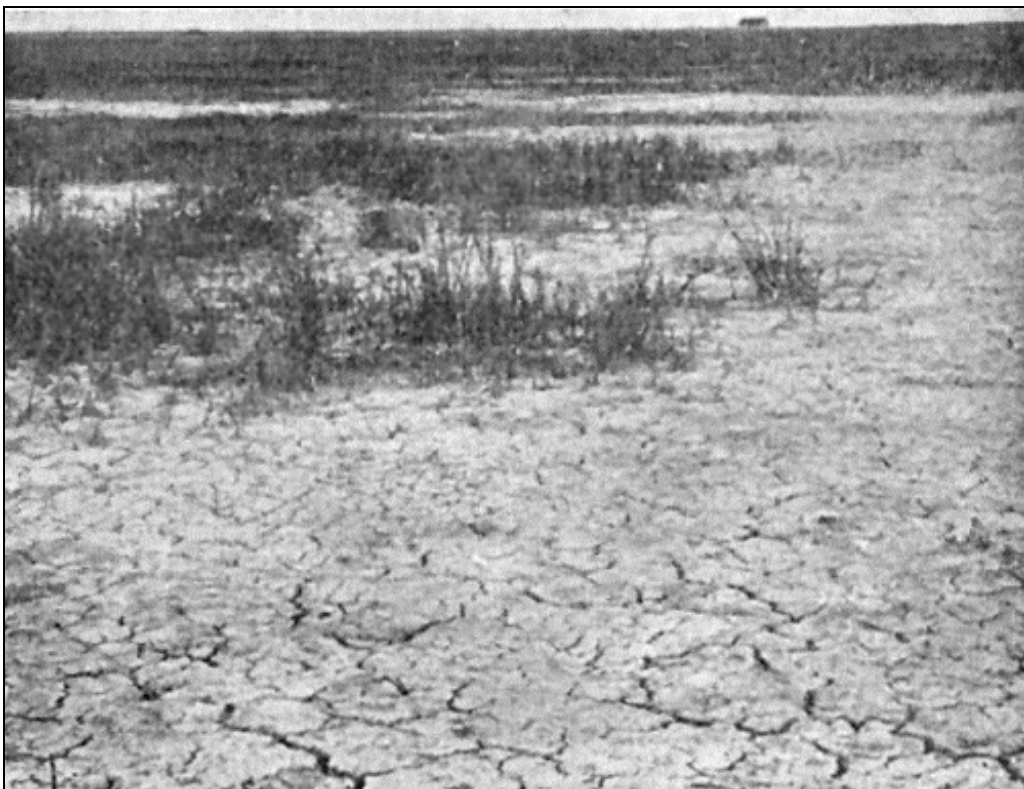
Ezekbe a repedésekbe a szél befújja, a kisebb esők pedig bemossák a felszínen kivált sókat, amelyek így a talaj felső rétegével bensőleg elkeverednek. A nagy őszi esőzésektől a talaj újból teljesen átázik, a repedések összefolynak. Ez a folyamat évről-évre megismétlődik, eredménye az, hogy a talaj legfelső 2-3 deciméter vastag rétege sókban, köztük szódában is, mindig gazdagabbá válik.

Ezen a valódi szódás talajokon csak nagyon kevés növény él meg, legelterjedtebbek a *Plantago maritima*, *Lepidium crassifolium*, *Aster pannonicus*, *Salsola soda*, *Suaeda maritima*, a vizes helyeken nád és *Scirpus maritimus*. A szikes tócsa partján a *Tamarix* diszlik, míg a vakszikes foltok szélén, a padkán a *Camphorosma ovata* képez zöld foltokat.

A Duna-Tisza közti homokon is sok a szikes. Itt a homokbuckák közt levő lefolyástalan helyeken szintén meggyülik időnként a talajviz és kiszáradáskor lerakja sóit; a sók a talaj felszínén kivirágzanak. Sok helyen a kivirágzott szódát söpörték és az összesöpört só szolgáltatta hajdan a szappanfőzéshez szükséges szódát.



*A Kúnszentmiklósi Cigányréti tó.
A gyér növényzet tengeri káka (*Scirpus maritimus*) 1918 május havában.*



*Ugyanazon tó beszáradt medre a szárazság hatására összerepedezett.
Az előbbivel egyidőben készült felvétel.*

XVII. FEJEZET.

Magyarország talajviszonyainak áttekintése.

Miután megismerkedtünk a különféle talajtipusokkal, befejezésül lássuk miként függnek össze hazánk talajviszonyai az ország éghajlatával, földrajzi kialakulásával és geológiai felépítésével.

A talaj, amint láttuk, az éghajlat szülötte, az éghajlat a geológiai erők létrehozta kőzetet alakítja át termőfölddé. Az éghajlati tényezők közt legnagyobb jelentősége a csapadék mennyiségének van. Viz nélkül nem keletkezik talaj; a talaj jellegét az a vízmennyiség állapítja meg, amely a talajba bejut. Hogy mennyi jut be a csapadékból a talajba, az számos tényezőtől függ. Az éghajlatiak közül a párolgást megszábó tényezőknek, a hőmérsékletnek és a szeleknek van itt szerepük. Ugyancsak az éghajlat szabja meg a növénytakaró jellegét is, amelynek szintén nagy szerepe van a talaj kialakulásában.

A talajra hulló csapadék további sorsát lényegesen befolyásolja a vidék földrajzi kialakulása is, ettől függ, hogy egyes területekről a víz gyorsan vagy lassan folyik-e el, vagy pedig megáll.

Az anyakőzet tulajdonságainak is nagy szerepük van, ezek a tulajdonságok az éghajlati tényezők munkáját lényegesen befolyásolják. Ha egy bizonyos éghajlat elég sokáig hat a kőzetre, minden kőzetet egyforma talajjá alakít át. Az átalakulás gyorsaságát azonban a kőzet minősége és összetétele lényegesen befolyásolja. A talaj korának tehát szintén nagy jelentősége van. A fiatal talajok sajátosságait első sorban a kőzet tulajdonságai szabják meg.

Mindezeknek a körülményeknek összejátszása Magyarországon nagyon változatos talajviszonyokat hozott létre.

Hazánk éghajlata korántsem egyenletes. Szárazföldi éghajlata által tűnik ki a Kárpátok koszoruzta *Alföld*, melynek talajviszonyai felettébb változatosak. Az Alföld feltöltéses terület, a közvetlen altalajt lösz, homok és a folyók kiöntéseinek anyaga képezi. Nagy löszterületek vannak a Duna-Tisza közének déli részén, továbbá Csanád, Arad és Temes megyében. Az Alföld szárazföldi éghajlatának bizonyosságai a löszhátak *sötétbarna mezősegi talajai*. Ezek a nagyon humuszos, 5-6% humuszt tartalmazó, vastag termőrétegű talajok rendkívül gazdagok, fizikai sajátosságaik is nagyon kedvezőek, szövetük laza, morzsás, minden időben könnyen művelhetők és az időjárás viszontagságait jól viselik el.

Ezek régi talajok, a löszhátakat fedik, melyeket az árvizek sohasem borítottak el és ezért valószínű, hogy amikor az ember az Alföldet birtokába vette, ilyen helyeken telepedett meg és a könnyű megművelésű és biztos termésű talajt rögtön művelni kezdte. Ez az idő a löszhullás végére tehető, azóta ezek a talajok állandó művelés alatt állhatnak. Erdő ennél fogva sohasem borította őket hosszabb ideig, amellet szől a talaj szelvényének egyforma összetétele és az erdők alatt kialakuló felhalmozódásos szintnek hiánya.

Az Alföld régebbi árterületein *világosbarna mezősegi* talajokat találunk, melyeknek altalaja legnagyobb részt átmosott lösz, helyenként azonban iszaplerakódások alkotják az anyakőzetet. A feltalaj világosbarna, vastagsága néhány deciméter, a humusztartalom 3-4% közt van. A talaj tápanyagkészlete szintén nagy, ha nem is éri el a sötétbarna mezősegi talajaink színvonalát.

Sok helyütt szikes foltok tarkítják, ilyen helyeken a talaj termékenysége lényegesen alacsonyabb.

Rendkívül termékenyek az Alföld régi mocsarainak helyén levő fekete agyagos talajok, a *szurokföldek*. Ezek rendkívül kötött fekete talajok, melyek csak az Alföld lecsapolása után váltak szárazzá és a sötétszínű mezőségi talajainkkal szemben az Alföld legfiatalabb taljai.

A tökéletlenül lecsapolt réti agyagok elszikesednek. A tiszai Alföldön, továbbá az Alföld déli részén, a Bánátban és a Bácskában nagy kiterjedésű szerkezet nélküli *szikes talajok* vannak, melyek réti agyagok elszikesedéséből keletkeztek.

Folyóinkat nagy kiterjedésű *öntésföldek* szegélyezik, melyek árvizek alkalmával történt kiöntésekből rakodtak le. Anyaguk majd durvább szemű, majd agyagosabb, aszerint, hogy milyen gyorsan mozgó vízből rakodtak le. A folyók kiáradásaik alkalmával már kész talajokat raknak le, melyeknek anyagát a felsőbb vízgyűjtő területekről készen hozzák. Az alsóbb szakaszban lerakott öntéstalaj sajátosságai tehát nagy mértékben függenek attól, hogy milyen területek talaját hozza magával a folyó.

A *Duna öntéstalajai* meszesek és aránylag lazák, ennek következtében a talajba kerülő szerves anyag gyorsan oxidálódik, ezért ezeket a talajokat éhes talajoknak is hívják, trágyázás nélkül termékenységük gyorsan csökken. A *Tisza menti öntéstalajok* mészszegények és általában véve finomabb szeműek, nehezebben művelhetők.

Az öntéstalajok az Alföld szárazföldi klímájának megfelelőleg lassan mezőségi jellegű talajokká alakulnak át, ott azonban, ahol lecsapolásuk tökéletlen, elszikesednek, aminek a tiszai Alföldön sok példáját láthatjuk. A Duna bal partjának öntésterületein pedig nagyobb kiterjedésű valódi *szódás talajok* vannak.

Az *elszikesedés veszedelme* a mélyebb fekvésű Alföldön mindenütt nagy. A magasabb löszhátaikat kivéve, a vízelvezetés általában véve hiányos. A talajvíz tömény, sok sót tartalmaz, melyek könnyen a felszínre jutnak. Az elszikesedés veszedelmét csak a kulturmérnökség fokozottabb tevékenysége háríthatná el. A mérnöki munka az Alföld lefolyástalan, mocsaras területeinek kiszárításával nagy kiterjedésű és igen termékeny talajokkal ajándékozta meg a birtokosságot. De ezzel munkáját nem fejezte be, hátra van a belvizek rendezésének olyan megoldása, amely a vizek stagnálását teljesen megakadályozza. Ez azonban az Alföld oly nagymérvű víztelenítésére vezetne, amely az Alföldnek gyakran aszályos éghajlata alatt nagy veszedelmet jelent. Ennek orvoslására öntöző művek létesítendőek, az öntöző víz biztosítására pedig a hegységben kell völgyzáró gátakat építeni. Az elzárt völgyekben összegyűlő vízzel az Alföld termékenysége rendkívül fokozható volna, mert az Alföldön legtöbbször a víz az a tényező, amely a termés nagyságát megszabja.

A tiszai Alföld jövődöbéli képét úgy képzelhetjük el, hogy az alagsövezett síkságot öntöző csatornák hálózák be, melyeknek vize a növényzetnek a szükséghez megfelelően állna rendelkezésre. A vízviszonyaiban ilyen módon megszabályozott Alföldről eltűnnének a szikesek, helyüket dús termőföldek foglalnék el.

A szabályozás nélkül azonban annak a veszedelemnek vagyunk kitéve, hogy azok a gazdag földek, melyekkel a kulturmérnökség eddig megajándékozott, terméketlen szikesekké válnak át.

Nagy jelentőségű hazánk mezőgazdasága és különösen gyümölcsstermesztése szempontjából a *Duna és a Tisza közt levő nagy homokterület*. Ezen a homoktalajok minden változatát fellelhetjük. A terület egy részén a homok még laza, futóhomok, melyet a szél magas buckákba hord össze. A buckacsoportok dombokként emelkednek ki a sík homokterületből. A terület nagy részén azonban a homok többé-kevésbé kötött állapotban van.

A homok minősége az egész háton igen változó. A homok szemnagysága nyugatról kelet felé csökken, ezzel együtt jár a buckák magasságának csökkenése is. A Duna völgyének homokjai meszesek, kelet felé haladva a homok mésztartalma csökken, a Tisza völgyében levő homok pedig meszet nem tartalmaz.

A homokhát altalaját agyagos rétegek képezik, melyeken a víz megáll. Ennek következtében a víz a mélyedésekben 2-3 méter mélységben mindenütt megtalálható. A talajvíz szintje követi a térszín ingadozásait, a buckákban is megelérhető, ha valamivel mélyebben is. A talajvíznek ilyen sekély mélységben való előfordulása lényeges tényezője a homokterület termékenységének. Ez teszi lehetővé, hogy fák élhessenek meg rajta.

Történelmi időkben a nagy homokháton erdők voltak, melyeket csak a török hódoltság idejében és azután taroltak le. Az erdő alatt a homokban egy vasas, felhalmozódásos szint alakult ki, amelyet ma is sok helyütt megtalálhatunk. Az erdő letarolása után a homok felszabadult és futóhomokká vált.

A megkötött futóhomok ma barna színű, humuszos, mezősségi jellegű talajjá alakul át. Ez igen jó talaj, tápanyagkészlete azonban csekély és pótlásra szorul.

Ahol a vizet rekesztő agyagos réteg közel van a felszínhez, a meggyülő víz kisebb-nagyobb tavakat alkot. Ezeknek a tavaknak vize szódás. Ha nyáron a tó kiszárad, a szóda a száraz meder felszínén kivirágzik és összesöpörhető.

A mélyedésekben bizonyos, $\frac{1}{2}$ métertől 3 méterig változó mélységben sok helyütt mészkő-réteg van, mely néha annyira szilárd, hogy épületeknek használják. A kőréteg vastagsága 2-5 deciméter, eredetileg tőfenéken képződött. Ez a mészkőréteg megakadályozza a víz szabad mozgását és a gyökerek kifejlődését.

Az Alföld második nagy homokterületének a *Deliblát*-nak éghajlata sokkal szárazabb, vízviszonyai sem olyan kedvezőek, mint a Duna-Tisza közti homokénak.

A *Nyírség* homokja ellenben nedvesebb éghajlat alatt fekszik és megőrizte egykori erdei talaj jellegét.

Az Alföldről a hegység felé haladva az éghajlat nedvesebbé válik és a nedvesebb éghajlat hatalmas erdők kifejlődését teszi lehetővé. Ezek borítják az Alföldet szegélyező dombok és hegyek oldalait. Altalajuk sok helyütt lösz, így a *Dunántúli dombos vidék* legnagyobb részét lösz takarja. Az erdő alatt a lösz elváltozik, *barna erdei talajjá* alakul át, melyet a feltalaj és az altalaj közt egy veresesbarna vasas felhalmozódásos szintnek kialakulása jellemez. Ha az erdőt letarolják és a területet felszántják, akkor a világos barnásszürke feltalajt az eke vagy az eső elviszi, a barna vasas réteg kerül a felszínre és alkotja az új feltalajt. Sokszor, különösen meredekebb lejtőkön, még ezt is elviszi az eső és ekkor a sárgás lösz kerül a felszínre. Így jön létre dombvidékeink szántóföldjeinek tarka képe, a domboldalakon szürke, barna és sárgás foltok váltakoznak aszerint, hogy a hajdani erdő talajának melyik rétege került felszínre.

Ezek a barna erdei talajok kitűnő talajok, mélyrétegűek, altalajukban ott a mész, amely az erdő letarolása után a kapillárisan felfelé mozgó nedvességgel a felszínre jut és itt a nitrifikációt lehetővé teszi. Legbiztosabban termőtalajaink ezek, egyedüli hibájuk humusz és foszfor-szegénységük, amely pótlásra szorul.

Kevésbé gazdagok az Alföldről még távolabb eső hegyláncok, a Magyar-morva határhegység, a Fátra, a Vepor, az Alacsony Tatra és az Érchegység, nyugaton a Lajtahegység erdőségeinek talajai. Itt a bővebb csapadék a talaj nagyobb átnedvesedésére vezet, amely a meszet az altalajból is kilúgozza. *Szürke erdei talajok* keletkeznek, melyek kisebb fokú podszolosodás jeleit mutatják. A szürke talajok sorozatát a folyók völgyei szakítják meg, amelyek mentén alföldi jellegű világosbarna talajtípusok nyulnak fel messzire a hegyek közé.

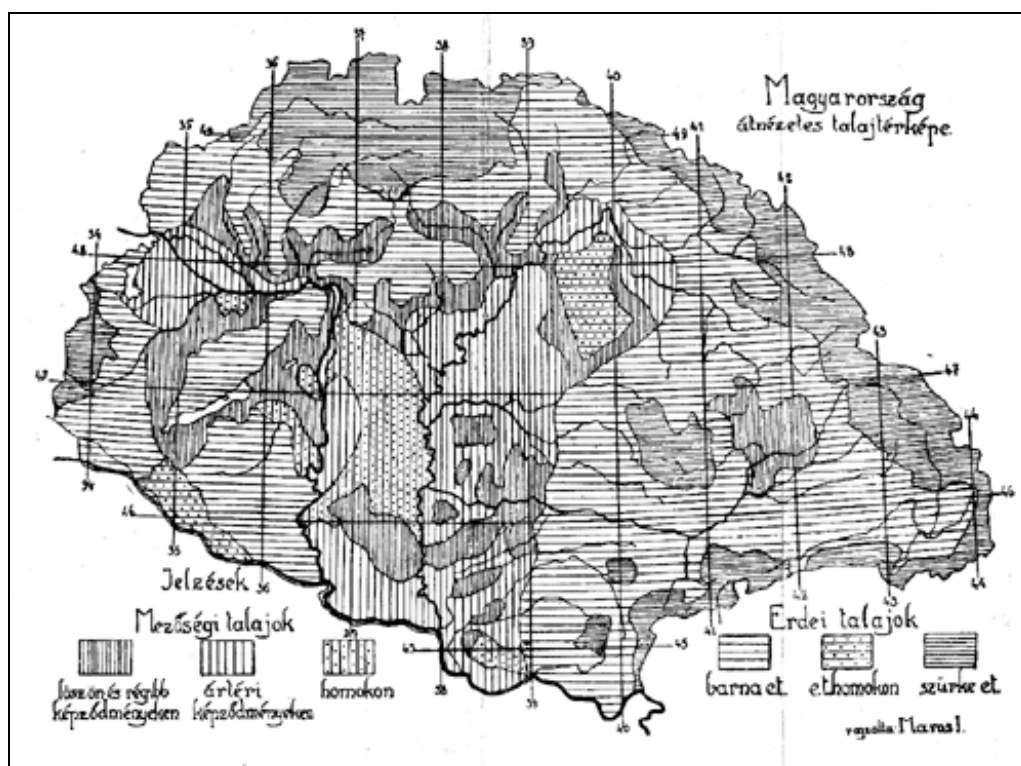
A legjobban kilúgzott talajokat a kárpáti homokkő fenyőerdeiben találjuk Árvában és Máramarosban. Itt a magas, 1000 mm-nél nagyobb, évi csapadék az eredetileg is szegény anyakőzetből a tápanyagokat oly nagy mértékben lúgozta ki, hogy a talajon csak a legigénytelenebb fenyők élnek meg, a nedvesebb helyeken pedig Sphagnum-lápok keletkeznek.

Itt vannak hazánk legszegényebb taljai, melyeket a nagy tápanyagszegénység, a mész teljes hiánya és helyenként nyers humusztakaró kialakulása jellemez. Rajtuk még az erdő is lassan nő és helytelen erdőgazdálkodás következtében heide-talajjá, valódi *podszol*á alakulhatnak át.

Az Alföldről a hegység felé haladva tehát mindjobban kilúgzott talajokat látunk.

Ugyanazt láthatjuk *Erdélyben is*, ha Erdély szívéből, a Mezőségről a hegység felé megyünk.

A Mezőséget fekete föld borítja, amely teljesen azonos összetételű és szerkezetű az oroszországi közönséges csernoszjommal. A csernoszjomot barna, majd szürke erdei talajok váltják fel, amint a hegység csapadékdúsabb vidékeihez közeledünk.



A könyv végén levő térkép Magyarország talajviszonyainak vázlatát adja. A térképen, kicsinységénél fogva, csak a főbb talajtipusok, úgymint három mezőségi és három erdei talajtípus szerepelnek. Ezek a feltüntetett területek uralkodó típusai; az egyes területeken a talajképző folyamatok a feltüntetett típusú talaj kialakulásának kedveznek. Ez azonban nem jelenti azt, hogy ugyanezen típusú talaj kisebb foltokon a szomszédos típus területén belől elő nem fordulhatna. A valóságban ezeknek az egyforma jelzéssel feltüntetett területeknek talajviszonyai igen változatosak; különösen áll ez az ártéri képződmények mezőségi talajaira. Itt jól kifejlődött barna mezőségi földeken, mint uralkodó talajokon kívül, láptalajokat, szurokföldeket, szikéseket és alig elváltozott ártéri üledékeket találunk. A talajképző erők azonban az egész területen belül mezőségi talajok kialakulására vezetnek ott, ahol a terület vízlecsapolása normális.

Irodalom.

A termőföldnek óriási irodalma van. A róla megírt rengeteg könyv közül csak néhány fontosabbat sorolunk fel, melyeknek alapvető jelentőségük van. Ezekben a további irodalom is megtalálható.

Alapvető fontosságú művek:

Hilgard: Soils című könyve, megjelent 1906-ban.

Ramann: Bodenkunde-ja, melynek legújabb kiadása most jelent meg.

Glinka: Die Typen der Bodenbildung című könyve (1914).

Russell: Soil conditions and plant growth című könyve, mely német fordításban is megjelent Boden und Pflanze címmel (1914).

Hazánk talajviszonyairól agrogeológusainknak a m. kir. földtani intézet kiadványaiban, továbbá a Földtani Közlönyben és a Magyar Chemiai Folyóiratban megjelent munkái tájékoztatnak.

Az 1913. év végéig megjelent munkák jegyzéke **Inkey Béla:** A magyarországi talajvizsgálat története című könyvében található. (Kiadta a m. kir. földtani intézet, 1914-ben).

Az azóta megjelent dolgozatok közül felemlítendőek:

'Sigmond Elek: A talajvizsgálat mechanikai és fizikai módszerei. (Kiadta a m. kir. földtani intézet, 1916).

László-Emszt: A tőzeglápok és előfordulásuk Magyarországon. (Földtani intézet kiadványa, 1915).

Továbbá e mű szerzőjének következő értekezései:

Magyarországi talajtipusok növényi tápanyag készlete, megjelent a földtani intézet 1914. évi jelentésében.

Magyarországi talajtipusok mechanikai vizsgálatának eredményei, megjelent a földtani intézet 1915. évi jelentésében.

Adatok magyarországi talajok kémiai összetételének ismeretéhez, megjelent a földtani intézet 1916. évi jelentésében. Magyarországi talajtipusok kémiai összetételéről, megjelent a Magyar Chemiai Folyóirat XXIII. kötetében (1917).

Erdély talajviszonyairól **Timkó Imrének** a földtani intézet 1914. és 1915. évi jelentéseiben megjelent dolgozataiban találunk értékes adatokat.