

1250

Treitz
Gazda-
sági
ásványtan
és
talaj-
ismeret

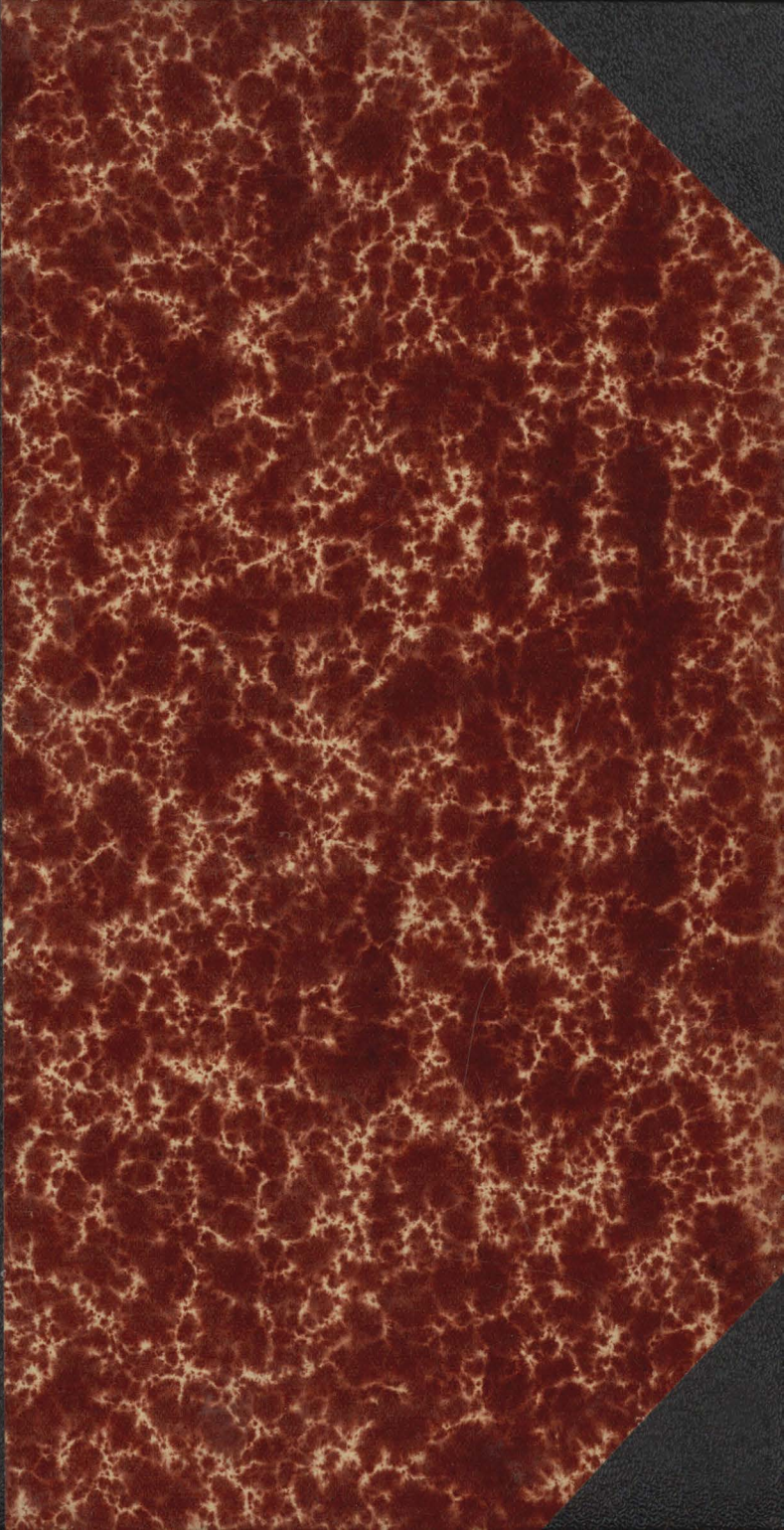


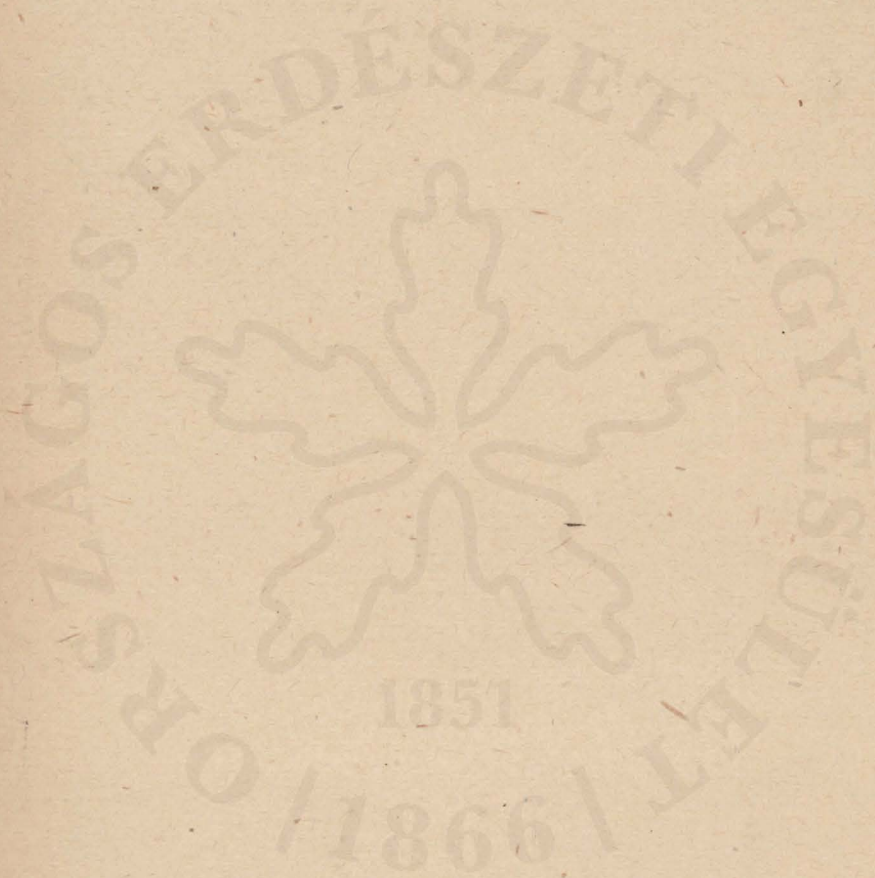
86



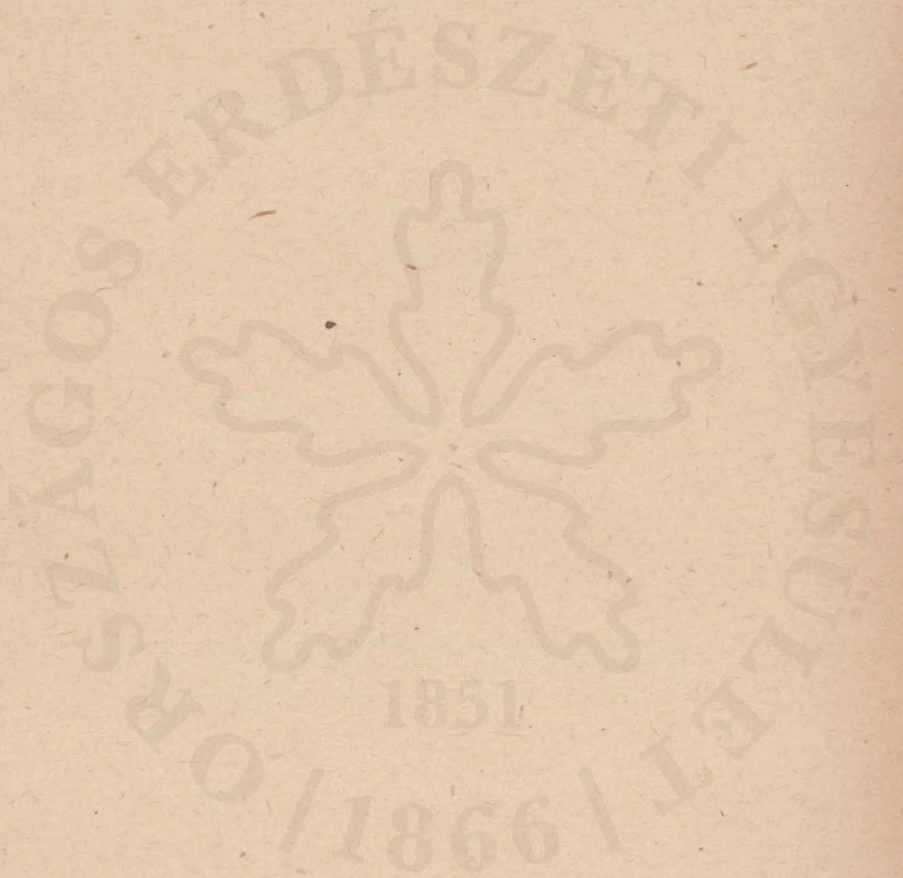
an
et
E

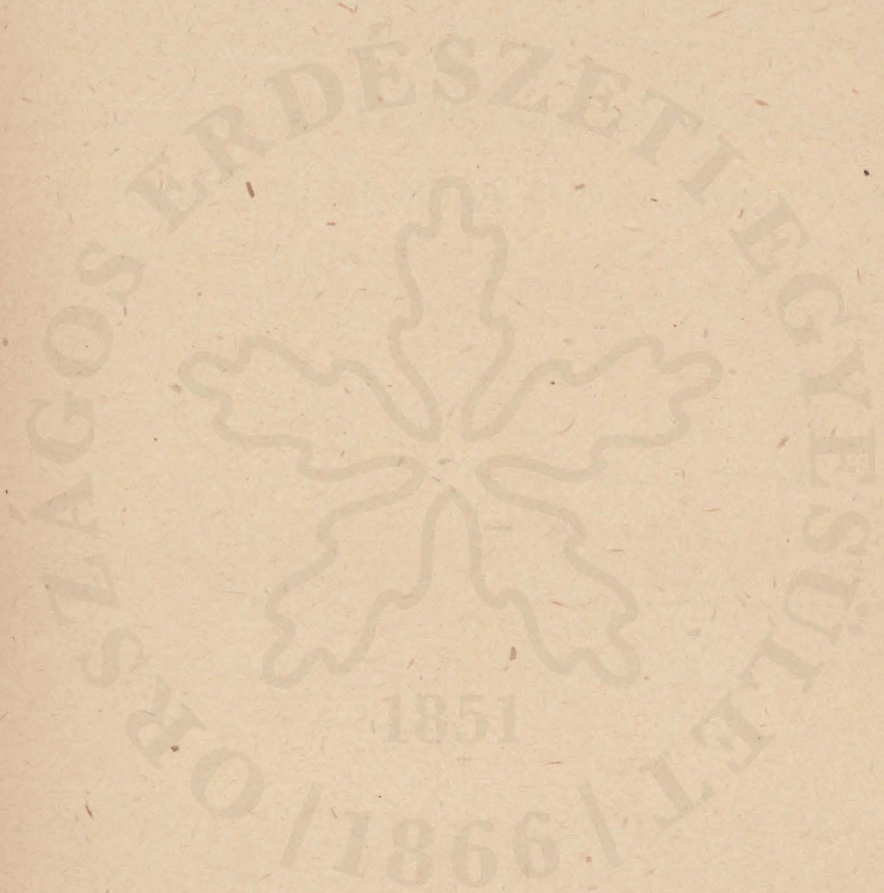
1250





OEE Könyvtár
Áll.Ell. 2018





GAZDASÁGI ÁSVÁNYTAN ÉS TALAJISMERET

A M. KIR. FÖLDMIVELÉSÜGYI MINISZTERIUM
MEGBÍZÁSÁBÓL

ÍRTA:

TREITZ PÉTER



29 SZÖVEGKÉPPEL ÉS 3 TÉRKÉPPEL

ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET
KÖNYVTÁRA

BUDAPEST

"PÁTRIA" IRODALMI VÁLLALAT ÉS NYOMDAI RÉSZVÉNYTÁRSASÁG
1929

"PÁTRIA"
IRODALMI VÁLL.
ÉS NYOMDAI
R.T.



1851

1866

KÖNYVTÁR
ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

292573

BEVEZETÉS.

Nem is olyan régen, még csak egy pár évtizeddel ezelőtt is, a talajismeretet senki sem tartotta önálló szaktudománynak. Otthona sem volt, az egyetemeken és főiskolákon ebben az időben még nem alapítottak talajtani tanszékeket s a kísérleti intézmények sorában még ekkor nem építettek talajtani kísérleti állomásokat. A talajismeret körében a tudományos kutatás a múlt század első felében indult meg, akkor egyes kutató-, kísérleti intézetek — növénybiológiai és növénytermesztési kísérleteik közben — a talajt is vizsgálat alá vették.

Elsősorban a mezőgazdasági kémiai intézetekben kutatták a talajoknak növényekkel szemben tanúsított viselkedését és keresték a talaj termékenységének fokozására szolgáló anyagokat és módszereket. Ebben az irányban azután valóban nagyértékű felfedezések követték egymást. A legfontosabbak ezek közül *Liebig J.* nevéhez fűződnek, aki a műtrágyázás alapelveit fektette le 1840-ben. Azután *Pasteur* következett a talajbaktériumok szerepét illető korszakos felfedezésével, majd *Berthelot* a talajnak nitrogénkötőképességét állapította meg. Ezek után *Hellriegel* és *Wilfahrt* a növényeken élő nitrogénkötő baktériumokat, *Schloesing* és *Muntz* a talajban lefolyó nitrifikációs folyamatokat (1876), végül *Winogradsky* (1886) a nitrifikáló baktériumok csoportját fedezte fel.

A legutolsó időben a legnagyobb érdem *P. Wagnert* illeli meg, aki 50 éves tudományos kísérleteivel műtrágyáknak hatását és alkalmazási módját állapította meg.

A múlt század második felében nagyon fontos munka indult meg Oroszországban is, ahol az addig szokásban volt igazságtalan adózást iparkodtak talajvizsgálatok segítségével megszüntetni. Evégből elhatározták, hogy az egész országnak talajait megvizsgálják és termékenység szempontjából osztályozzák és térképezik. Az elkészített térképek (1872) első ízben bizonyították be a klímának nagy

hatását a talajalakulás folyamataira és ennek kapcsán a talajok termékenységére. Ezért tudományos értéküket nem lehet eléggé nagyra becsülni.

1882-ben kezdődik a talajnak egy más irányból kiinduló tanulmányozása, nevezetesen ebben az évben alakult meg a porosz állami geológiai intézetnek agronom-geológiai osztálya. Ennek az volt feladata, hogy a talajoknak származását tanulmányozza és geológiai eredetük alapján az egyenlőknek látszó típusok elterjedését térképezze. Ennek mintájára létesült 10 év után (1892) a M. Kir. Földtani Intézet keretében a magyar agro-geológiai osztály.

A különböző országokban végzett vizsgálatok már 20 év után kimutatták, hogy az egymástól eltérő klíma alatt alakult talajok összes tulajdonságaikban különböznek, hogy e tulajdonságokról vallott eddigi nézetek kiegészítésre szorulnak. És kitűnt az is, hogy a vizsgálati eredmények csak abban az esetben lesznek általánosan felhasználhatók, ha a talajismeret művelői előbb egy közös értekezleten a vitás kérdéseket tisztázzák. Ennek az általános kívánalomnak kielégítésére szervezték a nemzetközi agro-geológiai konferenciákat. A kezdeményezés a magyar agro-geológusok nevéhez van kötve. Nevezetesen: Treitz Péter és Timkó Imre külföldi tanulmányútjokról hazatérve 1908-ban terjesztették elő egy nemzetközi konferencia tervét és Lóczy Lajos igazgató pedig 1909-ben összehívta az első nemzetközi agro-geológiai konferenciát.

Hogy a talajtani konferenciák egy általánosan érzett kívánalmat elégítettek ki, legjobban bizonyítja nagy népszerűségük. Az első kettő (Budapest 1909, Stockholm 1910) még agro-geológiai konferencia volt, de már a harmadik (Prága 1922) talajtani konferenciává alakult át. A negyedik iránt (Róma 1924) már a legtöbb országban olyan rendkívüli nagy érdeklődés nyilatkozott meg s a kérdéseknek olyan nagy tömegét terjesztették elő a megvitatásra, hogy alig lehetett őket egy konferencia szűk keretei között letárgyalni. Emiatt a legközelebbi értekezletet egy kongresszus bővebb keretében kellett megtartani. Ilyen előzmények után nyílt meg 1927-ben Washingtonban az „*Első Nemzetközi Talajtani Kongresszus*“ és ezzel a talajismeret hivatalosan is az önálló nagy szaktudományok sorába lépett.

Az ily terebélyessé nőtt tudományozásnak fontosságát 36 ország ismerte el azzal, hogy képviseltette magát a kongresszuson. A tárgy népszerűségét pedig az bizonyítja legjobban, hogy a római konferencia után a nemzetközi talajtani társaság tagjainak létszáma

1500-ra emelkedett és hogy a tagok számának nagyobbik fele részt vett az I-ső kongresszus 6 szakbizottságának tárgyalásain.

Egyidejűleg több állam felismerve a talajismeretnek közérdekű fontosságát, egyetemlein és szak-főiskoláin talajtani tanszékeket létesített és külön talajtani kísérleti intézeteket épített, melyekben tudományos és a gyakorlattal kapcsolatban álló vizsgálatokat végeznek. Tisztán talajtani tanszékek és intézetek vannak : Ausztriában, Németországban, Hollandiában, Dániában, Oroszországban, Finnországban és Lengyelországban, Japánban és Kanadában és természetesen legtöbb van az Északamerikai Egyesült Államokban.

Míthogy Magyarországon a talajtani kutatások nagy vívmányai még csak kevéssé ismeretesek, azért örömmel ragadtam meg az alkalmat, hogy a talajismeret-tudománynak mai állásáról ennek a „*Gazdasági Ásványtan*“ című munkának szűk keretei között beszámolhassak. Őszinte köszönetet mondok a nagyméltóságú Földművelési Miniszter Úrnak e megbízatásomért, nemkülönben a Pátria nyomdavállalat tekintetes Igazgatóságának, hogy megengedte, miszerint, a szűkre szabott keretet túllépve, a talajismeretnek legfontosabb fejezeteit mintegy dióhéjban megírhattam. Hiszem, hogy ezzel sikerült meggyőzőnöm az illetékes köröket arról, hogy a talajismeret művelése és tanítása országos érdek és hogy ez a tudomány szak már megérett arra, hogy ne legyen kénytelen más tudomány vendéglátását igénybe venni, hanem saját otthonában szolgálja a közérdeket.

Budapest, 1929. szeptember hó.

Treitz Péter.

TARTALOMJEGYZÉK.

I. RÉSZ.

Gazdasági ásványtan.

A talaj ásványainak keletkezése	3	Kénsavas káli, kainit és polihalit	28
A talaj ásványainak tulajdonságai	6	Timsó, kénsavas alumínium	28
<i>Fizikai tulajdonságok</i>	7	<i>Kloridok</i>	28
Az ásványoknak alakja	7	Kősó, szilvin és karnalit	28
Kristályrendszerek	8	<i>Foszforsavas ásványok</i>	29
Az ásványoknak színe, fénye, átlátszótsága és keménysége	9	Apatit, foszforit és vivianit	29
Az ásványoknak hasadása és tömöttsége	11	<i>Salétromsavas ásványok</i>	30
<i>Kémiai tulajdonságok</i>	11	Kálisalétrom, nátronsalétrom vagy chilei salétrom, mészsálétrom	30
Az ásványoknak oldhatósága	12		
Az ásványoknak lángfestése és olvadási foka	12		
<i>A talaj ásványainak leírása</i>	13		
Terméselemek	13		
<i>Oxidok</i> (kvarc, tűzkő, opál)	13		
<i>Fémoxidok</i>	15		
Vasoxidok. a) Vasoxidul	15		
b) Vasoxid. c) Vasoxidhidrát	16		
Titán-vas	17		
Alumíniumoxid és alumíniumhidroxid	18		
<i>Kovasavas ásványok vagy szilikátok</i>	17		
Alumíniumszilikátok	18		
Földpátok, kálföldpát, nátronföldpát, mészföldpát	19		
Zeolitok	20		
Csillámok csoportja: muszkovit, biotit, szericit, clorit	20		
<i>Kovasavas magnéziumásványok</i>	21		
Augit, hipersthen, amfibol, olivin, steatit, tajték	21		
<i>Szénsavas ásványok</i>	23		
Szénsavas mész, kálcit	23		
Magnesit, dolomit	24		
Szénsavas vas	25		
Szóda, bikarbona-szóda	25		
Trona	26		
<i>Kénsavas ásványok</i>	26		
Gipsz, kénsavas mész	26		
Glaubersó, kénsavas nátron	27		
Keserűsó, kénsavas magnézia	27		
		Kőzettan.	
		Kőzetek tulajdonságai	32
		<i>Kitörési vagy eruptív kőzetek</i>	33
		Gránit	34
		Trachit, riolit, obszidián, szurokkő, perlit és tajtkő	35
		Andezit	36
		Bazalt	37
		Vulkáni tufa	38
		<i>Üledékes kőzetek</i>	39
		Kréta, tavi kréta, márga, márvány, korallmész-kő és mésztufa	39
		Dolomit	43
		<i>Egyszerű kőzetek</i>	43
		Kősó	43
		Kálisók, gipsz, foszforit, koprolit	44
		Kovasav, kvarcit, kovasavhidrát, faopál	45
		<i>Mozgó vízből leülepedett kőzetek</i>	46
		Kavics, konglomerat, breccia	46
		Homok, homokkő, agyag és márga	47
		<i>Levegőből leülepedett kőzetek</i>	48
		A lösz	48
		<i>Átalakult vagy metamorf kőzetek</i>	45
		<i>Szerves eredetű kőzetek</i>	49
		Tőzeg	49
		Kőszén, feketeszen, barnaszén és lignit	51
		<i>Természeles szénhidrogének</i>	52
		Földgáz, petróleum, aszfalt, ozokerit vagy földviasz	52

Földtan vagy geológia.		A jég geológiai működése	61
A Föld keletkezése	53	A szél geológiai működése	62
A Föld belső melege	54	A lösz	63
A Föld erői	55	Az élő szervezetek geológiai működése	63
Vulkánosság	55	A Föld története	64
Vulkáni utóhatások, gázierek	56	A Föld őskora	66
A Földkéreg elmozdulásai	56	A Föld első kora vagy ókora	67
Évszázados emelkedések, süllyedések és a földrengések	58	A Föld középkora vagy másodkor	67
A víz geológiai működése	58	A Föld újkora	70
A víz körútja, oldódhatása és a karsztjelenségek	59	A harmadkor, az ó-harmadkor	70
A folyóvíz munkája	60	Az új-harmadkor	74
A tengervíz munkája	61	A negyedkor	76
		A pleisztocén-korszak vagy diluvium	76
		A holocén-korszak vagy jelenkor	79

II. RÉSZ.

Talajismeret.

I. FEJEZET.

Ősi talajok.

A talajalakulás módjai	83
A kőzetek elporlása	83
Az ásványoknak elmállása	84
A talaj agyagos részének eredete	85
A kőzeteknek geológiai elbomlása	86
A klimatikai tényezőknek a szerepe a talajalakulásban	87
Klimatikai tényezők, klímátípusok	88
Nedves levegőáramok	89
A csapadékvizek sőtartalma	89
Mezőgazdasági klímátípusok	90
A humidus klímaöv	90
Az aridus klímaöv, a száraz légáramok öve	91
A porhullás talajalakító hatása	93
A porhullás szerepe a talajtermékenységének fenntartásában	96
A hulló pornak származása	96

II. FEJEZET.

A talajszelvény szerkezete.

A növényzet talajalakító munkássága	97
A talajszelvénynek szerkezete az ősi növényiformációk alatt	98
Az erdők talajszelvényének a szerkezete	99
Az erdőségi övnek talajtípusai	102
A fenyőerdő szelvénye	104
A lombos erdők talajszelvénye	106
A bükkös erdők talajszelvénye	108
A mezőségi talajok szelvénye	109
Az ősi talajok átalakulása a mezőgazdasági művelés alatt	114
Az erdőségi talajoknak átalakulása	115
A mezőségi régiók	119
Az elszikesedés az Alföldön	121

III. FEJEZET.

A termőtalaj.

A termőtalajnak alkatrészei	124
Az ember használatában lévő talajok	124
A termőtalajnak alkatrészei	125
Az elporlásnak termékei	125
A talajnak kristályos alkatrészei	125
Az elmállásnak termékei	128
A talajnak kolloidos alkatrészei	128
A kolloidos anyagoknak tulajdonságai	128
A talaj agyagos részének tulajdonságai	133
A humusz: kémiai szerkezet, a humusznak féleségei	136

IV. FEJEZET.

A termőtalajnak tulajdonságai	140
A talajnak szerkezete, szövete és összeállósága	140
A fajsúly	144
A térfogatsúly	145
A porozitás	146
A talaj és a víz	146
A vízáteresztő képesség	147
A víztartó képesség	148
A talajnak vízfelszívó képessége	150
A talajvíz párolgása	152
A talaj és a meleg	154
A talajnak kémiai tulajdonságai	157
Fizikai adsorbtió	158
Kémiai adsorbtió	159
Báziscsere	160
Báziscsere savanyú és lúgos talajokban	161
A talajnak kémiai reakciója	163
A termőtalajok kémhatásának meghatározása	165

V. FEJEZET.

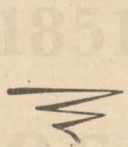
A termékenység.

A föld és talaj	169
A termőtalajnak élő alkatrésze ..	170
A talajbaktériumok és gombák ..	172
Celulózét felbontó baktériumok ..	172
Celulózét felbontó gombák	173
A szénsavszolgáltatás fontossága a növénytermelésben.....	173
Ammoniakot termelő baktériumok	176
Szabad nitrogéngázt lekötő baktériumok	176
A növények gyökerén élő nitrogénbaktériumok	178
Nitrifikáló baktériumok	180
Mészbaktériumok	180
A kénbaktériumok.....	181
A vasbaktériumok	181
A talajgombák	182
Algák vagy moszatok	182
Az adephonnak kártévő tagjai ..	183
A baktériumfalók, a véglények ..	184
Földi giliszták	184
Természetes vagy klimatikai termékenység	185
Mesterséges termékenység	186
A zöldtrágya.....	188
Ásványi műtrágyák.....	190
A termékenység fokának meghatározására szolgáló módszerek ...	193
1. A tenyészedény-kísérletek módszere	194
2. Bakteriológiai talajelemzés, talajelemzés baktériumok felhasználásával	196

3. Kémiai módszerek	198
4. Vegetációs és kémiai kombinált módszer	201
A talaj mészsükségletének meghatározása	202

VI. FEJEZET.

<i>A termőtalaj beosztása</i>	205
Magyarország talajainak beosztása	206
Nagy-Magyarország klímaregiónai ..	207
Mezőségi, azaz aridus klímaregiónok	209
Magyarország medencéinek klímája	209
A mezőségi klíma jellege	210
Humidus klímaregión	214
A dombvidékek és hegységek erdős régiói	214
1. Dombvidék, a füves erdők alrégiója	217
2. Alacsony hegyvidék, a bükkös-erdők alrégiója	217
3. Magas hegyvidék, a fenyőerdők alrégiója	219
A klímaregiónoknak fő talajtípusai	220
Fizikai tulajdonságok	220
Kémiai tulajdonságok	222
Forrásvizek és kútvizek összetétele a klímaregiónokban	223
A növényi hamu összetétele a különböző klímaregiónokban	224
<i>Csonka-Magyarország földtalajtípusai</i>	225
A mezőségi régióknak talajai ...	225
Az erdőségi régióknak talajtípusai	226
Hegyi talajok	233
Veres babérces agyag, a nyirok, Terra rossa	234
Gazdasági talajosztályozás	235



I. RÉSZ

GAZDASÁGI ÁSVÁNYTAN
KÖZETTAN – FÖLDTAN



Gazdasági ásványtan.

Ásványnak nevezzük mindazokat az egynemű és élettelen teste-
ket, amelyek természetes úton keletkeztek és a föld szilárd kérgének
alkotórészei.

E meghatározás szerint tehát a talaj nem egyéb, mint különféle
ásványoknak halmaza.

A homokon már első rátekintéssel is meglátszik, hogy sok-sok
ásványtörmelékből áll, de bár az agyag is csak ugyanolyan ásvány-
szilánkokból van összetéve, ez szabad szemmel mégsem látszik rajta,
mert az agyagnak egyes szemecskéi olyan aprók, hogy csak nagyon
erős nagyítással lehet benne az egyes szemecskéket megkülönböztetni.
De ha erős nagyítás alá vesszük az agyag porát, akkor azon is jól
meglátni, hogy az agyagtalajnak is minden egyes szemecskéje ásvány-
szilánk.

A talaj ásványainak keletkezését tanulmányozni csak a magas
hegységekben lehet, ahol a hegyeknek lejtőin és a völgyek oldalain
a földgolyó szilárd kérgét alkotó kősziklák kopáron fekszenek a fel-
színen. Minden talajnak ásványszemcséi egykor ugyanis ilyen kősziklák-
nak voltak alkotórészei.

A talaj ásványainak keletkezése.

Kezdetben a mi Földünk fehéren izzó gömb alakjában lebegett
a világűrben olyan módon, mint ma is még a csillagoknak egy része.
Anyaga cseppfolyós, izzó kőolvadék volt. Idők folyamán folytonosan
hűlt, végül a felületén egy szilárd kéreg alakult ki, mely kemény
burokként borította be az izzó cseppfolyós magot.

Mint hogy a Föld lehülése tovább tartott és a lehüléssel a Földnek
a magja össze is húzódott, térfogata kisebb lett, természetesen a burok
végül bő lett rajta és ennél fogva ráncok képződtek benne, a Föld
burokja megráncosodott. Ezek a ráncok a hegyek.

A ráncosodási folyamat azonban nem ment simán, a burok sok
helyütt el is szakadt és meghasadt, ezeken a hasadásokon azután

kitódult a belső izzó folyó kőolvadék és szétterült a felszínen. Azokat a helyeket, ahol a tüzes, olvadt anyag a felszínre ömlött, „tűzhányó-hegyeknek“ vagy „tűzhányóknak“ nevezzük. A kiömlő kőolvadékot pedig „lávának“.

Az izzó olvadéknak, vagyis a lávának kitódulása nem történik simán. Ahol a földkéregben nyílás támad, ott az izzó folyó kőolvadék kifolyása, feltörése kezdetben mindig robbanásszerűen történik s csak robbanásos tűzhányás után következik az izzó kőolvadéknak csendesebb kifolyása.

Vannak azután a szilárd földkéregnek olyan részei, amelyeken a Földgolyó kihülésével és összehúzódásával járó ráncosodás következtében a cseppfolyós kőolvadék felnyomódott ugyan, de anélkül, hogy kiömlött volna, csak olyan közel jutott a Föld felszínéhez, hogy ebben a közelségben már alacsonyabb hőmérsék hatása alá került s a folyós, izzó láva lassan kihült. A lassan kihülő láva teljesen átkristályosodott, anyaga teljesen kristályossá vált.

A lassú kihüléssel járó kristályosodási folyamat rendkívül hosszú időre terjed, ez olyan hosszú idő, hogy még ezer években is nehéz kifejezni.

A Föld szilárd kérgének felépítésében még egy fajta kőzetcsoport is szerepel, nevezetesen az üledékes kőzeteknek a csoportja, melyeknek legnagyobb része a tenger vízből rakódott le. Ezeknek a kőzeteknek ásványai mind olyanok, amelyek vízben oldhatók s a tenger vízből bizonyos hatások alatt kiválnak és a tenger fenekére szállnak alá. Tekintettel arra, hogy Földünk felszínének negyötödrészét fedi a tenger, a Földet burkoló szilárd kéreg felépítésében az ilyen módon keletkezett lerakódások is ehhez mérten igen hatalmas tömeggel vesznek részt.

A tenger vízből kiváló ásványok közül a legfontosabbak a mészpát, a dolomit, a kősó, a gipsz és a kálisók, mely utóbbiakat műtrágyának is használnak.

Azonban a tenger fenekére nemcsak olyan anyagok rakódnak le, amelyek a vízben feloldva voltak, hanem nagyon sok parányi szilárd szemcse is a fenékre szállt, amely csak lebegett a vízben. Ilyenek a folyóvizek által felkavart iszap és a tengerben élő parányi állatoknak a héja. A tenger fenekére lerakódó rétegek vastagságának növekedése az emberi élet évszámaihoz viszonyítva, igen lassú, alig egy pár centiméter. De tekintettel arra, hogy a lerakódás megszakítás nélküli

folyamat volt több olyan hosszú geológiai koron keresztül, melyekben az eltelt időt millió évek számával tudjuk csak megjelölni, természetes tehát, hogy a tengerben lerakódott rétegek vastagsága a mérhetetlen idők alatt több ezer méterre is megnövekedhetett. A lerakódás idejének mérhetetlen hosszúsága a magyarázata annak a ténynek, hogy a Földet beburkoló szilárd kőzetek nagyobbik része a tengerből lerakódott anyagokból épült fel.

A felsorolt folyamatok valamennyien még napjainkban is működésben vannak s ezek révén a szilárd kéreg folyton-folyvást vastagodik. Mindennek dacára a földkéregnek vastagsága a belső maghoz viszonyítva, még mindig nagyon csekély, csekélyebb, mint a tojás héja folyékony magjához viszonyítva.

A termőtalajnak ásványai a Föld szilárd kérgének elporlása alkalmával származnak. Ha saját szemünkkel akarjuk látni a talaj ásványainak születését, akkor a magas hegységbe kell mennünk, oda, ahol a Föld szilárd kérgének kőzetei a hegyek oldalán és a völgyek lejtőin takaró nélkül fekszenek a felszínen. A Föld kérgének ráncosodása alkalmával a szilárd kőzetek irtózatos nyomásnak vannak kitéve. Könnyen megérthető, hogy ahhoz, hogy valamely vízszintesen fekvő kőlapokból álló hegység tömegei több ezer méter magasságra emelve, élre állíttassanak, emberi mértékkel és számokkal ki nem fejezhető nagyságú nyomó- és emelőerő szükséges.

A nagy erő azonban nemcsak emeli, hanem nyomja is a kőzetet. A nyomás következtében a kőzet szilárdsága alacsony fokra száll alá, összefüggése meglazul, ásványai is összeropedeznek. Az ilyen meglazult és összeropedett kőzet a fagynak és a mozgó víz hatásának kitéve, nagyon hamar szétporlik.

A szilárdságában megbontott kőzeteknek törmelékét és zúzalékát tavasszal a hólé és az esők vize lesodorják a hegyoldalról a völgy fenekén folyó patak medrébe.

Ha a pataknak a vize hóolvadáskor megárad, akkor rendkívüli erővel rohan nagylejtésű medrében lefelé. Rohanás közben magával sodorja még a kocsideréknagyságú sziklatömböket is és lefelé görgeti őket. Útközben ezek a sziklatuskók egymáshoz ütődnek, kopnak, aprózódnak, úgyhogy mire a patak a folyóhoz ér, már csak emberfejnyiek a legnagyobb kőtuskók, melyek a fenekén gurulnak. A tavaszi árvíz a nagy kőtuskókon kívül természetesen rendkívül sok kisebb sziklatörmelékét és kőzúzalékot is szállít a hegységből le a síkságra. A kavics és a kődara a folyó fenekén gurul, a homok, a kőpor és a

kőliszt pedig a folyóvízben lebegve utazik. Ettől a hordaléktól zavaros tavasszal, hóolvadáskor a folyó árville.

A kavics és a homok. Ahol a folyómeder kiszélesedik, vagy az árvíz kilép medréből és elárasztja a partokat, ott a víznek sebessége megcsökken s a hordalék leülepedik a víz fenekére. A kavics a meder fenekén rakódik le, ezt a tavaszi árvíz se igen tudja már felemelni, hanem csak a folyóvíz fenekén görgeti. A homokot azonban a gyorsfolyású tavaszi ár még felkapja és midőn kilép a medréből, kiviszi magával az ártérre és ott rakja le.

Az agyag. A homoknál is finomabb kőzúzalék, szintén az ártereken rakódik le, olyankor, amikor a tavaszi árvíz nagyobb területet elönt és az víz folyása az ártéren annyira meglassúdik, hogy ez a lebegő iszap is lerakódhatik belőle. Ezekből az ártereken leülepedett finomszemű iszapokból lesz azután az agyagos talaj.

Futóhomok. A homokot, amely a víz partján rakódott le, megtámadja a szél, hajtja, görgeti maga előtt és nagy buckákat épít fel belőle. A homoknak nagyobbtestű szemecskéi csak gurulva mozognak a szél előtt, az apróbb szemeket azonban felkapja a szél és elröpíti őket messzire.

Bő árvizek sok homokot hoznak le a hegységből a síkságra s ez a szél előtt futó homok nagy területeket boríthat be. Ilyen módon alakultak ki az óriási kiterjedésű homokterületek Magyarországon, úgymint, a Nyírség a hevesmegyei és duna-tiszaközi homokterületek, a delibláti homokpuszta, a somogy megyei homokterület és végül a Kis-Alföld homokterületei. (Lásd a mellékelt térképet.)

A vízből leülepedett ásványos szemek halmazából válik az elmállást szabályozó tényezőknek hatása alatt talaj, melyben az erdei fák, a mező virágos növényei és a mezőgazdasági kulturnövények tenyésznek. A talajt alkotó ásványoknak kémiai szerkezete nagy hatást gyakorol a talajnak termékenységére, ezért szükséges a talajt alkotó ásványoknak főbb tulajdonságaival megismerkedni.

A talaj ásványainak tulajdonságai.

A talaj ásványainak tulajdonságait legkönnyebben a kavicsos vizsgálhatjuk meg, mert ennek egyes szemcséi olyan nagyok, hogy szabad szemmel megláthatók és így az egyes daraboknak fizikai tulajdonságai külön-külön megvizsgálhatók.

Ha egy kavicsdarabot kezünkbe vesszük és megvizsgáljuk, akkor elsősorban feltűnik az alakjuk. A kavicsszemek rendszeren le vannak gömbölyítve, továbbá a felszínük meg van kopva, színük a kopás következtében egészen elfakult, úgyhogy sem igazi alakjuk, sem igazi fényük nem látható.

A vizsgálathoz tehát a kavicsot szét kell törni, hogy a törési lapon az eredeti színét, fényét és a törés formáját megláthassuk. A kavicsot eltörve, először azt látjuk meg, hogy anyaga egynemű-e, vagy pedig többféle apró szemekből van összeragasztva, továbbá, hogy milyen a fénye, milyen formája van a törési lapjának, átlátszó-e, kemény-e és így tovább.

Az ásványok vizsgálatakor tehát a következő tulajdonságokat kell megállapítanunk :

1. *Fizikai tulajdonságok* : alak, keménység, szín, fény, átlátszóság, fénytörés, hasadás és tömörittség, vagyis a fajsúly.

Talajalakulás szempontjából még sokkal fontosabbak azonban a kémiai tulajdonságok, de ezeket már csak laboratóriumi vizsgálat alapján lehet megállapítani.

2. *Kémiai tulajdonságok* : kémiai szerkezet, oldhatóság, lángfestés, olvadás.

Fizikai tulajdonságok.

Az ásványoknak alakja. A talaj ásványai közül a legtöbbnek határozott és jellegzetes alakja van. Úgy, amint a hegységben kialakulnak, ott sík lapokkal határolt szabályos testeket formálnak, melyeket *kristályoknak* nevezünk. A kristályok a szervesetlen világ egyénéi és úgy szerepelnek az ásványok világában, mint az élőlények között az állatoknak vagy a növényeknek egy-egy példánya.

Földünk szilárd kérgét különböző kőzetek alkotják, melyek mindig bizonyos egy és ugyanazon fajtájú ásványokból vannak összerakva. A kőzetekben az ásványok ugyan kristályosak, de külső lapjaik csak nagyon ritkán tudnak kialakulni és pedig csak olyankor, ha az ásvány a kőzetnek repedéseiben, vagy üregeiben szabad térben alakulhatott ki. Ha azonban az ásvány a kőzetben a többiek társaságában egyszerre szilárdult meg, akkor megkapta ugyan minden fizikai és kémiai tulajdonságát, kivéve az alakot. Ilyen esetben nem alakulhatott ki egyenes lapokkal határolt kristály, mert ehhez nem állott elegendő tér rendelkezésére, hanem kitöltötte azt a helyet,

amely neki részül jutott s külső alakja ennek a térnek formájához alkalmazkodott.

Minthogy a talaj ásványai kőzeteknek elmorzsolódásából és szétporlásából alakultak, tehát a legritkább esetben találunk közöttük kész, kifejlődött kristályokat. A talaj ásványainak legnagyobb része csak ásványtörmelék és kristályzilánk.

Az elmondottakból kiviláglik, hogy a gazdasági ásványtan szempontjából az ásványoknak alakja, azaz kristályformája semmiféle fontossággal nem bír, ezért a kristályalakokat és törvényeit nagyon röviden fogjuk tárgyalni.

Kristályrendszerek.

Ha közönséges konyhasót feloldunk vízben és annyit teszünk belőle a vízbe, hogy felmelegítés után is marad még oldatlan só az edény fenekén és ha ezt a tömény oldatot kiöntjük egy tányérba és ott lassan kihűlni hagyjuk, akkor a tányér fenekén számtalan apró kis kockaalakú kristály fog kialakulni. A kocka a konyhasónak sajátos és jellegzetes kristályalakja.

Ha konyhasó helyett timsót oldunk fel vízben és ezt is egy tányérban hagyjuk kihűlni, akkor a tányér fenekén apró, hegyes kis kristályok alakulnak.

Ezt a feloldást és kikristályosítást akárhányszor végezzük, mindig egyforma kristályformák alakulnak ki az oldatból. Ezek a kristályformák az egyes ásványokra jellegzetesek.

A gazdaságban nélkülözhetetlen szer a rézgálic vagy kékgálic. A *rézgálic darabjai közül* mindig kiválogathatunk egy-egy 2—3 cm. nagyságú, szép kristályt. Ha most ezt a kékgálicot összehasonlítjuk a konyhasó kristályával és a timsókristályokkal, akkor látjuk, hogy minő nagy különbség van az egyes alakok között.

Az ásványoknak kristályalakjai már a legrégebb idő óta foglalkoztatták a tudósokat és tanulmányozásuk alapján egy nagyon széleskörű tudomány fejlődött ki, nevezetesen : a kristálytan.

A kristályokat közös tulajdonságaik alapján rendszerekbe foglalták össze. Összesen hat rendszert különböztetünk meg és pedig :

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. Szabályos rendszer, | 4. Rhombos-rendszer, |
| 2. Hatszöges rendszer, | 5. Egyhajlású rendszer, |
| 3. Négyzetes rendszer, | 6. Háromhajlású rendszer. |

Mint hogy a gazdasági ásványtanban az ásványoknak alaki tulajdonságai egyáltalán nem jutnak érvényre, ennél fogva a kristálytannal nem is foglalkozunk tovább.

Az ásványoknak színe. Az ásványoknak egy része szintelen, például: a konyhasó, a gyémánt, a timsó, de a legnagyobb részük színes és pedig a szivárvány összes színei előfordulnak közöttük:

A színek vagy az ásvány anyagától származnak, mint például a rézgálicnál, vagy pedig a hozzákeveredett idegen anyag festésétől. Ez utóbbi esetben festettnek vagy színezettnek mondjuk az ásványt.

Az ásvány színeződésének a legjobb példája a kvarc, mert bár tiszta állapotban ez is szintelen, az átlátszó alakja a természetben azonban ritkán fordul elő, rendszeren valamilyen színre van megfestve.

Az ásványoknak fénye. Az ásványok a reájuk eső fénysugaraknak egy részét visszatükrözik; minél nagyobb mértékben tükrözi vissza valamely ásványfajta a fénysugarakat, annál fényesebb.

Az ásványok fénye lehet: fémfényű, üvegfényű, zsírfényű, selyemfényű. Vannak földes külsejű ásványok, ezek fénytelenek. A talaj ásványai közül a legélénkebb fénye van a kvarenak, az üveg fényéhez hasonló.

Az ásványoknak átlátszósága. Az ásványok a fényt különböző mértékben bocsátják magukon keresztül. A szintelen ásványok a fényt akadálytalanul eresztik testükön keresztül, úgy hogy az ásványok mögött levő tárgyakat rajtuk keresztül jól meg lehet látni, ilyenkor az ásványokat átlátszóknak mondjuk. Vannak ásványok, melyek a fényt csak részben bocsátják át, a mögöttük levő tárgyakat csak akkor láthatjuk meg, ha nagyon vékony lapokon keresztül nézünk. Ezek az „áttetsző ásványok“ és vannak olyan ásványok, amelyek a fényt nem bocsátják át, ezek „átlátszatlanok“.

Az átlátszó ásványok bizonyos csoportja a fénysugarakat ketté osztja. Ezeket az ásványokat „kettős fénytörésűeknek“ mondjuk. Legismertebb formája a „kettős fénytörésű“ ásványoknak az „izlandi mézspát“. Ha egy izlandi mézspátból készült lap alá fekete vonalat teszünk és ha átnézünk a mézspátlapon, akkor két fekete vonalat látunk alatta egy helyett. Ezt a kristálytani tulajdonságot nevezzük „kettős fénytörésnek“. Az ásványok meghatározásakor a kettős fénytörésnek rendkívül fontos szerepe van.

Az ásványoknak keménysége. A kőst körmünkkal megkarcolhatjuk, a mézskövet a körmünk nem karcolja, de tűvel, vagy vaszeggel megkarcolható. A mézskő tehát keményebb, mint a kőst.

A kvarc megkarcolja az üveget, de üveggel nem tudjuk a kvarcot megkarcolni. A két anyag közül tehát az a keményebb, amely a másikat megkarcolja.

A keménység foka fontos és jellegző tulajdonsága az ásványoknak és ásványvizsgálatkor egyik legfontosabb adat az ásványoknak felismerésében. Az ásványok keménységének meghatározásához ismert keménységű ásványokból sorozatot állítottak össze. A sorozatnak minden következő ásványa keményebb, mint az előző. A keménységi sorozat a következő 10 ásványból áll:

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. zsírkeő, | 6. földpát, |
| 2. kősó, | 7. kvarc, |
| 3. kalcit, | 8. topáz, |
| 4. fluorit, | 9. korund, |
| 5. apatit, | 10. gyémánt. |

A keménységi fokozatot oly módon használjuk, hogy a vizsgált ásványt először a zsírkeővel, majd a fokozat következő, nagyobb keménységű tagjaival karcolni próbáljuk, másrészt a vizsgált ásvánnyal is karcolgatjuk a fokozat tagjait, a leglágább zsírkeőtől kezdődő sorrendben. Ilyen módon rátalálunk a fokozatnak arra a tagjára, amelyet a vizsgált ásvány karcol és arra is, amely viszont a vizsgált ásványt karcolja.

Az ásványok keménységét keménységi fokozat nélkül megközelítőleg meghatározhatjuk a következő próbák alapján:

Az 1. keménységű ásványok körömmel könnyen karcolhatók.

A 2. keménységűek körömmel már csak nehezen karcolhatók.

A 3. keménységűek körömmel már nem, de tüvel, vagy szöggel karcolhatók.

A 4. keménységűek tüvel vagy vasszeggel nehezen, de késsel könnyen karcolhatók.

Az 5. keménységűek késsel alig, acélreszelővel könnyen karcolhatók.

A 7., 8., 9. és 10. keménységű ásványok acélreszelővel sem karcolhatók: az üveget karcolják.

A keménység az ásvány anyagrészecskéinek összetartozásával áll szoros összefüggésben. Minél erősebb az anyagrészecskék összetartása, az ásvány annál inkább ellenáll az idegen test behatolásának, tehát annál nehezebben karcolható, vagyis annál keményebb.

Az ásványoknak hasadása. Az ásványok nyomás vagy ütés következtében széttörnek, a törési lap vagy síma, vagy szabálytalan. Ha a törési lap az ásvány kristályformájának valamelyik lapjával párhuzamos és síma, akkor azt mondjuk, hogy az ásvány hasad. A hasadás mindig a kristályok egyes lapjainak irányában történik. A kősó mindig a kocka lapjának irányában hasad szét, azaz a kocka lapja szerint hasad. Ha kalapáccsal a kockára ütünk, akkor a nagy kősókristály csupa apró kockára hullik szét.

Az anyag részecskéinek összetartása a hasadási síkra merőlegesen a legkisebb, miért is ebben az irányban a részecskék könnyebben szétválnak egymástól, mint más irányban.

A törés lapjai nem símák, hanem egyenetlenek. A formája szerint megkülönböztetünk: kagylós törést (pl. üveg, tűzkő); földes törést (pl. kréta); rostos törést (pl. földpát) stb.

Az ásványoknak tömöntsége. A talaj ásványainak egyik legfontosabb ismertetőjele a tömöntség, vagyis az a szám, amely megmondja, hogy az illető ásványból egy kocka mennyivel nehezebb, mint ugyanakkora térfogatú víz. Az ásvány súlya egyszer, kétszer, háromszor, négyszer vagy többször olyan nagy, mint a vízé és ennél fogva tömöntsége 2—3—4, vagy több lehet. Az ásványok tömöntsége 1—22 között váltakozik.

Az ásványoknak a tömöntsége egyenlő a fajsúllyal, a mindennapi életben tömöntség helyett fajsúlyt mondunk.

A talaj ásványainak vizsgálatakor az egyes ásványfajoknak szétválasztásához elsősorban a fajsúlyt használjuk fel. A tudósok szerkesztettek olyan oldatot, melynek fajsúlya egészen 3·5-ig emelkedik. Az ásványok közül csak nagyon kevésnek van ennél nagyobb fajsúlya, nevezetesen a magnetit-nek, melynek fajsúlya 5. Ha a talajnak jól megmosott ásványait ilyen nehéz fajsúlyú folyadékba tesszük, akkor a könnyebb fajsúlyúak úszni fognak rajta, míg a nehezebb fajsúlyúak leszállnak a fenékre. Ezzel a módszerrel olyan csoportokra lehet a talaj ásványait osztani, melyekben csak egyforma fajsúlyú ásványok vannak.

Kémiai tulajdonságok.

Talajalakulás szempontjából a talaj ásványainak legfontosabb tulajdonsága a kémiai szerkezet, mert az egyes ásványoknak kémiai szerkezete szabja meg a talajnak fizikai és kémiai tulajdonságait.

Az ásványok kémiai szerkezetük szerint vagy elemek, pl. arany, ezüst, szén, kén, vagy oxidok, pl. kvarc, magnetit; vagy sók, pl. konyhasó, földpát, mészkő stb. A természetben előforduló ásványokban az elemeknek nagy részét meg lehet találni, ezzel szemben a talaj ásványaiban a ma ismeretes sok elem közül csak igen kevés számú foglaltatik bent, ú. m.:

A nem fémek közül: szilícium (Si), oxigén (O), hidrogén (H), szén vagy karbon (C), nitrogén (N), kén vagy szulfur (S), foszfor (P), klór (Cl).

A fémek közül: kálium (K), nátrium (N), lithium (Li), mész vagy kalcium (Ca), magnézium (Mg), vas vagy ferrum (Fe), aluminium (Al), mangán (Mn), titán (Ti).

A talaj ásványaiban a felsoroltakon kívül még több elem is szerepel, ez utóbbiak azonban a talajra nézve nem fontosak.

A nem fém elemeknek oxigénnel és hidrogénnel alakított vegyületeit *savaknak*; a fémeknek oxigénnel alakított vegyületeit pedig *aljaknak*, vagy *bázisoknak* nevezzük. A bázisok és savak vegyületeit *sóknak* mondjuk.

Az ásványoknak oldhatósága. Az ásványok kémiai szerkezetük szerint vízben vagy más folyadékban különböző mértékben oldódnak. A talajt alakító ásványok bennünket csak vízben való oldhatósági fokuk szempontjából érdekelnek, a felsorolásban csak ezt fogjuk fel- említeni.

Az ásványok lángfestése. Az egyes ásványok színtelen lángba tartva, megfestik a lángot. A festés az ásványoknak bázisalkatrészétől ered.

A talaj ásványaiban előforduló elemek közül némelyek a lángban gőzzé válnak és az izzó gőz színesen megfesti a lángot. Így pl. a nátriumnak izzó gőze sárga; a káliumé ibolyaszínű; a kalciumé téglavörös; a rézé zöld s így tovább. Egy parányi darabka rézgálic lángba tartva, zöldre festi meg a lángot.

Az ásványoknak olvadási foka. Az egyes ásványfeleségek a tűzben megolvadnak, némelyiket már kis tűz is megolvasztja, de vannak olyanok is, amelyeknek megolvasztásához rendkívül nagy tűz, vagyis magas hőfok kell. A talaj ásványai mind nagyon nehezen olvadnak, a legnehezebben a tiszta kvarc. Ha kvarclisztet nátriummal vagy mézsóval együtt olvasztunk meg, akkor már könnyebben olvad meg és pedig annál könnyebben, minél több meszet vagy nátriumot

kevertünk hozzá és minél apróbb szemű az ásványliszt. Ezen alapszik a téglaegetés. Minél több homok van a téglá anyagában, annál nehezebben olvad, minél több föld és szénsavas mész, annál könnyebben.

A talaj ásványainak leírása.

Az ásványoknak legállandóbb tulajdonsága a kémiai összetétel, azért rendszeren a kémiai összetétel alapján csoportosítják őket. Kémiai összetételüket tekintve, az ásványok vagy *elemek*, vagy *sók*. Az ásványok alakjában előforduló elemeket „*terméselemeknek*“ nevezzük.

A vegyületek sorába tartozó ásványok összetételük szerint: *oxidok*, szénsavas sók vagy *karbonátok*, kovasavas sók vagy *szilikátok*, kénsavas sók vagy *szulfátok*, foszforsavas sók vagy *foszfátok*, sósavas sók vagy *kloridok* és salétromsavas sók vagy *nitrátok* és *szulfidok*.

A **terméselemek** közül a talajban csak nagyon ritkán fordul elő vas, kobalt, nikkell, fém. Ezek a fémek szétrobbant meteoritok poraként hullanak rá a talajra és mágnessavval kiszedhetők belőle. Némely folyóvíz homokjában arany és ezüst is található, de csak nagyon kis mennyiségben. Így pl. a Duna, a Maros, az Aranyos folyók homokja aranytartalmú.

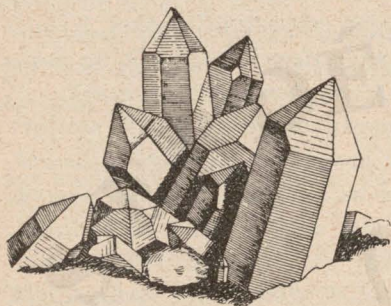
Oxidok.

A **kvare**. A talaj ásványai között a kvarc fordul elő a legnagyobb mennyiségben. A kvarc alkotja a homoknak és agyagnak legnagyobb részét. A kvarc kémiai összetételére nézve szilícium-dioxid, vagyis benne egy rész szilíciumhoz két rész oxigén van kötve. Kristályos alakja csak a hegységben, a kőzetek repedéseiben és üregeiben található, a talajban kristályos kvarc nagyon ritka. Nagy-Magyarországon csak Máramaros megye hegységeiben található tiszta kvarckristályok, a patak medrében, agyagban és homokban; ezeket máramarosi gyémántoknak nevezzük. A kvarc törési lapján üvegfényű, az üveget karcolja és acéllal tüzet ad. Igen kemény ásvány, keménysége =7, fajsúlya =2.65. Nem hasad, hanem kagylósan törik. Rendkívül nehezen oldódik. A fluorsavat kivéve, semmiféle sav nem oldja. A kvarc lisztje szódával hevítve, üveggé olvad össze.

A talajban előforduló kvarc nem tiszta, hanem mindig valami idegen anyaggal meg van festve, színe ezért nagyon változó. A színes kvarc színe szerint különböző nevet visel; ibolyaszínű kvarc neve: ametiszt; a sárgásbarnának vagy szürkének neve: füstkvarc; a feketének neve: morion; a zöldnek: phrazem; sárgának: citrin.

A természetben azonban ilyen kristályos szövetű, tiszta kvarc ritka, rendszeren szemcsés, rostos, vagy tömött szerkezetű tömegekben fordul elő. Ezek a tömött, tömeges kvarcok is mindig színesek.

A közönséges tömött kvarc fehér vagy sárgás, helyenkint egész hegyeket alkot. A tömeges kvarcféleségeket is színük szerint különböző névvel jelölik meg. A fehérkvarc a tejkvarc, a rózsaszínű a rózsakvarc, aventurin a vörösszínű s így tovább.



1. kép. Kvarckristályok.

A rostos szerkezetű kvarcot kalcedonnak nevezik, színe különböző. A közönséges kalcedon kékesszínű, a karneol vörösszínű, a krizopráz zöldszínű. A fekete- és fehérréteges neve : onix. A különböző színű réteges az „achát“, vörösszínű és nem átlátszó a „jáspis“. Fekete és tömött a palásszerkezetű kvarc, a lidiai kő, melyet az aranyművesek aranytárgyak vizsgálatára használnak. Neve éppen ezért „próbakő“.

Míndezek a kvarc- és kalcedoni félék előfordulnak ugyan a talajban is, részint mint kavicszemek, részint pedig mint homokszemek, de csak egyes helyeken, rendszeren régi tűzhányók közelében. Így Tokaj-hegyalján, a Mátrában, a visegrádi hegységben stb.

A *tűzkő* vagy *kova* a kristályos és az amorfkvarcnak a keveréke. Ezt a kvarcfajtát használják acéllal és taplóval tűz gyújtásához.

A kvarc a föld kerekiségén a legelterjedtebb ásvány és így minden talajnak a fő alkotórésze. A kavicsban 90%-nál több a kvarc, de már a homokban sok más ásvány is keveredik a kvarc közé. A duna-tiszaközi futóhomokban pl. csak 70% kvarc van, a többi 30% más ásvány. Úgyszintén a Duna, a Maros és a Körös homokjában is nagyon sok más ásvány van a kvarc mellett. Legtöbb a kvarc a Tisza homokjában.



2. kép. Csiszolt achát.

Az *opál*. Az opál anyaga abban különbözik a kvarcétól, hogy több-kevesebb vizet tartalmaz (3—10%). Sokféle változata van. Az egészen tiszta opált ékkőnek használják. A legáttetszőbbek színesen törik meg a fénysugarakat, azért nemesopálnak vagy tűzopálnak nevezik őket. A magyarországi nemesopál sárgás és vöröses színt játszik. Van azután még: tejopál, viaszopál, májopál. Ha faágak vagy fadarabok kavasvtartalmú vízbe kerültek, akkor a fa lassan elkovásodott, de megtartotta szerkezetét s jól látszanak rajta az évgyűrűk. Az opálnak ezt a formáját „faopál“-nak nevezik. Régi tűzhányók közelében sokszor találni ilyen faopált, egészen elkovásodott nagy fatörzseket.

Fémoxidok.

A talajban előforduló fémoxidok közül a legfontosabbak: a vasnak és az alumíniumnak oxidjai.

Vasoxidok. A vasnak oxigénnel alkotott sói háromfélék.

a) A *vasoxidul*, melyben egy rész fémhez egy rész oxigén van kötve.

b) A *közönséges vasoxid*, melyben két rész vashoz három rész oxigén van kötve.

c) A víztartalmú oxid, vagyis *vashidrát*, más néven vasrozsa, melyben két rész vashoz három rész oxigén és hat rész víz van kötve.

A *vasoxidul* csak az altalajban fekvő talajrétegekben fordul elő, olyan helyzetben, ahova oxigéntartalmú talajvizek nem juthatnak le. A vasoxidultartalom mindig nedves, rosszul szellőző talajt jelez. A vasoxidul a talajban egyrészt a kristályos ásványszemekben foglaltatik bent vendégalkatrész gyanánt (mellékes, nem fontos alkatrész), másrészt a talaj elmállott részének, az agyagos résznek lehet tagja.

A talajnak agyagos részében előforduló vasoxidul a talajnak kiszáritása után oxigént vesz fel és vasoxiddá alakul át. Az alagsövezésnek fő hatása is ebben nyilvánul, hogy a növényi életre káros vasoxidulvegyeknek oxidsóvá való átalakulását teszi lehetővé. Az alagsöveknek talajjavító hatása tehát nem merül ki abban, hogy a fölös vizet levezeti az altalajba, hanem abban is nyilvánul, hogy nyáron megkönnyíti a légkör oxigénjének az altalajba való lehatolását és megindítja az altalaj rétegeiben levő vasoxidulvegyeknek oxidációját.

Ha olyan talajrögöt hevitünk szabad lángon, melyben vasoxidulvegyek vannak, akkor ezek a vasoxidulvegyek izzítva, oxigént vesznek

fel és megvörösödnek. Szürke altalaj izzítás után megvörösödik. Ha szürke agyagból téglát égetünk és ha csak gyengén ég ki a téglá, akkor egészen veres színű lesz.

A *vasoxid*. A talajban vasoxid szabad ásványszemek alakjában is előfordul. Ilyen vasoxid ásvány a mágnesvaskő vagy magnetit. Különösen a homokban található, a futóhomoknak sohasem hiányzó alkotórésze. A duna-tiszaközi és nyírségi futóhomokban, valamint a deliblati puszta homokjában is helyenkint nagyon sok magnetit-kristályka van. A kristályok $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ mm. nagyságúak. A kifuvási helyek néha egészen feketék a sok magnetit-kristálytól, melyeket mágnesvassal nagyon könnyen kiszedhetünk a homokból.



3. kép. Magnetit-kristályok.

A magnetit nagyon nehezen mállik, azért találjuk ép állapotban és fénylő lapokkal a futóhomokban.

A *mágnesvaskő*. A talajnak nem fontos alkotórésze, de annál fontosabb talajalkotórész válik a magnetit ásványból elmállása után. Minthogy azon-

ban az elmállás mindig víz közbenjárása mellett történik, a vasoxid is vizet vesz fel és vasoxidhidrát válik belőle.

Vasoxidhidrát (limonit, gyevasérc, babérc, borsókő, vasokker). A talaj vastartalmú ásványainak elmállásakor az ásványokban levő vasoxidulvegyek kiszabadulnak, oxigént és vizet vesznek fel és vasoxidhidráttá alakulnak át. Ugyancsak vasoxidhidrát alakul a fémvas-tárgyak felszínén, amikor megrozsdásodnak. A vasrozsa nem egyéb, mint vasoxidhidrát. A vasoxidhidrát a talajban különálló ásványként is előfordul. Ilyen a limonit, más néven mocsárvasérc, lápok és mocsarak fenekén alakul, ahol néha egész hatalmas telepeket formál. Az alakja nagyon sokféle lehet. Van olyan limonit-telep, amely a mocsári növényzet elhalt részeit bekéregzi és összefüggő padot formál. Van olyan vasérc, melyben a telep diónyi vagy mogyorónyi nagyságú vasércgolyók tömegéből áll, ez a gyevasérc. Erdők talajában is találni ilyen vasérc-törmelék, melyeket kinézésük alapján babérceknek neveznek. Az olyan agyagoknak, melyben eféle babércek vannak, babérces agyag a nevük.

A babércek folyton mállanak a talajban, a málláskor leoldott vasoxidhidrát hozzákötődik a talaj agyagos részéhez és megfesti, azért a babérces agyagok rendszeren sárgák vagy veresbarnák.

A mésztartalmú föld, ha vasoxidhidrát megfesti, akkor sárgaszínű lesz, ezt a sárga földet vasokkernek nevezik. A dombvidéken és a síkságon az altalaj mindig vasokerrel megfestett agyag vagy márga. Ilyen szerkezete van a „lösz“-nek és az Alföldön az altalajban levő „sárgaföld“-nek. Mind a kettő vasokkerrel van megfestve. Ha a vasokkerhez csak nagyon kevés homok van hozzákeverve, akkor földfestékeknek használják.

A talaj vasoxidhidrát-tartalmának nagy fontossága van a talaj termékenysége szempontjából. A vöröstalajok mindig termékenyek.

Titán-vas vagy ilmenit. A homokokban apró, piciny táblák, vaszínű pikkelyek alakjában található, tömörsége 4·5—5, keménysége 5—6. Nagyon nehezen mállik el. Elmállás után a titán-oxid az agyagos részhez kötődik, szürke színt kölcsönöz neki. Összetétele : vasoxid + titán-oxid, a két fémnek aránya nagyon változó.

Aluminiumoxid. A természetben többféle aluminiumoxid fordul elő. A legismertebb a „korund“, melyet tiszta állapotban ékkőnek használnak, a rubin, a szaphir, mind aluminiumoxidok. A színezett aluminiumoxid „smirgel“ vagy „smirgli“ néven ismeretes, porát papírra ragasztják és csiszolópapírnak használják. A korund nagyon kemény, keménysége : 9, fajsúlya : 3·9—4·10, színe : kék, vörös, sárga, barna, zöld, szürke, fehér. Nagyon ritka ásvány, a talajban nagyon ritkán találni, legfeljebb homokban egy-egy kék korundszemet.

Aluminiumhidroxid. Az aluminiumtartalmú ásványok elmállásakor aluminiumhidroxid alakul, mely a talajnak agyagos részében foglaltatik benne. Az aluminiumhidroxid nagyon fontos alkotórésze a termőtalajnak, de az agyagban levő aluminiumhidrát nem kristályos alakú, hanem amorf- vagy kolloidos alakú ásvány.

Kovasavas ásványok vagy szilikátok.

A talaj ásványai között a kvarc után a legfontosabbak a szilikátok. Minden talajban sok szilikát van. Mennyiségük 10—30% között ingadozik. A talajban sokféle szilikát van, de valamennyien megegyeznek abban, hogy összetételük szerint kovasavas sók, melyekben egy vagy több bázis kötődik a kovasavhoz és hogy valamennyien nagyon magas hőmérsék hatása alatt alakultak és egykor tűzhányók kitörésekor kerültek a föld színére. Kristályos kovasavas ásvány vízben nem képződhetik, kikristályosodásuk mindig tűzhányóknak méhében, igen nagy mélységben s igen magas hőmérsék hatása alatt

történik. Ha kovasavas ásványoknak lisztjét igen magas hőmérsékben izzítjuk, akkor végre a kőliszt is megolvad és üveg lesz belőle. Ilyen megolvadt üveg a tűzhányóknak testében levő izzó folyó láva. Ha ez a láva a tűzhányó csatornáján keresztül feljön a felszínre és itt nagyon hamar kihűl, akkor ebből tiszta üveg válik. Ezt a természetes üveget „obsidián“-nak nevezik, valóságos üveg, mert olyan gyorsan hűlt ki, hogy a láva anyagának nem volt ideje kikristályosodni. De ha vékony lapot csiszolunk belőle és azt nagyító alatt nézzük, akkor azt látjuk, hogy az üveges anyagban apró kis testecskék úsznak. Ezek a parányi kis testecskék a kezdődő kristályosodásnak magjai. Ezek körül a magok körül alakulnak ki megfelelő körülmények között az ásványkristályok.

Ha a tűzhányó kitörése alkalmával az izzó folyó láva nem kerül ki egészen a felszínre, hanem a mélyben marad és ott hűl ki, ahol vastag takaró védi a gyors kihűléstől, akkor az izzó folyó lának egész anyaga kikristályosodik, nem marad benne semmi üveges rész, egyik kristály a másik mellett helyezkedik el, egymás hegyén-hátán minden kis teret kitöltve. Külső alakjuk aszerint változik, hogy milyen hely állott neki rendelkezésére a kikristályosodás alkalmával. Szép, simalapú kristályok, csak szabad térben alakulhatnak, üregekben, hasadékokban, ahol a kristály külső alakjának kialakulását semmiféle gátolja.

Így alakultak ki az összes kovasavas ásványok. Kovasavas ásvány nagyon sokféle van. Osztályozásuk kémiai szerkezetük alapján történik. Kémiai osztályozásuk szerint két főcsoportra oszlanak. Első csoport az alumínium-szilikátok csoportja, melynek főalkatrésze az alumínium-oxid; második csoport a magnézium-szilikátok csoportja, melynek főalkatrésze a magnézium-oxid.

Az alumínium-szilikátok.

Az alumínium-szilikátoknak nagyon bonyolult a kémiai szerkezete.



Kovasav 43—67%, alumíniumoxid 17—37% váltakozik benne; ehhez még 1—20% kálium-, nátrium- és mészőxid kötődik. Ezek a főalkatrészekon kívül tartalmazznak még vasat és magnéziát, de csak mellékes elegyrész gyanánt. A vas mindig csak festőanyag, az ásvány vastartalmától kapja a színét.

A földpátok.

Az alumínium-szilikátok között a legfontosabbak a földpátok. Minden talajban van földpát. Némely homokban több a földpát, mint a kvarc, az ilyen homokot „földpátos homok”-nak nevezik.

A földpátokat káliumoxid, nátriumoxid, mészőxidotartalmuk szerint foglalják csoportokba. Megkülönböztetnek káliumföldpátot, nátriumföldpátot és mészföldpátot. Minden földpátban van káli-, nátrium- és mészőxid is, csak-hogy változó arányban.

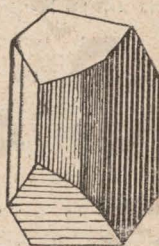
A káliföldpátban a legtöbb a káliumoxid és legkevesebb a mészőxid (16% káliumoxid, $\frac{1}{2}$ % mészőxid). A mészföldpátban pedig a legkevesebb a kálium és a legtöbb a mész, a nátriumföldpát a kettő között áll. A földpátok összetétele azonban nem állandó, hanem változó, úgyhogy számos átmenet van, amely egyik csoportból a másikba megy át. Összesen három földpátfajtát különböztetünk meg: 1. Káliföldpátok (Ortoklaszföldpátok). 2. Nátriumföldpátok (Plagioklaszföldpátok). 3. Mészföldpátok (Anorthitföldpátok). Ez a három fajta mindegyik még 3—4 alfajttára oszlik, de ezeknek a tárgyalásába nem bocsátkozunk.

A káliföldpát sok kovasavat tartalmaz: 66%, a mészföldpát kevesebbet: 55%, a nátriumföldpát a középen van.

A káliföldpát egyenesen hasad (innen ered a neve ortoklasz), a nátrium vagy mészföldpát ferdén hasad (innen a neve plagioklasz).

Az elmállást tekintve, az a földpát faj mállik legkönnyebben, melyben a legkevesebb a kovasav, tehát a mészföldpát. A káliföldpát mállik a legnehezebben, ezért találni a talajban mindig több káliföldpátot, mint mészföldpátot.

A földpátok nagyon kemény ásványok, $K = 6$, tömörségük 2.59—2.76-ig váltakozik. A káliföldpát legkevesebbé tömött, a mészföldpát a legtömöttebb, fajsúlya annál nagyobb, minél több mész van benne.



4. kép. A káliföldpát kristály alakja.

A zeolitok.

A zeolitok csoportjában olyan kovasavas savas ásványok tartoznak, amelyek kötött vizet is tartalmaznak. Összetételükre nézve a nátrium- és mészsilikátokhoz hasonlítanak azzal a különbséggel, hogy míg a földpátok vizet egyáltalán nem tartalmaznak, az összes zeolitokban kémiailag kötött víz van, amely elszáll, ha az ásványt izzítjuk, ha pedig a láng fölé tartjuk, akkor a víz habzás közben illan el és a zeolit kihűlve horzsakő (Bimzstein) forma alakot vesz fel. A zeolitok kristályos ásványok és tűzhányóknak lávájában fordulnak elő, ahol repedésekben és üregekben kristályosodnak ki.

A földpátok elbomlása után a zeolitokhoz hasonló testek alakulnak, azonban csak a kémiai tulajdonságokban hasonlítanak hozzájuk, de az alakjuk egészen más. A zeolitok kristályos ásványok, a földpátoknak bomlási terményei pedig kolloidtestek. Minthogy a kolloidtestek komplexuma nem vegyület, hanem keverék, ennél fogva összetételük sem állandó, hanem a körülményekhez képest, folyton változó. Régebben a földpátoknak azokat a bomlási termékeit, melyek a talajban fordulnak elő, szintén zeolitoknak nevezték. Ma azonban már tudjuk, hogy az ásványoknak kolloidalakú mállási termékei nem zeolitok, hanem olyan keverékek, melyekben humusz is van, ezért ezt *humusz-zeolitkomplexumnak* nevezik.

A zeolitok kémiai összetételük szerint kovasavas ásványok, amelyben a kovasavhoz alumíniumoxidon kívül kálium, nátrium vagy mész van kötve. Kémiailag kötött víztartalmuk 8—21% között ingadozik. A leggyakoribbak : analcin, natrolit, mind a kettő nátrium-zeolit. chabasit : mészkáli-zeolit.

A termőtalajban kristályos zeolit sohasem fordul elő, helyettük a humusz-zeolitkomplexumokat találjuk, melyeket röviden agyagos résznek nevezünk.

A csillámok csoportja.

A csillámok csoportjába tartozó ásványok egy alaki tulajdonságra nézve mind megegyeznek, nevezetesen : egy irányban igen könnyen hasadnak. Kitűnő hasadásuk folytán vékony lemezek, levelek alakjában találjuk őket úgy a kőzetben, mint a termőtalajban. Keménységük csekély : 1—4, már körömmel is karcolhatók, üvegfényük van. Összetételükre nézve az alumínium-szilikátok és magnézium-szilikátok elegyei ; ha vasat is tartalmaznak, színük

akkor sötét. A kőzetekben igen gyakori elegyrészek. Nehezen mállanak, különösen a víztiszta fajok, ennél fogva a kőzet elmállása után belső változás nélkül, csak fizikailag elaprózva jutnak bele a termőtalajba.

Muszkovit vagy káliessillám. Összetétele: kálium, alumínium, kovasav és kémiailag kötött víz. Szintelen, átlátszó, üvegfényű. Körömmel karcolható, könnyen hasad. Nagyon nehezen mállik, kőzetek elmállása után finom, apró lemezekre válva jut a termőtalajba. A folyóvizek és patakok partján a hullámveréstől felszaporodik s ilyenkor nagyon élénken csillog a parton a homok felülete és ezüstös csillogása alapján *macskaezüstnek* is nevezik. Nagyon nehezen mállik és azért minden talajban előfordul.

Biotit vagy magnéziumesillám. Összetétele: magnézium, alumínium, vas, kovasav és kémiailag kötött víz. Az egyes alkatrészek elegyedési aránya igen változó. Színe barnás, zöldes vagy fekete. Üvegfényű, vagy ha mállott, akkor bronzfényű lesz. Minél több benne a vas és a magnézia, annál könnyebben mállik. A termőtalajokban csak a tisztább, átlátszóbb féleségei fordulnak elő.

Szericit. Némely csillámpalában a muszkovitesillám igen finom pikkelyek alakjában van kifejlődve, ilyen kőzet felülete zöldes színű, selymfényű, zsíros tapintású. Ilyen külsővel bíró palát szercites palának, a benne levő muszkovitot szercicitnek mondjuk. (Pl. a Maros völgyében Solymos vára szercites palán áll.)

Klorit. A magnéziacsillámok néha elváltozást szenvednek, megvilágosodnak, zöldes színűvé válnak. A zöldes színű csillámot kloritnak nevezzük. Összetétele: magnézium, alumínium, kovasav és kémiailag kötött víz. Színük zöldes, selymfényűek, keménységük 1—2. A csillámpalák mindig tartalmazznak kloritos rétegeket.

Kovasavas magnéziium ásványok.

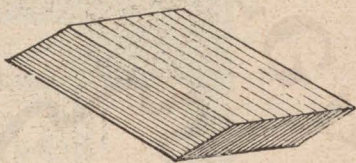
A kovasavas magnéziium ásványok csoportjában az alapvegyület a kovasavas magnézia; az alumínium, a vas, a mész, a káli vagy a nátrium bennük csak mellékes elegyrész gyanánt szerepel. A kőzetekben igen gyakoriak. Kristályalakjaik szerint két csoportra oszlanak: a piroxén-csoportra és az amfiból-csoportra.

Augit. A piroxén-csoportba tartozó ásványok között a legfontosabb az augit. Összetételére nézve kovasavas vasnak és kovasavas magnéziumnak a keveréke. Színe sötét, barnás, zöldes vagy fekete;

Szénsavas ásványok.

A szénsavas ásványok a szénsavnak egy vagy több oxiddal alkotott vegyülete, keménységük az 5. fokon nem igen emelkedik felül. Színük rendkívül változó, tiszta állapotban üvegfényük van. Savakban oldódnak.

Szénsavas mész. A szénsavas mésznek kristályos alakját kalcitnak nevezik. A kalcitkristályok tiszta állapotban átlátszók, jól hasadnak, a hasadási lapokon üvegfényük van. Keménységük 3. A kalcitnak jellemző fénytani tulajdonsága van, ugyanis a keresztülhatoló fény-sugarakat ketté osztja. Átlátszó kalcitkristály alatt levő pont vagy vonal kettősen látszik. Ezt a tulajdonságát felhasználják optikai készülékek szerkesztésére. A kalcit erős tűzben elveszti szénsav-tartalmát és izzitáskor a szénsav elillan és tiszta mészoxidot kapunk, melyet *égetett mésznek* neveznek. Az égetett mész a levegőből hosszú idő után vizet és szénsavat vesz fel, előbb mészoxidhidráttá, utóbb szénsavas mésszé válik.



6. kép. A kalcit kristályalakja.

A szénsavas mész sósavval leöntve, pezseg; szénsavtartalma ugyanis élénk pezsgés közben elszáll. Ezt a jellegzetes sajátságát használjuk fel a termőtalaj szénsavasmész tartalmának meghatározására.

A szénsavas mész szénsavtartalmú vízben oldódik, 1000 rész vízben 1 rész szénsavas mész oldódik fel. A forrásvizek, kútvezek mindig tartalmaznak szénsavas meszet. A mésztartalom nagyságától függ a víznek a keménysége, minél több a mész és a magnézia a vízben, annál keményebb. Forraláskor a szénsav elszáll a vízből s a mész, meg a magnézia kicsapódik a vízből és ráakadik a kazánnak vagy az edénynek a falára. Ebből lesz a kazánkö.

A föld mélyében magas hőmérsék és nagy nyomás uralkodik, ennél fogva a föld mélyebb szintjeiben mozgó víz nagyobb mennyiségű meszet old fel. Ha azután ez a víz hőforrás alakjában a felszínre jut, akkor a nyomás csökkenése folytán a szénsav nagyrésze elszáll belőle, a vízből kicsapódó szénsavas mész vastag réteggel vonja be azt a felületet, amelyen a meleg forrásvíz végigfolyik. (A margitszigeti forrásvíz kiömlésénél látni a forrásvízi mészkőburkolatot.) Ezt a mészkőzetet *édesvízi mészkőnek* nevezik.

Ha a hőforrás egy gödörből tör fel és ebben homokszemcsék mozognak a felbuzgó vízben, akkor a vízből kicsapódó mész ezeknek a homokszemeknek a felületére rakodik rá és ilyen módon apró, borsószem- vagy mogyorószem nagyságú golyókat alakít. A szénsavas mészből alakult borsószemeket *oolitoknak* vagy *pizolitoknak* nevezik.

A szénsavas mész a termőtalajnak fontos alkotórésze. A termékenységnek egyik legfontosabb tényezője, hogy a talaj elegendő meszet tartalmazzon.

A mézspátnak vagy kalcitnak igen sokféle alakja van. A tulajdonképeni mézspátnak vagy kalcitnak kristályai mindig csak a kőzetek



7. kép. A kalcit kettős fénytörése.

üregeiben és repedéseiben alakulnak ki. Átlátszó, víztiszta kalcitot Izland-szigetén bányásznak, ezt izlandi pátnak nevezik s ebből készítik az optikai műszereket. Ha sok, apró kalcitkristály tömötten hézag nélkül alakít kőzetet, akkor kristályos mészkő alakul, melynek legtisztább alakját márványnak nevezik.

Magnezit vagy szénsavas magnézia. Összetétele : magnéziumoxid és szénsav. Kristályokban csak a kőzetekben fordul elő. Színe fehér, sárgás, barnás, üvegfényű. Keménysége $4\frac{1}{2}$. Hideg sósavban nem oldódik, csak forró sósavban oldódik pezsgés közben.

A termő talajban magnezitkristályok nem fordulnak elő.

Dolomit. Összetétele : mészoxid + magnéziumoxid + szénsav. A dolomitkristályok színe többféle lehet : van fehér, szürke, barna, fekete, a kristályok üvegfényűek. Keménységük 4, tehát keményebbek,

mint a kalcitkristályok. Sósavban, hidegben nem oldódnak, de porrá törve vagy meleg savban, pezsgés közben feloldódnak.

A dolomitkristályok mindig nagy tömegekben fordulnak elő, melyek hatalmas terjedelmű hegyeket és hegyláncokat alkotnak (Budai hegység, Keszthely—Tapolca közötti hegység a Balaton mentén).

Szénsavas vas vagy sziderit vagy vaspát. Összetétele : vasoxidul és szénsav. Kristályos alakban a természetben csak kőzetekben fordul elő. Színe átlátszó, fehér, sárgás, szürkés, mállásnak indulva, vöröses és rozsdás lesz. A kristályoknak üvegfénye van. Keménységük 4. Forró sósavban pezsgés közben oldódik. Szénsavas vízben némileg oldódik, ezért alkalikus savanyú források vize mindig tartalmaz egy keveset. A felszínre jutva, a víz szénsavtartalmát elveszti s az oldatban volt szénsavas vasoxidul a vízből kiválik, oxidálódik s mint vasoxidhidrát, vagy vasrozsdá a víz fenekére száll. Nagyon sok helyen a kútvizek is tartalmazznak szénsavas vasat feloldva. Az ilyen vizekből állás közben az edény fenekén szintén keletkezik vasrozsdából vörös üledék.

Szénsavas nátrium (szóda, széksó, sziksó). Összetétele : nátriumoxid, szénsav és 10 rész víz. Szintelen, vízben könnyen oldódó ásvány, oldatának erős lúgos hatása van. Hevítve kristály-vizében megolvad. A természetben csak a tűzhányók csatornáinak falán fordul elő kristályos alakban. Továbbá Alföldünknek szikes, homokos területein a sziksós tavak vizének sohasem hiányzó alkotórésze. Nyáron a tóvíz elpárolgása után a tó szélén kivirágzik, azaz a nedves felszínen hajszálvékony kis tűk alakjában kristályosodik ki és sóréteggel vonja be a talaj felszínét. Ezt a jelenséget nevezik sókivirágzásnak. A szénsavas nátrium azonban tisztán ritkán fordul elő, hanem mindig együtt a savas szénsavas nátriummal.

Savas szénsavas nátrium (bikarbona szóda). Összetétele : egy rész nátriumoxid és két rész szénsav. Kristályai szintelenek és vízben könnyen oldódnak. Oldatának lúgos hatása csekélyebb, mint a normális szóda oldatáé. A forrásvizeknek, az úgynevezett savanyúvizeknek a savas szénsavas nátrium mindig egyik legfontosabb alkotórésze. Az Alföldön fúrt ártézi kutak vizei mind tartalmazznak savas szénsavas nátront. Továbbá az alföldi szikes és széksós tavaknak vizében, valamint a tó körüli talaj nedvességében mindig sok savanyú szénsavas nátrium van feloldva. A nyári melegben a felszín kiszárad és a hajcsövesség törvénye alapján az altalaj nedvessége

felfelé húzódik s amidőn a felszínen a víz elpárolog, akkor a benne oldatban volt savas, szénsavas nátrium kikristályosodik, a só kivirágzik.

A trona. Kora hajnalban, még napfelkelte előtt, amidőn a só kivirágzás megkezdődik, hosszú, túalakú kristályok borítják a talajt, melyek legnagyobb részét savanyú szénsavas nátriumból állanak. Amint feljő a nap és felmelegíti a kivirágzott sőt, akkor előbb elveszíti szénsavtartalmának egy részét és részben átalakul normális szénsavas nátriummá. Ilyen formában *trona* a neve. A trona ásvány összetétele: egy rész szénsavas és egy rész savas szénsavas nátrium és hat rész víz. Túalakú kristályokat alakít, melyek tömegesen összeállva, 2—10 cm. vastag kérget alakítanak a talaj felszínén vagy a beszáradó sóstó fenekén.

Trona tulajdonképen természetes szikso, mely sóstalajú területeken terem, Magyarországon és Oroszországban. Egyiptomban, Észak- és Dél-Amerikában lévő sóstalajú országreszek tavaiban igen nagy mennyiségben fordul elő. A tavak beszáradásakor a tó fenekén vastag sókérget formál. A talaj felszínén és a sóstó körül kivirágzott szikso a nyári meleg napsugarak hatása alatt elveszti kristályvíztartalmának nagy részét és fehér porrá hullik szét, melyet a forgószél könnyen felkap és szétszór a tó környékén. Ilyen módon szikesedik el a tó környékén a szántó föld talaja is.

A kénsavas ásványok vagy szulfátok.

A kénsavas ásványok a kénsavnak egy vagy több oxiddal történt egyesüléséből származnak. Rendesen szintelen, átlátszó vagy áttetsző, vízben és savakban könnyen feloldódó sók. Keménységük csekély, 2—4. A kénsavas ásványok mind a vízben ülepedtek le. Rendesen vastagabb telepeket formálnak, melyek néha nagy hegyekké tornyosultak fel.

Gazdaságilag a legfontosabbak közülök:

A kénsavas mész. Összetétele: mészoxid és kénsav. Két alakja ismeretes, ú. m. *víz tartalmú kénsavas mész vagy gipsz* és a *víz telen kénsavas mész* vagy *anhidrit*.

Gipsz vagy *víz tartalmú kénsavas mész*; összetétele: mészoxid, kénsav és két rész víz. Tiszta állapotban víztiszta, átlátszó, de ha vassal van megfestve, akkor vöröses, sárgás vagy kékes színű. Rendesen tömött, kristályos tömegeket alakít. A talajban különálló gipsz-

kristály vagy több gipszkristály együtt fészkekben található. A talajnak gipszkristályos feckszékű, könnyen hasítható vékony lemezekké. Üveg- vagy selyemfényű, igen puha ásvány. Keménysége 1,5 vagy 2. A gipsz felmelegítve, 90 C^0 -nál elveszti kristályvizének 15%-át; 132 C^0 -nál pedig az összes víztartalmát s porrá hullik égetett gipsz lesz belőle. A kereskedésben égetett gipszet árulnak, melyet ha vízzel összekeverünk, vizet vesz fel, újra kikristályosodik és egy darabbá áll össze. Így készülnek a gipszöntvények. Ha a gipszet 250 C^0 -ra hevítjük fel, akkor ú. n. agyonégetett gipsz lesz belőle és vízzel keverve, már nem vesz fel többé kristályvizet és nem lehet belőle többé gipszöntvényeket készíteni. A gipsz vízben oldódik, 400 rész vízben 1 rész gipsz. Az alföldi sós területeken az altalajban nagyon sok gipsz van, vagy mint különálló kristályok fordulnak elő, vagy sok kristály együtt fészket alakít. A szikes területeken a gipsz az altalajban a gyökerek után maradt csöveket tölti ki, az ilyen talaj gödör-ásásakor tarkának vagy eresnek mutatkozik, a humuszos fekete talajt vékony fehér erek hálózák be. A gipszet műtrágyául használják, a növények fejlődését elősegíti, a gipsztrágyát a lucerna hálálja meg legjobban.

Kénsavas nátrium vagy glaubersó. Összetétele: nátriumoxid és kénsav és 20 rész víz. Színtelen vízben nagyon könnyen oldódó só. 100 rész vízben 25 rész só oldódik. A természetben sós területeken a sóstavaknak sohasem hiányzó alkotórésze. Forró klímájú területeken a sóstavak beszáradásakor 20—25 cm. vastag lerakódás is alakul glaubersóból a tó fenekén. Ilyen tavak vannak Észak-Amerikában, a kaliforniai sivatagban és Dél-Amerikában. Oroszországban és Romániában nyáron a sóstavak vize szintén olyan tömény lesz, hogy a tó fenekén a sós víz alatt vastag sókéreg alakul, főként kénsavas nátriumból, de emellett van még kénsavas mész és kénsavas magnézium, valamint konyhasó is a sókeverékben.

Kénsavas magnézium vagy keserűsó. Összetétele: magnéziumoxid, kénsav és 7 rész víz. Színtelen, vízben könnyen oldódó só; íze keserű. Némely forrás vize nagy mennyiségben tartalmazza. (Budán a Lágymányoson lévő vizek sok keserűsót tartalmaznak. Hortobágyon a keserűkutaknak vizében is előfordul és ez okozza a víz keserű ízét.)



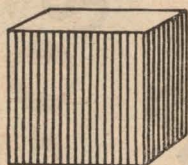
8. kép. Az altalajban előforduló gipsznek kristályalakja.

Kénsavas kálium. A kénsavas ásványok közül gazdasági szempontból még nagyon fontosak a kálium sói. Németországban a kősótelepek felett vastag kálisótelepeket találtak. Ezeket bányásszák, tisztítják és műtrágyáknak árulják. A kálisótelepek többféle sónak keverékéből állanak, ezek közül a legfontosabbak :

Kainit. Ez a legfontosabb ásványa a németországi sótelepeknek Stassfurtban. Összetétele : kénsavas káli, konyhasó, kénsavas magnézium, magnéziumklorid és víz. A kainitet nyersen is alkalmazzák műtrágyának, azonban csak Németországban, külföldre csak a megtisztított kálisó kerül, a tiszta kénsavas káli.

Polihalit. Kénsavas kálium és magnézium. Összetétele : káliumoxid, magnéziumoxid, kénsav és két rész víz.

Kénsavas alumínium, timsókö vagy alunit.



9. kép. A konyhasó kristályalakja.

Összetétele: káliumoxid + két alumíniumoxid és kénsav, ezenkívül alumíniumhidrát is van benne. Üvegfényű, víztiszta vagy színes ásvány. Keménysége 3. Trahit vidéken szemcsés, kristályos, vagy tömött földes alakja gyakori. (Beregszász, Parád, Sárospatak). Savakban nem oldódik. Izzításnál felbomlik, timsó és alumíniumhidroxid válik belőle. Timsó található még az Alföld altalajából eredő némely kútvízben is.

Kloridok.

Kloridnak nevezik a sósavnak valamely oxiddal alakított sóját. A kloridok vízben könnyen oldódnak, üvegfényűk van és puhák.

Kősó. (*konyhasó, nátriumklorid*). Összetétele: nátriumoxid és sósav (61% klor és 39% nátrium.) Átlátszó, puha ásvány, vízben könnyen oldódik (36 rész só, 100 rész vízben). Kristályalakja a kocka. A termőtalajnak sohasem hiányzó alkotórésze.

Szilvin. Összetétele: káliumoxid + nátriumoxid és sósav. Átlátszó vagy színes, puha ásvány; vízben könnyen feloldódik s a víznek kesernyés-sós ízt kölcsönöz. Fontos trágyaszer.

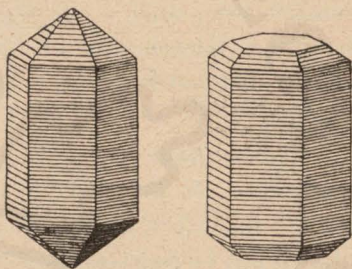
Karnalit, Összetétele: káliumoxid + magnéziumoxid, sósav és 6 rész víz. Szintelen, vagy rózsaszínű, puha ásvány; vízben könnyen oldódik és csipős ízt kölcsönöz neki.

Szilvin és karnalit a németországi Strassfurtban és lengyelországi Kalusban, a kősóbányákban fordulnak elő, fontos műtrágyák. Nyers állapotban azonban csak a bányahely közelében használják. Magyarországon kálisótelepek nincsenek.

Foszforsavas ásványok vagy foszfátok.

A foszforsavas ásványok egy vagy több bázisnak foszforsavval való egyesülésénél származnak. A bázis rendszeren a mész, ritkábban a vas. A foszfátok vízben nem oldhatók, gyenge savak és szénsavtartalmú víz feloldja őket.

A legfontosabb foszforsavas ásványok a következők: *Apatit*. Összetétele: Mészoxid és foszforsav. Színe fehér, szürkés, zöld, kék, sárga vagy hússzínű, üvegfénye van; keménysége 5. Fajsúlya 3·1—3·24. Kőzetekben oszlopos vagy túalakú apatitkristályok zárványok gyanánt fordulnak elő, különösen a granitok, a trachitok és a bazaltok tartalmaznak apatitkristály-zárványokat. A bazalt foszforsavtartalma az apatitzárványok alapján 1·5%-ra is emelkedhetik.



10. kép. Az apatitnak kristályalakjai.

Foszforit olyan apatit, amely vassal, mésszel vagy agyaggal van keverve. Többféle formája van. Mészköhgyekben a mészkö rétegekben alakít telepeket, melyeknek 20—40% a foszforsavtartalma. Más helyütt pedig fejnagyságú golyók alakjában agyagrétegekben fordul elő. Ezeket a foszforitgolyókat koprolitoknak nevezik. Ilyen foszforittelepek vannak a Don mellékén Oroszországban. Végül vannak foszforsavtartalmú homokkövek is, ezeknek van eddig legkisebb értékük, mert nagyon drága eljárással lehet csak foszforsavat belőlük kioldani. A természetes foszfátból készítik a műtrágyagyárak a szuperfoszfátot.

Vivianit, foszforsavas vas. Összetétele: Vasoxidul és foszforsav, továbbá 8 rész víz. Fehérszínű ásvány, mely a levegőn megkékül. Keménysége 2, fajsúlya 2·6—2·7 kristályos vagy földes, fehéres vagy kékszínű, savakban könnyen feloldódik. Tőzeges mocsarak fenekén, vagy magában a tőzegben lelhető. Ha a foszforsavas vas csontok pórusaiban rakódik le, akkor egészen elkövesíti a csontokat s mint-

hogy a csontnak keménysége 5, egészen szilárd ásványokká alakítja át őket. A levegőn ezek a csontok szép világoskék színt öltenek magokra. Az ilyen megkövesedett csontokat türkisznek nevezik és ékköveket, műtárgyakat faragnak belőlük.

Helyenkint a földes vivianit nagyobb mennyiségben található, ez esetben bányásszák is, (Németországban Schleswig-Holsteinban). Gyakorlati tekintetben nem oly fontos, mint a fent jelzett foszforit.

Salétromsavas ásványok vagy nitrátok.

A salétromsavas ásványok a salétromsavnak bázissal alakított sói a természetben baktériumok életműködésének eredményeként képződnek. Mint könnyen oldható sókat, a csapadékvizek medencékbe mosták bele, ahol a víz elpárolgása után a kiszáradt tó fenekén, hatalmas telepeket alakítottak. Ezeket a salétromtelepeket most rendszeres bányaműveléssel kitermelik és nitrogénműtrágya gyanánt árulják.

Kálisalétrom vagy közönséges salétrom. Összetétele: 53% salétromsav és 43% káli. Átlátszó, vagy színes, puha ásvány; üvegfénye van, vízben könnyen feloldódik (egy rész só és 7.71 rész vízben oldódik). A kálisalétrom az Alföldön falvak, tanyák közelében, tóvizek szélén akkor virágozott ki, mikor még a trágyát nem hordták a földekre, hanem azt a falu szélén dombokká halmozták fel. Ma már salétromkivirágzást az Alföldön seholsem találni.

Nátronsalétrom vagy *Chilei-salétrom* Összetétele: 36% nátriumoxid és 64% salétromsav. Átlátszó vagy áttetsző ásvány, vízben könnyen oldódik (1 rész só 1.14 rész vízben), a víznek hűsítő sóst ízt kölcsönöz. Chilében, Boliviában és újabban Afrikában a Sahara sivatagban a forró és aszályos klímájú vidékeken nagy mennyiségben felszaporodott, helyenkint több méter vastag rétegekben fekszik. Azelőtt fontos nitrogénműtrágya volt, de mióta a levegő nitrogénkészletéből tudnak gyárilag salétromsókat készíteni, azóta fontossága megszűnt.

Mészsalétrom. Összetétele: 31% mész és 59% salétromsav és 10% víz. Átlátszó ásvány, vízben könnyen oldódik. Nitrogéntartalmú szerves anyagoknak rothadása alkalmával keletkezik. Épületek nedves falán sokszor látni hosszú, tűalakú kristályokat, melyek a téglá, vagy a vakolat felszínét bekérgezik. Ezek a kristályok a mész-

salétromnak kristályai. A ház körül a földben nitrifikáló baktériumok élnek és salétromsavat termelnek, melyet a vakolat mesze leköt és mészsalétromot csinál belőle. A mészsalétrom feloldódik a talajnedvességben s a vízzel a fal tégláinak likacsain keresztül felhúzódik, itt a víz elpárolgása után pedig kikristályosodik. Eféle mészsalétromalakulás az országban mindenütt található, különösen az istállók falán.

Az utolsó évtizedekben már a németországi és norvégiai gyárak mesterségesen csinálnak salétromsókat a levegő nitrogénjéből s ezt a gyári salétromot árulják nitrogénműtrágya gyanánt. A chilei salétromnak jelentősége a gyári salétromsóknak elterjedése következtében mindinkább kisebb lesz.

Kőzettan.

Ha nagyon sok ásványszem áll össze egy tömegbe, akkor kőzetnek nevezzük. A kőzet lehet egyszerű vagy összetett. Egyszerű a kőzet, ha csak egyfajta ásványból van összerakva. Például a mészkő, a dolomit, továbbá hatalmas tömbökben és telepekben előforduló kősó, gipsz; ugyancsak hegyalkotó tömegekben található közönséges kvarc is, ezek mind kőzetek. És mivel mindezeket az ásványtömegeket egyféle ásvány alkotja, azért *egyszerű kőzeteknek* mondjuk őket.

A Föld szilárd kérgének felépítésében résztvesznek olyan kőzetek is, amelyek többféle ásványból állanak. Ilyen például nagy hegységeket alkotó gránit, amely földpátból, csillámból és kvarcból áll, ilyen kőzet a kavics is, ha vastag telepekben halmozódott fel, mert a kavicsnak szemeit is a legkülönbözőbb ásványok alkotják. A különböző ásványokból álló kőzeteket *összetett kőzeteknek* mondjuk.

Az ásványokat, amelyek akár egyszerű, akár összetett kőzeteket alkotnak, kőzetalkotó ásvány néven foglaljuk össze.

A kőzetet alkotó ásványok alakjukra nézve kétféleké lehetnek: 1. eredeti kristályok és 2. kristálytörmelékek. Eredeti kristályok vannak a kőzetben akkor, ha az ásványok abban a kőzetben kristályosodtak ki, amelynek ma is alkotórészei. Kristálytörmelékek annak a kőzetnek az ásványai, amelyek valamely kristályos kőzetnek szétmorzsolódása után keletkeztek azokból az ásványokból, amelyek a szétmorzsolts kőzetből kiszabadultak. Az eredeti kristályokból felépített kőzeteket *kristályos kőzeteknek* mondjuk.

A kőzetek között nemcsak összetételük, hanem keletkezésük szerint is különbséget kell tenni. A gránit és sok más összetett kőzet a Föld mélyéből feltóduló kőzetolvadék kihűlése és megszilárdulása által keletkezett. Ezeket a kőzeteket *kitörési* vagy *eruptív*-kőzeteknek nevezzük.

A mészkő, dolomit, kősó, gipsz és kavics vízből ülepedett le; a lösz nevű kőzet pedig, mely néhol nagy tömegekben halmozódott fel,

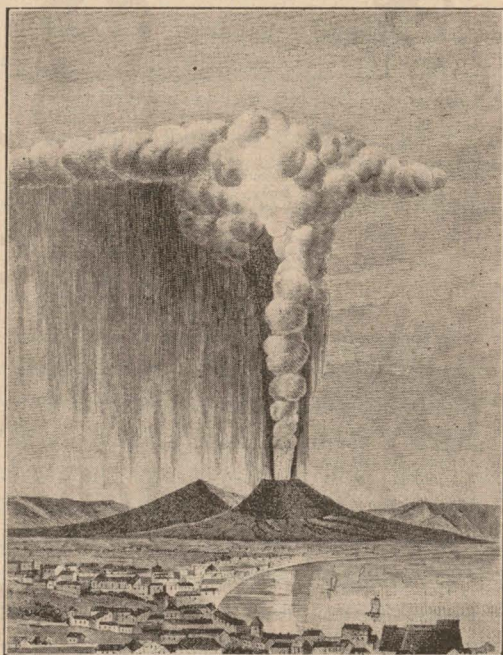
a levegőből leülepedett porból keletkezett. A vízből és a levegőből leülepedett kőzeteket *üledékes* vagy *szediment* kőzeteknek mondjuk.

Eszerint a kőzetek összetételük szerint lehetnek: 1. egyszerű kőzetek, 2. összetett kőzetek; keletkezésük szerint lehetnek pedig: 1. kitörési (eruptív) kőzetek, 2. üledékes (szediment) kőzetek, 3. átalakult (metamorf) kőzetek.

Kitörési vagy eruptív kőzetek.

A Föld mélyén levő izzó kőzetolvadéknak, amelyből az eruptív kőzetek keletkeznek, *magma* a neve. A feltörő magma egyrésze nem jutott el egészen a Föld felszínére, hanem a szilárd kéregben, de a felszínhez közel hűlt ki és merevedett kőzetté.

A magmából a szilárd kéreg mélyén keletkezett eruptív kőzeteket *mélységi kőzeteknek* mondjuk. Ilyen például a gránit. A magma más része helyenkint áttörte a szilárd földkéreget és láva alakjában a felszínre ömlött és itt merevedett kőzetté. A láva felszínre ömlése a tűzhányóhegyek, vulkánok csatornáin keresztül történik. A felszínre ömlő lávából keletkezett eruptív kőzeteket ezért *kiömlési* vagy *vulkáni kőzeteknek* nevezzük, ilyen például a trachit és a bazalt.



11. kép. A Vezuv tűzhányó kitörése.
(Neumayer „Erdgeschichte“ után.)

A magmának és a felszínre ömlő lávának kémiai összetétele nagyon változó, úgyhogy belőlük sokféle ásvány alakulhat ki, ennél fogva azoknak az eruptív kőzeteknek elemei, melyek a lávából kristályosodtak ki, többféle ásványból állanak, tehát összetett kőzetek.

Amikor a magma vagy a láva lehül, az olvadékban levő vegyületek egymásután válnak ki és szilárdulnak ásványokká. A mélységben a megmerevedő magma lassan hül ki, a vegyületeknek tehát sok idejük van a kristályosodásra, miért is a magmából valamennyi vegyület ki tud kristályosodni. A mélységi kőzetek ilyenformán szorosan egymás mellé zsúfolt kristályokból épülnek fel. Az ilyen kőzetről azt mondjuk, hogy kristályosan szemcsés szövetű. A kristályosan szemcsés szövet valamennyi mélységi kőzetre jellemző.

A Föld felszínén a láva gyorsan hül ki s ezért a lávából csak a vegyületeknek egyrésze kristályosodik ki, másrésze pedig amorf állapotban merevedik meg. Az így keletkezett kőzetekben amorf vagy parányi kristályokból álló alapanyagot és ebben nagyobb, jól kifejlődött kristályokat különböztethetünk meg. Az ilyen kőzetet *porfiros szövetűnek* mondjuk.

Ha a láva igen gyorsan hül ki, például ha a tenger alatt tör elő, akkor anyaga legtöbbször egyáltalában nem tud kikristályosodni, hanem egész tömegében amorf-, üvegszerű kőzetté merevedik. Az így keletkezett kőzetet *üveges szövetűnek* mondjuk. A vulkáni kőzetek többnyire porfiros, ritkábban üveges szövetűek.

A gránit.

A mélységi kőzetek közül a legelterjedtebb a gránit, amely kvarc, ortoklászöldpát és csillámkristályokból áll és mint a mélységi kőzetek általában, kristályosan szemcsés szövetű. Ezek az ásványok együttesen jellemzik a gránit anyagát, ha csak egy is hiányzik közülök, akkor a kőzet már nem nevezhető gránitnak. A kvarc, ortoklászöldpát és csillám tehát a gránitnak lényeges elegyrésze.

A gránitban a lényeges elegyrészekon kívül esetleg más ásványok is előfordulhatnak, de ezek nem jellemzők a gránit anyagára és ennek folytán hiányozhatnak is belőle. Az eruptív kőzetekben a lényeges elegyrészek mellett esetleg előforduló, de a kőzetre nem jellemző ásványokat járulékos, illetve mellékes elegyrészeknek nevezük. A gránitokban a kristályoknak nagysága nagyon változó, némely gránitban a kristályok csak mákszemnyi nagyok, vagy még kisebbek is. Vannak ismét olyan gránátok is, melyekben a földpátok egész ökölnyiek.

A földpátot és a kvarcot fényük és törési felületük alapján lehet egymástól megkülönböztetni. A földpát törési felületén lapozatos és üvegfényű, a kvarc törési felülete egyenetlen, szabálytalan és repedé-

sekkel átszőtt, mindig átlátszó és zsírfényű. Kézi nagyítóval ezek a különbségek könnyen felismerhetők.

A gránit féleségeit a lényeges elegyrészek szerint külön névvel jelöljük.

Biotitgránit melyben a csillám biotit. Ilyen gránit van: Fejér vármegyében a Velencei hegységben és Paulis mellett Arad megyében; továbbá hasonló összetételű Tolna megye Morágy, Nyitra megye Zoborhegy, Zólyom megye Kriván, Liptó megye a Prassiva (Koritnyica) gránitja.

Biotit-muskovitgránit. (Pozsony, Sopron; Gömör megye Királyhegy; a Magas-Tátra gránitja.) Tiszta muskovitgránit rendszeren csak mint közettellér fordul elő a gránitokban.

A gránit nagyon szilárd kőzet, a mállási tényezők hatásának jól ellenáll. Svédországban és Norvégiában vannak gránitsziklák, melyet 9000 év óta ki vannak téve az idő viszontagságainak anélkül, hogy azokon a mállásnak jele látszanék. Mégis sokszor találni gránithegyek lejtőin megbontott kőzetet, melyben a földpátok elföldesedtek és a kőzet laza darává hullik szét. Ez a bontás nem a mállási tényezők hatásának eredményeként létesült, hanem geológiai erők munkájának eredménye.

A trachit, riolit (liparit).

Ez a kőzet igen nevezetes szőlőgazdasági szempontból, mert málladékán terem a híres tokaji bor. Maga a kőzet leginkább porfiros szövetű, tömött alapanyagában nagyobb földpátkristályok vannak beágyazva. Ha kvarc is van benne, akkor a kvarctrachitot liparitnak nevezik. Ha pedig a kvarctrachit alapanyaga üveges állományú, akkor azt riolitnak mondjuk.

A Tokajhegyalján levő trachitok és riolitok kvarctartalmúak. Szövetük porfiros, világosszínű alapanyagban víztiszta üveges földpát, illetve földpát és kvarckristályok vannak beleágyazva. Mellékes elegyrész gyanánt van bennük még biotit, esetleg amfibol is. Riolitot és liparitot találunk a Tokajhegyalján: a sárospataki Somlyóhegyben, a tokaji hegy északi oldalán, továbbá Selmec, Verespatak környékén. Sokkal nagyobb elterjedésűek a trachitnak hialin, azaz üveges módosulatai. Ha a láva kitörés alkalmával gyorsan hűl le, akkor abban nem képződhetnek nagy kristályok s így az egész anyag többé-kevésbé üveges kinézésű lesz. A kihűléskor közreműködött viszonyok és körül-

mények szerint ez az üveges anyag többféle szöveti sajáttságot mutat, ha s e szöveti tulajdonságok alapján különböző csoportokra osztjuk őket, úgymint obszidián, szurokkő, perlit és tajtkő.

Az *obszidián* valódi vulkáni üveg, összetételére nézve azonban megegyezik a trachittal, csak több vizet tartalmaz kötve, mint amaz. Vékony, csiszolatban igen jól mutatja a folyási szövetet, mert folyás közben merevedett meg. A kvarcnak módosulataitól annál a tulajdonságánál fogva lehet könnyen megkülönböztetni, hogy kálium- és nátrium-tartalma alapján a színtelen lángot sárgára és pirosra festi, míg a kvarc a lángot nem festi. Továbbá az obszidiánszilánk a lángban megolvad, a kvarc nem. Az obszidián színe rendszeren sötétszürke vagy fekete; törése kagylós, olyan, mind az üvegé. Előfordul a Tokajhegyalján: Tályán és Tolcsván, ahol a szőlők talajában nagyobbrészt kavics alakjában található, továbbá Sátoraljaújhelyen és Szántón is.

A *szurokkő* az obszidiántól abban különbözik, hogy nincs oly tiszta üvegfénye, hanem olyan a fénye, mint a szuroknak, a zsír fényéhez hasonló. Szurokkövet találunk: Tokajhegyalján, Abaújszántónál, a Sátorhegy nyugati oldalán, és a Szerencspatak völgyében.

A *perlit* obszidiános alapanyagában egyes borsónyi vagy mogyorónyi nagyságú gömbök vannak kiválva, a kőzeteknek ezt az alakját perlitnek vagy gyöngykőnek nevezzük. A perlit alapanyaga néha tajtköves, azaz szivacsos, likacsos szerkezetű. Perlitet ugyancsak Abaújszántón találhatunk.

A *tajtkő*. Vannak olyan lávák, melyekbe nagyobb mennyiségű vízgőz préselődött. Ha az ilyen folyékony, izzó láva a felszínre jut, ahol a nyomás alól felszabadult, akkor a vízgőz kiszabadul belőle s helyén a hirtelen kihűlő lávában üreg, hézag marad. Ilyen módon válik likacsossá és habossá a riolit lávaanyaga. Ezt a likacsos, szivacsos szövetet mondjuk tajtköves módosulatként. A tajtkő a Bükkhegységben T.-Daróc községnél fekszik nagyobb kiterjedésben.

Az andezit.

Az andezit mindenben hasonlít a trachithoz, csak abban különbözik tőle, hogy földpátja nem káliföldpát, hanem mésznátronföldpát. Az andezit is porfiros szövetű kőzet. A sötétszínű és tömött alapanyagban világosszínű üveges földpátkristályok vannak kiválva. A földpáton kívül találunk az andezitekben: amfibol-, biotit-, augit-kristályokat a sötétebbszínű alapanyagban kiválva. Vékony

ecsiszolatban láthatjuk, hogy az alapanyag is tulajdonképen ugyanazokból az ásványokból áll, melyek nagy kristályok alakjában vannak az alapanyagba beágyazva, csak hogy az alapanyag ásványszemcséi olyan parányiak, hogy csak igen erős nagyítással láthatjuk meg őket. Aszerint, amint a kőzetekben egyik vagy másik kőzetalkatrész van nagyobb számban kifejlődve, ez a tulajdonság a kőzet nevében is kifejezésre jut. Így megkülönböztetünk *biotit-andezitet*, melyben sok biotit-kristály van kiválva; *amfibol-andezit*, melyben sok az amfibol; van továbbá *biotit-amfibol-andezit*; *augit-andezit* stb. Van olyan andezit-fajta is, mely kvarcot tartalmaz, ezt a kőzetet lelhelye után (Erdély = Dácia) *dácitnak* nevezték el. Mint mellékes elegyrészek gyanánt az andezitekben a következő ásványok fordulnak elő: magnetit, apatit. A magnetit-tartalmú andezitek sötétszínűek. Van bennük továbbá néha sok apatit-kristály, ilyen esetben foszforsavtartalma egész 2—2·5%-ig emelkedik, természetes, hogy ilyen magas foszforsavtartalmú kőzet elmállása után igen gazdag talaj származik.

Az *amfibol-andezitnek* fő elegyrésze az amfibol. Ennek van legnagyobb elterjedése. Málladékán nagyon sok szőlő van telepítve a Tokaj-hegyalján Sátoraljaújhely környékén, továbbá Visegrád, Nagymaros környékén. A *biotit-piroxén-andezit* a gyöngyös—visontai borvidéken található nagyobb kiterjedésben. A piroxén-andezit sötétszínű, tömött kőzet, igen sok magnetitet tartalmaz s legközelebb áll a bazalthoz, tőle szabad szemmel azáltal különböztethetjük meg, hogy nincs benne olivin, a bazaltban pedig mindig van. Az andezithegyek oldalait borító talaj kevés kivétellel vörösvasas agyag, melyet itt is nyirok névvel jelölnek.

A bazalt.

Sötétszürke színű, igen tömött kőzet. Lényeges elegyrészei: mész, földpát, augit, sok magnetit és olivin. Az augiton kívül ugyanis még egy zöldesszínű kovasavas ásvány, az *olivin* is lényeges alkatrésze a bazaltnak. Mindezek az ásványok üveges alapanyagba vannak beágyazva. A kristályok mind oly aprók, hogy szabad szemmel nem is láthatók, a kőzet egészen tömöttnek látszik. Sötét színét a magnetittől nyeri, ettől kapja feltűnő nagy súlyát is. Ezenkívül van még benne mindig apatit is, ennek következtében némely bazaltnak foszforsavtartalma 1·5%-ra is emelkedik. A bazalt nagyon szívós kőzet, ezért útburkolati kőnek alkalmazva, páratlan. Budapest utcáinak burkolására manapság főként bazaltot használnak.

A bazalthegek oldalán gyakran sokszögletű oszlopok orgona-sípokhoz hasonlóan sorakoznak egymás mellé. Az oszlopok oly módon jöttek létre, hogy kihűléskor az összezsugorodó bazaltlávában finom repedések keletkeztek, amelyek mentén a kőzet darabjai később úgy váltak el egymástól, hogy 10—30 m. hosszú oszlopokat formáltak. Eféle oszlopos oldala van a Salgóhegynek Nógrád megyében, a Detunátának Erdélyben, a Szent Györgyhegynek a Balaton mellett stb. A hazai bazaltok nem alkotnak hegyvonulatokat, mint az eddig tárgyalt többi kőzetek, hanem csak egyes különálló kúpok alakjában emelkednek ki a síkból, különösen Dunántúl a Balaton mentén vannak elsősorva ilyen hegyes, kúpos bazalthegek.

Bazaltkúpokat találunk a Balaton mellékén: Badacsony, Szent György-h. Szigliget, Gulács, Tátika, Csobánc stb. Híres bortermő-hegyek még a Somlyó és a Ság.

A bazalt elmállásakor az andezitéhez hasonló talajt szolgáltat, nevezetesen vörösvasas, kötött agyagot, melyet szintén nyiroknak neveznek. Magas apatit-tartalma következtében igen termékeny és gazdag talajt szolgáltat, ebből magyarázható az itt termő bornak feltűnő tüze és zamata. Nyirokot eredeti tiszta állapotban csak a bazalthegek tetején találunk. A bazalthegek lejtőin mindenütt tenger fenekén lerakodott márgákkal, homokkal és agyaggal van már keverve.

Vulkáni tufa. A tűzhányók kitörésük alkalmával kezdetben vizgőzt, hamut és kisebb-nagyobb kődarabokat löknek ki a kráterükből. Ez a hamu nem egyéb, mint az izzó, folyó kőolvadéknak szétporlasztott része. A láva a tűzhányó belsejében ugyanis rettentő nagy nyomás alatt van, ez a nagy nyomás sok vizet és gázt présel bele, melyek addig maradnak benne, míg a nyomás tart. Amint azután a láva felnyomódik a tűzhányó torkába, ahol a nyomás hirtelen megszűnik, akkor a kőolvadékban levő vízgőz kiszabadul és szétrobbantja a lávát. A robbanás oly hirtelen következik be s ereje olyan óriási nagy, hogy a kőzetet sok millió parányi részecskékre porlasztja szét. A robbanás ereje a szétvetett kőzet porát a kráterből úgy fellövi, mint a puskapor a kartácsot az ágyúcsőből, a por és a hamu sok ezer méter magasra emelkedik fel. A szél ezt a finom port azután a szárnyaira kapja és sok-sok kilométer távolságra elviszi. Útközben persze folyton hullik belőle a por.

A nagyobb szemcsék, borsó-, diónyi nagyságúak, lehullanak még a kráter mellékén, a finomabb szemeket, a kőport és a kőlisztet elviszi

messzire a szél. Később, amikor már a kitörés ereje meg csökkent, akkor a robbanások megszűnnek s megindul az izzó és folyékony kőolvadéknak kifolyása.

A tűzhányó teste rendszeren réteges kőzettörmelékből van felépítve. Hamuszerű finom kőlisztrétegek váltakoznak nagyobb szemű kőtörmelékkel, melyben homok, kődarab és sziklatuskó van vegyesen.

Ezt a réteges szerkezetű kőtörmelékfelhalmozódást vulkáni tufának nevezik. Vulkáni tufa kíséri és környezi a trachithegyeket, az andezithegyláncokat és a bazaltkúpokat egyaránt. A vulkáni tufa málladékan is kitűnő bortermő híres szőlők vannak, leghíresebbek a Tokajhegylán, Tályán és Eger vidékén, továbbá Dunántúl a bazalt-hegyek lejtőin. A Badacsony, Szigliget, Szent György-hegy, Gulács, Tótihegy, Somlyó- és Sághegyek lejtőin részben vulkáni tufán vannak a szőlők telepítve.

Üledékes kőzetek.

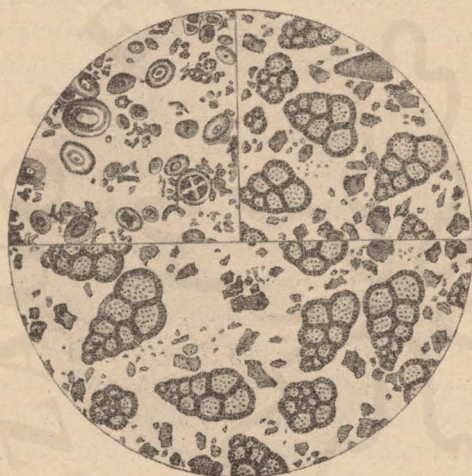
A talaj ásványainak keletkezését tárgyalva, már elmondottuk, hogy a kőzettörmelék a mozgó víz lemossa a hegyekről és elviszi őket magával a folyóba és a folyón keresztül a tengerbe. A folyók torkolatánál, amint a folyóvíz a tengerbe torkollik, folyása meglassodik és a hordaléka lassankint leszáll a fenékre. Közeli a parthoz a górombábszemű homok rakódik le és távolabb tőle az iszap, bent a tengerben pedig az agyag. A folyók torkolatánál alakuló lerakódásokat *deltának* nevezik. A deltáknak terjedelme száz négyzetkilométernél is nagyobb lehet.

A kréta.

A parttól távol eső sík tengerbe más már nem jut el, mint a szárazföldi por, mely a szél szárnyán repült ide, de ezenkívül alakul még itt egy más fajta lerakódás is, mely itt helyben képződik a tenger vizéből. A tenger vizében ugyanis mindenféle són kívül szén-savas mész is van feloldva. Ez a szén-savas mész csak addig marad a tengervízben oldott állapotban, amíg elegendő szén-sav van benne, mely az oldást lehetővé teszi. De a felmelegedés alkalmával, továbbá a szél által okozott hullámverés kihajtja a vízből a szén-savnak egy részét és ennek következtében a szén-savas mésznek egy része kiválik a vízből és a tenger fenekére száll alá. Ezenkívül a tenger vizében még nagyon sok parányi kis állat is él, melyeknek a héja az állatnak

elpusztulása után szintén leszáll a fenékre és itt keveredik a szénsavas mész porával. Ilyen módon egy olyan fehér meszes iszap keletkezik, mely egyrészt szénsavas mészlisztből, másrészt pedig parányi kis tengeri állatok héjából áll. Ezt a tengeri iszapot krétának nevezik. Mellékelt képen jól meg lehet a krétának a szerkezetét látni.

A tengeri krétarétegeknek a terjedelme óriási nagy lehet. Európa északi partvidékén a régebbi korban lerakódott s később felemelkedett krétarétegeknek terjedelme több száz km². Összetételére nézve a kréta nagyon tiszta mész, 90—98% szénsavas mész van benne. Csonkaországunk területén tengeri kréta nincsen, csak tavi kréta van.



12. kép. A tengeri krétának erősen nagyított pora.

elvonják a víztől a szénsavat és a mész ekkor kiválik a vízből. A balatonmelléki Nagybozót fenékén $\frac{1}{2}$ —1 méter vastag tavi kréta van, továbbá a Fehérvár alatti Sárrétben szintén nagyterjedelmű tavikréta lerakódás van. A Duna-Tisza-közén levő vízállások és tavak fenékén, úgyszintén a *Nyírség* tavainak nagyrésze alatt lehet ilyen tavi kréta tóiszapot találni. A tavi kréta, valamint a tengeri kréta kitűnő anyagot szolgáltatnak a mésztelen talajoknak meszesítésére, valamint a szikes talajoknak a javítására.

A márga. Ha a tengervíz fenékre a mésszel együtt még agyag vagy agyagos iszap rakódik le, akkor egy földes-meszes iszap keletkezik, melyet *márgának* neveznek. A márgában minden egyes agyagmolekula tartalmaz bizonyos mennyiségű szénsavas meszet. A mész-

A *tavi kréta* édesvízi tavak fenékén rakódik le szintén olyan körülmények között, mint a tengerben. Olyan tóvízből, amelynek meszes a vize, ha a szénsav elszáll belőle, akkor a mész kiválik a vízből és a fenékre száll. Ilyenféle a Balaton-tó fenékre leülepedő iszap, mely helyenkint nagyon tiszta, úgyhogy mésztartalma 80—95% között mozog. Tözegeges tavak fenékén is alakul tavi kréta, mert a víznövények gyökereikkel

iszaphoz kevert hordaléknak minősége szerint van : agyagos márga, homokos márga és márgás homok.

A Földkéregnek mozgása alkalmával ezek a tengeri és tavi iszapok néha lesüllyedtek olyan mélységbe, ahol az uralkodó hőmérsék már nagyon magas és a nyomás is rendkívüli nagy. Ennek a két tényezőnek hatása alatt a meszes iszapok átkristályosodtak, kristályos mészkő vált belőlük. Az átalakulásnak időtartama rendkívül hosszú, mint-hogy geológiai periódusokról van szó, számokkal ki nem fejezhető.

Márvány. Az átkristályosodás alkalmával a legtisztább krétából fehér márvány alakul, de amint egy kis szennyeződés keveredik a tengeri iszapba, akkor már nem fehér márvány, hanem színes már-



13. kép. Korálsziget a Csendes tengerben.

vány lesz belőle, veres, ha sok vasoxid van benne, fekete, ha szén van benne, meggyiszínú, ha mangánsók festik meg s így tovább.

Ha sok agyagos rész keveredik hozzá, akkor földes mészkő lesz belőle. A márványban a kalcit-kristályok szabálytalanul helyezkednek el, az egyes kristályok nincsenek egészen kialakulva, mert mindenik csak addig növekedhetett, ameddig a hely engedte. Van nagyszemű márvány és aprószemű tömött márvány.

A korálmészkő. A korálmészkő szintén tengeri eredetű kőzet. A tenger partján nagyterjedelmű telepek alakulnak tengervízben élő állatoknak ama fajtájából, amelyek helyhez kötve élnek. Ilyenek a kőkorálok vagy virágállatok. Testük egy kis polip, mely úgy, mint a csiga, szénsavas mészvázat választ ki. Csakhogy ez a korálcsigaház csőalakú és nagyon sok ezer cső van együtt egymás mellett. Számuk annyira megnőhet, hogy egész nagy terjedelmű zátonyokat alakítanak a tengerben. A korálok ugyan csak 30 méter mélységig képesek meg-

élni a tengerben, mégis azt látjuk, hogy több száz méter magas korallszirtek maradtak ránk a régebbi korú mészkőzetekben. A kérdést Darwin természettudós oldotta meg, aki kimutatta, hogy a nagyobb vastagságú korallszirtek úgy jönnek létre, hogy a szirt az élő állatok alatt folyton sülyedt és az új generáció mindig a réginek a házái fölé települt, ilyen módon egy geológiai korszak alatt több száz méter vastag szirt alakulhatott ki. Ami a szirteknek terjedelmét illeti, ennek nincsen határa, a déli tengerekben napjainkban is sok száz kilométer átmérőjük a korállzátonyok öve.

A korallszirtek anyaga azonban nem csupán korállállatok házából áll, hanem még nagyobb tömege a zátonynak a mészkő, homok és kőpor, mely a korallszirteknek törmelékéből keletkezett. Már maga a hullámverés is pusztítja a korallszirt falát, a fal ledől és a ledől kőfalból nagy kőtuskók alakulnak. Ezeket a kőtuskókat mozgatják és hengergetik a mozgó tenger hullámai és vele örletli meg a korallszirtnek kisebb törmelékét. A hullámverés azután a korallszirt homokját magával sodorja bele a tengerbe és kitölti vele a szirtek közötti hézagokat. Ilyen módon a mészkőhomoknak és a korallszirtek anyagának keveredéséből egyöntetű lerakódás támad, amelyet azután a hegyképződés egységes kővé présel. Szilárdsága még azáltal is növekedik, hogy ha szárazra kerül s az átszivárgó meszes talajvizek kiszáradáskor mésztartalmuk nagy részét benne lerakják az egyes darabokat összecementezik.

Gazdasági szempontból ezek a mészkőszirtek igen nagy fontosságúak, mert kitűnő anyagot szolgáltatnak egyrészt a méstelen talajok meszezésére, másrészt pedig a szikes talajoknak a javítására. A korallszirteknek mesze erre a célra azért alkalmasabb minden más mészkőnél, mert anyagában nagyon sok rendkívül finom szemcséjű por van, melyet kristályos mészköveknek megőrlésekor csak rendkívül nagy őrlési munka révén lehetne előállítani.

Csonkaországunkban rendkívül sok korállmészkő, vagy ahogyan a gyakorlatban tévesen nevezik, méstufa van. Budafok-Tétény-Érd vonalon végig sok száz négyzetkilométernyi területen 20—50 méter vastagon fekszik az egykori korallszirt homokká őrlött anyaga. Ugyancsak Sós-kút mellett hasonló nagy terjedelmű mészhomokkőhegy van. Igen nagy, hasonló szerkezetű mészkőtelepek vannak Pécs és Pécsvárad határában, valamint a Fertő-tó mellékén is.

Méstufa. Mésztartalmú forrásvizekből is sokszor nagy mészkőtelepek alakultak. Egy ilyen forrásvízből alakult mészkőrétegen épült

a budai vár is, de még több forrásvízi mésztufát találni Buda és Szentendre között. A mésztufa rendszeresen kemény és szilárd kőzet, lépcsőket és épületalkatrészeket készítenek belőle.

A dolomit. A szénsavas mészből és szénsavas magnézium keverékéből álló dolomitásvány óriási tömegekben fordul elő, tömegei nagy hegyeket és hegységeket formálnak. A dolomitkőzet, ha tiszta, fehér-színű, de legtöbbször vasvegyületek szürkére, barnára festik. Nagyon rideg kőzet s könnyen hasad és apró, szögletes törmelékre hullik szét.

A dolomit legnagyobb kiterjedésű hegységet Magyarországon a Magyar Középhegység dunántúli részében alakít. A Bakonyban, a Pilisben és a Budai-hegységben számos hegylánc és hegy anyaga tisztán dolomitból áll.

Egyszerű kőzetek.

Az egyszerű kőzeteknek anyaga tengervízből vált ki olyan helyen, ahol a tengervíz elpárolgott és a benne levő sók kikristályosodtak. A forró égőv alatt sok helyen ma is előfordul, hogy a tenger vize egy öbölben megreked és itt erősen párolog. A párolgási veszteségnek pótlására folyton friss sós víz ömlik be a tengerből, végre a víz olyan tömény sós oldattá válik, hogy a sóknak egy része a sós víz felszínén alakít sókérget, más része pedig a fenekén kristályosodik ki. Ilyen módon alakultak a konyhasó- és a gipsztelepek; a kálisótelepek azonban csak olyan esetben alakultak, amidőn a tengerből teljesen kiszáradt. A kálisók ugyanis legkönnyebben oldódnak s legutoljára kristályosodnak ki. A sótelepekben a kálisótelepek mindig a kősótelepeket borítják.

A kősó. A kősótelepekben a kősó kristályosan szemcsés, néha rostos szerkezetű. Ha idegen anyagot nem tartalmaznak, akkor színtelen, átlátszó; de legtöbbször a kristályosan szemcsés, vagy rostos sótömegeket idegen anyagok szennyezik be és festik meg. A kristályosan szemcsés kősó leginkább agyaggal van keverve és szennyes szürkeszínű.

Az egész földkerekség évi konyhasótermelése kb. 8·5 millió tonna. Ennek az óriási konyhasótömegnek legnagyobb részét, kb. 6·5 millió tonnát, a kősótelepekből bányásszák, a többit pedig a tengervíznek, vagy a sóforrások vizének bepárologatása által nyerik.

Nagy-Magyarország területe gazdag kősótelepekben, a legnagyobb sóbányák az erdélyi medencében: Marosújvár, Torda, Désakna, vízakna, Parajd mellett; Máramaros megyében pedig Rónaszéken

és Aknasugatagon vannak. Az erdélyi Parajd arról is nevezetes, hogy itt a kősó tömzsök, a felszínre bukkannak és fehérlő sósziklákat alkotnak. A háború előtt sóbányáink nemcsak a belföldi szükségletet fedezték, hanem bőven jutott külföldi kivitelre is. A trianoni béke valamennyi sóbányától megfosztott bennünket. Az európai kősóbányák közül nevezeteseek még a galíciai Vielicska, az ausztriai Salzkammergut és a németországi Stassfurt bányái.

A kálisók. Némely kősótelepben a kősó felett ú. n. kálisók is előfordulnak, amelyek a kémiai ipar és műtrágya szempontjából nagyon értékes ásványi termékek. A kálisók is a tengerből ülepedtek le, még pedig mindig a kősórétegek fölé. A kálisók ugyanis a nátrium-kloridnál könnyebben oldható vegyületek, miért is az egykori tengeröblök sós vizének bepárolgásakor legtovább maradnak oldatban és csak akkor váltak ki a töményoldatból, mikor már a nátriumklorid is leülepedett. Legnevezetesebb lelőhelyük Stassfurt; innen kerül ki az ipari szempontból olyannyira fontos kálisóknak legnagyobb része. Ebből készül a káliumműtrágya is.

A gipsz. A gipsz a természetben sokféle alakban fordul elő, vagy szemcsés kristályos, vagy szálás, rostos tömegű, vagy néha földes, tömött szövetű. Mindig igen puha, körömmel karcolható. A gipsz is a tenger vizéből ülepedett le a kősóval együtt, ezért azután a kősótelepekben mindig gipszréteg is van. A gipszet is rendes bányamíveléssel termelik, igen nagy ipari fontossága van, de műtrágyának is használják, különösen a nagyon meszes talajokon termelt lucernát trágyázzák vele. Ugyancsak nagy fontossága van talajjavító anyag gyanánt a meszes, szikes talajoknak termővé tétele alkalmával. Csonka-Magyarországban gipsztelepek nincsenek. Erdélyben Bánffihunyad és Torda környékén nagy gipsztelepek vannak.

A foszforit. A tulajdonképeni foszforit leginkább földes szövetű, de van kristályos foszforit is, melynél a kristályok apatitok. A kristályos foszforit a mészkővel vegyesen rétegezten települ. Sokszor mészkőhegyekben üregek, repedések tölteléke gyanánt is találják (Lahnfoszfát). Az ilyen foszfát foszforsavtartalmú kőzetek kilúgozása alkalmával keletkezik, midőn a foszforsavas mésztartalmú víz a kőzet repedéseibe húzódik s elpárolgása után ott a foszforsavas meszet lerakja.

A foszfátok a természetben több méter vastag és nagyobb terjedelmű telepekben találhatóak a mészkőhegységekben, ahol rendes

bányaműveléssel fejtik. Foszfortrágya gyanánt alkalmazzák őket. Minthogy azonban a foszforsavas mész nem oldható vízben, tehát a termésfoszfátokat kénsavval kezelik és ezzel feltárlják. A termésfoszfát feltárlás után már vízben oldható, mesterséges műtrágyává válik, melyet szuperfoszfátnak neveznek.

A korálmész-kőrétegek is tartalmaznak néha nagyobb mennyiségű foszforsavat, így különösen Észak-Amerikában, Floridában és Mexikóban.

Koprolit. A foszforsavas mész gyakran fejnagyságú konkréciók alakjában fordul elő agyag- vagy márgarétegekben. A konkréciók többnyire teljesen gömbalakúak, belsejük sugaras, szálas, kristályos kiképződést mutat. A foszforsavas mésznek ezt az alakját koprolitnak mondják, amely név megkövesült állati ürüléket jelent. Az igazi koprolitokban csontszövedékek és halpikkelyek lehettek. Koprolitnak nevezett konkréciós foszfáttelepek Oroszországban, Angliában, Németországban kifejlett bányáipar tárgyai. Hazánkban még eddig foszforsavtartalmú rétegeket nem találtak.

A kovasav. A kovasav kétféle alakban alkot kőzetet: 1. mint vízmentes kovasav vagy kvarc; 2. mint víztartalmú kovasav vagy opál. Az első csoportba tartozik:

A *kvarcit* legnagyobbbrészt kvarckristályok halmazából áll, melyhez néha kvarchomok vagy kavics van keveredve, mellékes alkatrészek gyanánt igen sokféle ásványt is tartalmazhat. Nevezetesen: csillámot, földpátot, grafitot, vasércet stb.

A *kovasavhidrát* víztartalmú, amorf, nem kristályos kőzetek, szövetük üveges, vagy egészen tiszta, vagy szennyezett állapotban színes. A kovasavhidrát kőzetek hőforrásokból rakódtak le. A gázzirok vizéből ma is folytonosan rakódik le kovasav. Hazánkban a tokaji édesvízi kvarctelepek és a tihanyi félszigeten lévő kvarcittlepek gázzirok vizéből rakódtak le. A tihanyi telep a pontusi korban működött gázziroforrásoknak maradványa.

Faopál. A gázziroknak kovasavtartalmú vize sokszor erdős oldalon folyott végig. A fák ezt a kovasavas vizet gyökereikkel felszívták s anyaguk lassankint teljesen átívódott vele. A kovasav a fa anyagát s a fa színét teljesen átította, mely szerkezetét őrizve kövesedett meg. Eféle megkövesedett erdők vannak Észak-Amerikában, hazánkban csak egyes megkövesedett fák és fatuskók fordulnak elő.

Mozgó vízből leülepedett kőzetek.

A talaj ásványai kialakulásának tárgyalása alkalmával megtudtuk, hogy miképen alakul ki a kavics, a homok és az agyag a folyóknak árterein, a tavaknak fenekén. De nemcsak a folyóvíz szaporítja a törmelék tömegét, hanem még nagyobb mértékben növeli a törmelékes kőzeteknek telepeit a tenger. A hullámverés éppen úgy tördeli a partoknak a szikláit, zúzza és aprózza őket, mint a szárazföldek folyóvizei, amennyiben amikor a partfal bedől, akkor nagy sziklatömbök is zuhannak le a tengerpartra, melyeket a hullámok görgetnek előre-hátra a sekély vízben. A nagy sziklatömbök, amint az apróbb törmeléken mozognak, zúzzák és őrlik őket, valóságos természetes kőzúzóként szerepelnek.

A durva kőzettörmelék a partok közelében marad, a kőzetnek finomabb porát ellenben a hullámok felkavarják és a fenék fölért befelé mozgó tengervíz elviszi magával a mélyebb részekre. A kőzettörmelék útközben azután nagyság szerint osztályozódik. Törmelék és kavics a part közelében marad, azután beljebb rakódnak le a durva homok, a homokos iszap és az agyagos iszap. Tekintettel arra a körülményre, hogy a tengerpartnak a kiterjedése óriási, az ilyen módon alakult lerakódásoknak a terjedelme és vastagsága is szerfölött nagy. A tengeri üledékek vastagsága több ezer métert is meghaladhat, a telepek hosszúsága több száz kilométer is lehet.

A kavics, a konglomerát és a breccsa.

A kavics a folyóvizek, vagy a tenger hullámverése által lekoptatott, legömbölyített kődarabokból álló üledékes kőzet. A kavicszemeket a legkülönbözőbb kőzetek szolgáltatják. A folyóvízi kavicsban megtaláljuk mindazoknak a hegyeknek kőzeteit és ásványait, amelyeken a folyóvíz útja keresztül vezetett. A kavics leggyakoribb alkotórésze a kvarc, mert ez a legellentállóbb és legkeményebb ásványok egyike s így nem mállott szét, csak lekoptott útközben, míg leülepedési helyére került.



14. kép. Konglomerát.

Konglomerát. Ha a kavicszemeket valamilyen kötőanyag, pl. mész, kovasav, agyag, vagy limonit összeragasztja, akkor konglomerát

kőzet keletkezik. Ha a kőzetdarabok vagy ásványszemek nem gömbölyödnek le, hanem szögletesek maradnak és így cementeződtek össze, akkor *breccsa* a kőzet neve.

A homok és a homokkő.

A homok ugyancsak a folyóvizek és a tengerek őrlő és zúzó munkája révén keletkezett üledékes kőzet. Legnagyobbrészt kemény kvarcsemecskék alkotják, de sok benne a csillámpikkely is, ezektől csillog; ezenkívül lehet benne mindenféle más kőzetalkotó ásvány is.

A szél a folyók medrében és a tengerpartokon lerakódott homok finomabb részeit felkapja és hajtja maga előtt, a nagyobb szemecskék csak gurulnak a szél előtt, a finomabb szemek pedig röpködnek a szélben. Az így valósággal megrostált, finomszemű homok buckákká, dombokká halmozódik fel. Mivel a finomszerű homok ily módon folytonosan fut a szél előtt, mindig változtatja helyét, ezért futóhomoknak nevezzük. A futóhomok a sivatagokban óriási területeket borít be, melyen a buckák folyton változtatják helyüket. A Nagy-Magyar-Alföldön, a Tisza-Dunaközén és a Delibláton szintén vannak nagy futóhomokterületek, melyeken sok helyütt mozog még a homok. A nagyalföldi futóhomok, ha mozgását fáultetéssel meggátolják, akkor feltűnően termékeny. Kecskemét határában futóhomokra telepített szőlők és gyümölcsösök termékenysége és terményeinek kiválósága közismert.

Homokkő. Különböző kötőanyagok szénsavas mész vagy kvarc, a homokszemeket is összecementezik és ilyenkor a laza homokból összeálló, kemény kőzet: homokkő keletkezik. A homokkő nagyon elterjedt. A főváros környékén a budai Nagy-Hárshegy, valamint az Ezüst-h. egyrésze homokkőből, ú. n. hárshegyi homokkőből áll. A Kárpátok külső vonulatát a „kárpáti homokkő“ alkotja. A Balaton mellékén van a veres homokkő.

Az agyag és a márga.

A víz mechanikai munkája által felaprózott kőzettörmelék legfinomabb része mint iszap ülepedik le a folyók, a tavak és a tengerek fenekére. Az ősrégi tengerek, tavak, vagy folyók iszapjából keletkezett az agyag. Ennek főanyaga a kovasavhidrát és az alumíniumhidrát, amelyhez még más anyagok is keverednek, így főként vas-

vegyületek, földfém és alkáloxidok, továbbá sok igen finom ásványliszt is van benne.

Agyagpala. Ha az agyag a föld alatt nagy nyomásnak volt kitéve, akkor megkeményedett és palásszerkezetűvé alakult. A palásszerkezetű agyagnak agyagpala a neve. Ebből palatábla, palavessző és tetőfedőpala készül.

A levegőből leülepedett kőzetek.

A lösz.

A lösz. A lösznek anyaga finom ásványliszt, mely a levegőben lebegett s lassankint a földre hullott; a folytonos és megszakítás nélkül való porhullásból hatalmas vastag földrétegek nőttek. A magyarországi löszrétegeknek eddig mért legnagyobb vastagsága 22 m. A löszről lehet felismerni, hogy anyaga finom ásványliszt, színe sárga, meszes, szerkezete likacsos, ezer és ezer parányi csatornával van áthálózva. Továbbá rétegezés nem látszik rajta, egynemű, csak függőleges síkok mentén válik el, ezért meredekfalú völgyek és mély vízmosások és árkok keletkeznek benne, melynek partfalai sokszor 22 m. magasságot is meghaladnak.

Mint hogy levegőből lerakódó finom porból alakult, tehát nagyon laza és nagyon sok likacs és pórus van benne; rendkívül porózus kőzet. E tulajdonsága alapján a vizet könnyen átveszti magán, sohasem szárad ki, mindig friss és nedves marad. Az olyan talaj, melynek lösz az altalaja, sohasem repedezik össze. A löszben az egyes ásványzemeceket szénsavas mész ragasztja össze kőzetté, azért áll meg szilárdan még a 20 m. magas meredek partfal is. A lösz tulajdonképpen márga.

A lösz Magyarországon nagyon nagy területet borít be. Dunántúl az Alpések nyulványaitól egészen a Dunáig, a Nagy-Medencében, az Alföld egész területét, fel egészen a magas hegyláncokig, mindent beborít a lösz, észak felé és kelet felé egyaránt.

A lösz nem talaj, hanem kőzet, csak elmállása után lesz belőle talaj. Az Alföldön a humuszos vályog, ez termi a legjobb búzát; Dunántúl a barna vasas vályog, ami szintén nagyon termékeny talaj, a hegységben azonban a nedves hegyi klíma kilúgozta és elmész-telenítette, itt a lösz feltalaja fakószürke erdei vályog. A kilúgozott szürke réteg alatt egy vagy másfél méter mélyen következik csak a bontatlan lösz.

Átalakult vagy metamorf-kőzetek.

Kristályos palák és a gnájsz. Mindazokat a kőzeteket, melyek a Föld mélyén uralkodó nagy hő és nyomás hatására más kőzetekből keletkeztek, átalakult vagy metamorf-kőzeteknek nevezzük. Az átalakító hatás egyrészt abban nyilvánul meg, hogy a kőzetet alkotó valamennyi vegyület átkristályosodik, másrészt abban, hogy az eredeti kőzetet alkotó ásványok kémiai átalakulást is szenvednek.

A metamorf-kőzetek közül már megemlítettük a márványt, amely a tömött mészkőnek átkristályosodása által keletkezett. A legelterjedtebb metamorf-kőzetek a kristályos palák. Ezek a földkéreg legősibb kőzetei közé tartoznak és helyenkint óriási tömegekben fordulnak elő. A nevüket onnan kapták, hogy a különböző ásványok kristályaiból állanak, melyek párhuzamosan helyezkednek el, ez a párhuzamos elhelyezkedés palás szerkezetet kölcsönöz a kőzetnek.

A kristályos palák közül a legelterjedtebb a *gnájsz*, mely a nagy lánchegységek középső vonulataiban, többnyire gránittal együtt fordul elő. Lényeges elegyrészei: földpát, kvarc és csillám, összetétele tehát a gránitéval azonos, csak hogy szerkezete pados, sokszor palás, míg ezzel szemben a gránit mindig szerkezet nélküli tömzsökben található. Elterjedt kristályos palák a *csillámpalák* is, amelyek főként kvarcból és csillámlemezekéből állanak. Ezek is jellemző kőzetei a lánchegységeknek.

A Kárpátok hegykoszorúja részben olyan palákból van felépítve, melyekben a cementező kötőanyag kovasav, mely homokot meg kavicsot ragaszt össze közzé.

Szerves eredetű kőzetek.

Tőzeg. Tavakban és a folyóvizeknek elzárt morotváiban, valamint tengerparti lagunákban olykor óriási tömeg növényi anyag halmozódik fel. A vizinövények egy faja a tőzegnövény, a víz felszínén él, az új generáció mindig a réginek a tetejére telepszik, ezáltal a régiek a víz alá merülnek. Némely helyen a növényeknek ez az évről-évre való felújulása több ezer éven át háborítatlanul folytatódott s így természetes, hogy a víz alá merült növények telepe több méter (10—20 m.) vastagságúvá növekedett fel.

A növényi szerves vegyületek bomlása a Föld felszínén elegendő oxigén jelenlétében történik, miért is a növények testében lévő szén

elég, azaz oxidálódik. A szénből széndioxid, másnéven szénsavgáz lesz, a hidrogénből pedig víz. A növényi test bomlásának ezt a formáját korhadásnak nevezzük. A víz alá merült növényekhez azonban nem jutott annyi oxigén, hogy elkorhadhattak volna. Anyaguk hidrogénje az oxigénnel vízzé, vagy a szén egyrésszével gáznemű szénhidrogénekké egyesült. A szénhidrogén gázok elszálltak a levegőbe, eltávozott a növények anyagából a nitrogén is. A hidrogén, az oxigén és a nitrogén eltávozása által a növényi maradványok széntartalma viszonylag mindig nagyobb lett. A víz alá merült növénytömeg előbb megbarnult, majd megfeketedett, végül lassankint szemmel is jól láthatóan elszenesedett. Ezt az elszenesedett növényi tömeget nevezik tőzegnek vagy turfának. Az elszenesedés különböző foka szerint többféle ásványi szénkülönbötötünk meg.

A tőzeg vagy turfa a legfiatalabb ásványi szén, amely a legkételetlenebbül szenesedett meg. Anyagát elhalt mocsári növények gyökereinek és szárainak összekuszált tömege szolgáltatja. Erősen összesajtott, világosbarna színű, nemezszerű tömegében a növényi részek jól felismerhetők. Minél tovább tartott a bomlás, annál gazdagabb a tőzegnek az anyaga szénben. A széntartalom maximuma 59%. Számos tőzegtelepben találni nagy fatuskókat és rönköket, a fák úgy kerültek bele a tőzeglébe, hogy az erdőt elöntötte a víz és a víz-állásos talaj felszínén vízinövényzet támadt, ebből évek hosszú során át tőzeg alakult; a fák elhaltak, kidültek s mindannyit elborította a növekvő tőzeg.

A tőzegnek többféle faja van: dombos láp vagy felláp tőzege tisztán tőzegmohából alakult (Sphagnum moha). A síkláp vagy rétiláp tőzege sás, nád és vízimoha szárainak, gyökereinek szövedéke, sokkal lazább, mint a dombos láp tőzege és sohasem szenesedik el olyan mértékben, mint a dombos láp mohatőzege.

A mohatőzegnek hamutartalma csekély 5—10%, a síkláp tőzegének hamutartalma 20—60%. A tőzegléből szárítás után tépőgépekkel tőzeglépvát készítenek s ezt a mezőgazdaságban alomnak, vagy komposztkészítésre használják. Erre a célra rendkívül nagy vízfelszívó képessége teszi alkalmassá. A jó tőzeg súlyának 8—10-szeres mennyiségű vizet képes felszívni. A síkláp tőzege csak 4—7-szer annyi vizet tud felszívni.

Csonkaországunkban csak síkláp tőzeg van: Hanság, balatonmenti Bozót, fejmegyei Sárrét, Ecsedi láp és a Körösök Sárrétje a legnevezetesebb tőzegterületeink.

A kőszén. Nagy folyóknak alsó szakaszán néha akkora tömegek halmozódnak fel az úsztatott fatöncökből és egyéb szerves anyagokból, hogy egész nagy úszó szigetek alakulnak belőle. Ha azután ilyen úszó sziget fatömegeit elborítja a folyó iszapjával, akkor a földben szenesedésnek indulnak, csakúgy, mint a tőzeg. A forró égő alatt mocsaras, lápos területen is hatalmas szerves anyag-tömegek halmozódnak fel, melyeket az úszó sziget fatömegeihez hasonlóan, elborít az iszap. A szenesedő szerves anyag a hegyképződéssel járó süllyedések révén a Föld mélyebb szintjébe száll alá s itt nagy nyomás alatt, magas hőmérsék hatása alá kerül és részben száraz, desztilláló hatása, részben a nagy nyomás révén, kőszerű, kemény anyaggá sajtolódik össze, szóval egynemű ásványi szén, vagy kőszén válik belőle.

Az ásványi szenek a Föld kérgében, nagy telepekben fordulnak elő. Elszenesedésük foka szerint megkülönböztetünk *lignitet, barnaszén* és *feketeszenet*.

A *barnaszén* a tőzegnél idősebb ásványi szén, mely sok-sok évezreddel ezelőtt a Földnek előző geológiai korában élt növényekből keletkezett. A barnaszén barna, vagy feketés színű, karca mindig barna. A világosabb színű barnaszénekben gyakran még látszanak az egykori elszenesedett fák rostjai. Az ilyen barnaszén *lignitnek* nevezzük.

A barnaszén széntartalma nagyobb, mint a tőzegé, mert a növényrészek elszenesedése már előrehaladottabb fokú benne. Hőfejlesztőképessége azonban még aránylag csekély és elégetéskor sok hamuja marad.

Hazánkban Dorogon, Tokodon, Tatabányán és Salgótarjánban, Erdélyben Petrosény vidékén (Zsilvölgy) bányásszák a legtöbb barnaszén.

A barnaszénnél jobb minőségű a Föld középkorában keletkezett feketeszen és a Föld ókorából származó kőszén. A feketeszen és a kőszén fényes, szurokszínű, kagylós törésű ásványi szenek. Kitűnő tüzelőanyagok, nagy meleget adnak és kevés a hamujuk.

Hazánkban Pécs környékén és Ajkán (Veszprém megye) bányásznak feketeszenet. Kőszénbányáink voltak Krassószörény megyében Aninán, Stájerlakon, Drenkován; ezektől megfosztott bennünket a trianoni béke. Európában a leghíresebb kőszénbányák Németországban, Porosz-Sziléziában és a Ruhr vidékén, továbbá Csehországban és Angliában vannak. A „porosz szén“ sziléziai kőszén.

A természetes szénhidrogének.

A kőzetek közé számítják a Föld belsejében, számos helyen nagy mennyiségben felhalmozódó szénhidrogéneket is. Ilyenek: a petróleum (másként: kőolaj, nafta), a földgáz, az ozokerit vagy földi viasz és az aszfalt.

Egykori tengerek állatvilágának tömeges elpusztulásakor nagy-mennyiségű szerves anyag halmozódott fel a tengerfenék iszapjában. Ezekből a különféle eredetű szerves anyagokból keletkezett a földrétegek nyomásának és a Föld melegének hatására a petróleum. Amikor ősi tengeröblök vize besűrűsödött, a tömény sóoldatban a tengerben élő állatok mind elpusztultak. Az állati tetemeket a só konzerválta, megóvta a rothadástól. Szerves anyaguknak elbomlása, átalakulása csak akkor következett be, amikor olyan mélyre kerültek le, ahol már a földrétegeknek a hőmérséke olyan magas, amilyen a szerves anyagoknak a ledesztillálásához szükséges. Ebben a környezetben a szénből gáz (földgáz), folyadék (petróleum), továbbá földi viasz, ozokerit vált. A földgáz a Föld kérgének *repedésein* keresztül felhúzódik a felső rétegekbe. Ha azután olyan helyen végeznek mélyfúrást, ahol a mélyebb rétegekben földgáz van felhalmozódva, akkor ott a gáz a fúrás csövén keresztül a vízzel együtt kitódul.

Földgáz. A Nagy-Alföldön az artézi kutak fúrása alkalmával, majdnem minden fúrásból tör fel a vízzel együtt földgáz is, melyet nagyon sok helyen fűtésre, világításra (püspökladányi Máv. állomáson) vagy gépek hajtására használnak fel.

Mivel a földgáz olcsó fűtőanyag, újabban éppen olyan lázasan kutatják mindenfelé, mint a petróleumot. A háború előtti években megfúrták az erdélyi Mezőség földgáztartó rétegeit. Ezekből a fúrásokból különösen a kolozsvármegyei Kissármás határában lévő gázkútakból, óriási tömegű földgáz áramlik a felszínre. A Nagy-Alföldön, Hajdúszoboszlón brómot és jódot és egyéb sókat tartalmazó forró vízzel együtt jut a felszínre a földgáz.

A petróleum. A petróleum már igen ritkán tör fel a felszínre, rendszeren nagyon mély fúrást kell végezni, míg a petróleumot tartó rétegeket eléri, amelyekben a petróleum a kőzet likacsait kitölti. Ha a petróleumot tartalmazó kőzetig lefúrnak, a petróleum a benne oldott könnyen illó, gáznemű szénhidrogének nyomására a fúrlyukban felemelkedik és gyakran szökőkút módjára szökik a felszínre, de nagyon sokszor csak szivattyúzással jutnak hozzá.

A petróleum különböző szénhidrogéneknek folyékony elegye. A nyers petróleum sűrű, barnás színű, fluoreszkáló, kellemetlen szagú folyadék. Fajsúlya kisebb, mint a vízé, tehát úszik a vizen. Vékony rétegben, a szivárvány színeiben játszó hártyát alkot a víz felszínén. Meggyújtva erősen kormozó, füstölő lánggal ég.

A petróleumot a benne levő hasznosítható szénhidrogének miatt kutatják és hozzák felszínre. A nyers petróleumból nyerik többek között a benzint, a világító olajat, a gépkenő olajakat, a paraffint és a vazelint. A leggazdagabb petróleumforrások az északamerikai Pennsylvániában, továbbá Kis-Ázsiában Baku környékén, Európában pedig Galiciában és Romániában vannak.

Az aszfalt is a petróleumból keletkezett, olyan helyeken, ahol a petróleum hosszú időn át levegővel érintkezett. A petróleum ilyenkor oxidálódik és szilárd halmazállapotú, fényes, fekete, könnyen olvadó tömeggé alakul.

Az aszfaltot néha repedésekben, vagy üregekben tiszta állapotban is találják, többnyire azonban homokban, homokkőben, márgában vagy mészkőben, e kőzetek átítatva fordul elő. A legtöbb aszfaltot ezekből a kőzetekből olvasztják ki.

Bihar vármegyében, Tataros és Derna községek határában aszfalttal átítatott homokot bányásznak. A Holt-tenger vizének felületén helyenkint nagyobb aszfalttömegek úsznak. Trinidad szigetén aszfalttó van, amelynek felületét vastag aszfaltréteg borítja. Sok aszfaltot termelnek Svájcban a neuchateli márgás aszfalttelepekből.

Az ozokerit vagy földviasz szilárd szénhidrogéneknek elegye. Sárgás-barna, lágy, viaszhoz hasonló, amorf anyag. A legnagyobb mennyiségben Galiciában fordul elő. Viaszpótló anyagok, pl. a cerezin készítésére használják.

Földtan vagy geológia.

A földtan vagy geológia a Föld szilárd kérgének kialakulását és a Föld történetét kutatja, továbbá a Föld felszínét formáló erők hatását vizsgálja.

A Föld keletkezése.

Földünk keletkezését magyarázó elméletek közül a legkielégítőbb és legáltalánosabban elfogadott *Kant* német bölcselő és *Laplace* francia fizikus és matematikus elmélete.

A *Kant—Laplace-féle elmélet* szerint az egész naprendszer valamikor egyetlen, hatalmas ködszerű gáztömeg volt (mint az égi ködfoltok), amely idővel gömbalakú lett. Ez az óriási gázgömb ismeretlen okból forogni kezdett, közben egyre zsugorodott és forgási sebessége növekedett. Zsugorodása közben a gáztömeg hőmérséklete is mindinkább emelkedett. Később a centrifugális erő hatására a gázgömb egyenlítője körül — ahogy ma a Szaturnusz bolygóján látjuk — gázgyűrű vált le, mely egyideig még a gáztömeggel együtt forgott, végül leszakadt s maga is gömbbé tömörült. Így keletkezett az első bolygó. Ez a folyamat többször megismétlődött, míg végül kialakult az egész naprendszer összes bolygóival. Az izzó gáztömeg középső részéből keletkezett a naprendszer középpontja : a Nap.

A Föld önálló története azzal az időponttal kezdődött, amikor a Föld, mint bolygó, az ősi Naptól elszakadt. Eleinte a Föld is fehéren izzó, ragyogó csillag volt, később sárga, majd vörös izzásig hűlt le. Közben az izzó gáztömeg anyagai cseppfolyóssá, izzó olvadékká, *magmává* váltak. Ebben a korban vált le a Földről a Hold, hasonlóképen, mint ahogyan a Föld szakadt el a Naptól.

A Föld hőmérséklete hosszú ideig 7000 C^0 -on felül lehetett. Amikor a hőmérséklet a Föld kérgét alkotó anyagok olvadáspontja alá szállott, az izzó olvadék felszíne kezdett megmerevedni. Később a kihülés mindjobban előrehaladt és a Föld felületén szilárd *kéreg* keletkezett, amelyet minduntalan áttört a Föld belsejének izzó, folyékony magmája. A magmatömegek a felszínen megmerevedtek és mindjobban vastagították a Föld szilárduló kérgét. A szilárd földkéreg ezáltal lassan, csaknem a mai 40—60 km.-nyi vastagságára növekedett.

Amikor a Föld hófoka olyan alacsonyra süllyedt, hogy az ősi légkörben levő vízgőz lecsapódhatott, akkor kezdődhetett a Földön az *élet*, akkor indult meg a víz körforgása és ezzel kapcsolatban a kőzetek porlasztása, a törmelék elszállítása, felhalmozódása és az üledékes kőzetek keletkezése.

A *Föld belső melege*. Hogy a Föld belsejében még ma is igen magas hőmérséklet uralkodik, azt a mélyfúrásokban, alagutakban és bányákban végzett megfigyelések is bizonyítják. A külső hőmérséklet ingadozása ugyanis csak bizonyos mélységig hat le. A mi éghajlatunk alatt 20 méterre. Itt a hőmérséklet már télen, nyáron állandó és az évi középhőmérsékletnek felel meg (kb. 11 C^0). Ettől a mélységtől lefelé a hőmérséklet állandóan növekszik. Azt az értéket, amely kifejezi, hogy a mélység felé hány méterenként nő a hőmérséklet egy-

egy C-fokkal, a földmelegség mélységi fokának (*geotermikus gradiens*) mondjuk. Értéke az egész Földön átlag 33 m.; a Nagy-Alföldön azonban nagyjában 18—24 m. között ingadozik.

A földmelegség átlagos 33 méteres mélységi foka mellett 66 km. mélységben már kb. 2000 C⁰ hőmérsékletnek kell lennie. E hőmérsékleten a Föld felszínét alkotó kőzetek már mind megolvadnak. A Föld belsejében tehát a kőzetek magas hőmérsékleten izzó és folyékony állapotban vannak. Ha valahol aztán rés támad a szilárd kéregben, ott a folyékony kőolvadék (magma) a felszínre tódul.

A Föld erői.

Miután a Föld első szilárd kérgé megalakult, a levegőből a vízgőz lecsapódott és az élet megindult, megkezdődött a Föld erőinek munkája. Főként öt erőnek volt és van ma is szerepe Földünk kérgének és felszínének alakításában; ezek: a *vulkánosság*, a *földkéreg elmozdulásai*, a *víz*, a *levegő* és az *élő szervezetek*. A vulkánosság és a földkéreg elmozdulásának oka a Föld belsejében rejlik, miért is ezeket a Föld *belső erőinek* nevezzük. A víz, a levegő és az élet átalakító munkája kívülről hat a Föld szilárd kérgére, ezek tehát a Föld *külső erői*.

Vulkánosság.

A *magmá*-nak a szilárd földkéregbe való feltódulásával kapcsolatos. Ha a feltóduló magmatömegek nem törnek át a Föld kérgét, akkor *mélységbeli*, ha feltörnek, *felszíni* vulkánosságról beszélünk.

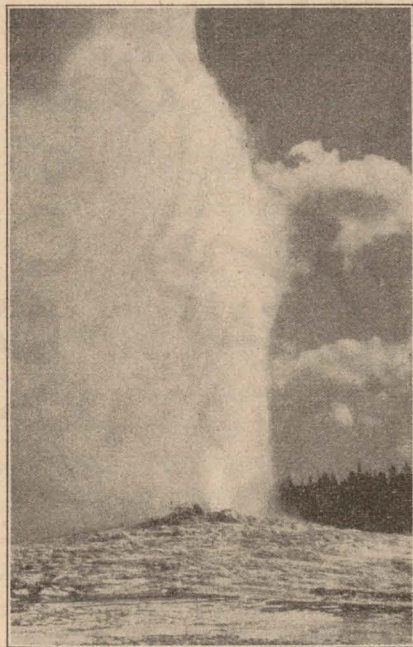
Felszíni vulkánosság. Mindazokat a helyeket, ahol a Föld mélyéből megolvadt kőzettömegek (láva), gőzök és gázok a felszínre törnek, *tűzhányók*-nak vagy *vulkánok*-nak nevezzük. Egyes tűzhányókból még ma is törnek fel kőolvadékok, továbbá gázok és gőzök; ezek a *működő vulkánok*. Más vulkánok működése már a Föld régebbi korszakaiban megszűnt; ezek a *kialudt vulkánok*.

Vulkáni utóhatások. A vulkáni gőz- és gázkitörések gyakran még akkor is folytatódnak, amikor a vulkán már nem működik s gyakran a vulkán kialvása után még hosszú ideig, évezredekig tartanak. Ezeket a vulkánossággal összefüggő jelenségeket *vulkáni utóhatások*-nak mondjuk.

A Föld mélyében lévő vulkáni gázokat a mélységben mozgó vizek elnyelik s ha ezek forrás alakjában feltörnek, akkor *hévforrások*,

vagy *savanyúvizek* keletkeznek. A budapesti hévforrások, a parádi „Csevice“ is ilyen vulkáni utóhatásnak köszönhetik kénhidrogén-, szénsav- és sótartalmukat, úgyszintén a Hargita tövén fakadó források is. Éppen ilyen vulkáni utóhatásoknak eredménye az a sok gáz, amely Erdélyben és az Alföldön az artézi források révén tör fel. (Hajdúszoboszló, Püspökladány, Karcag stb.)

Gádjirek. Némely vulkáni területen időnkint forróvízű források, ú. n. *gádjirek* szöknek a magasba. Ezek is vulkáni utóhatások. Világhírűek vannak Észak-Amerikában, a Szikláshegységben, a Yellowstone Nemzeti Parkban, továbbá Izland szigetén; a Tokajhegyalján, Mád határában, a Mátra tövében, a Tihanyi félszigeten szintén sok működő gádjir volt. Elkovásodott csatornájának szájnnyílása fölött felépült 1—2 m. magas kovatölcsér ma is jelzi, hogy hol tört fel belőlük a kovasavtartalmú forró víz.



15. kép. Gádjir működésben.
Yellowstown-Park, Északamerika.

A vulkáni utóhatások átalakítják a Föld szilárd kérgét. A kiömlő gázok és gőzök kémiai hatnak azokra a kőzetekre, amelyeken keresztülhatolnak. Ily módon új ásványok keletkeznek, amelyek lerakódnak a kőzetek repedéseibe, üregeibe. A gádjirek medencéiben leülepedik a forró vízben oldott kovasav és szénsavas mész. Az ércfelérek legnagyobb része is vulkáni utóhatások következtében keletkezett. A szikes talajok szintén ilyen vulkáni utóhatásoknak az eredményei. A szikes talajokat is gázok alakították ki, amelyek a mélyből természetes úton keletkezett repedéseken és csatornákon törtek fel a felszínre, útközben átalakították azokat a földrétegeket, melyeken keresztül törtek.

A Földkéreg elmozdulásai. A vulkáni hegységeknél jóval több és nagyobb a Földön az olyan hegység, amely a szilárd földkéreg mozgása

következtében keletkezett. A földtannak az a fejezete, amely a földkéregnek elmozdulásaival, hegységeknek keletkezésével és szerkezetével foglalkozik : a *geotektonika*.

A régi tengerekben lerakódott üledékes kőzetek, kevés kivétellel, vízszintes rétegekben ülepedtek le. Ennek ellenére azt látjuk, hogy a kőzetrétegek ma már csak ritkán fekszenek vízszintesen, legtöbbször kisebb-nagyobb mértékben valamilyen irányban lejtnek. A rétegeknek eredeti vízszintes helyzetükből való kimozdulását a földkéreg mozgásai okozzák.

Kihülés közben u. i. a Föld összezsugorodott, térfogata kisebbedett. A Föld összezsugorodása folytán a felületén redők, gyűrődések keletkeztek. Ha a gyűrődések nagyméretűek voltak, akkor hatalmas hegységeket hoztak létre. Az Alpok, a Kárpátok, a Piréneusok, a Kordillerák és általában a Föld valamennyi lánchegysége, a földkéreg gyűrődéseinek eredménye. De a földkéreg rétegeit nemcsak a gyűrődések mozdították ki eredeti helyzetükből, hanem a földkéreg több helyen össze is töredezett. Az ilyen eredetű repedések mentén egyes kéregrészek lesüllyedtek, mások pedig felemelkedtek, vagy egymásra torlódtak.

A földkéreg összetöredezett darabjainak elmozdulása a *vetődés* vagy *törés*. A földkéreg összetöredezett darabjainak, rögeinek emelkedése és süllyedése által létre jött hegységek: a *röghegységek*. A röghegységek hegyei nem hegyláncokat, hanem rögökből álló hegycsoportokat alkotnak. Röghegység pl. a buda-pilisi hegység. A budai Gellérthegy szikláit a Dunánál meredek sziklafalat alkotnak. Talpánál kezdődik a pesti síkság. A városligeti ártézikút fúrásánál 900 m. mélységben a Gellérthegy kőzetére bukkantak, mely a mai Gellértheggyel valamikor egy magasságban volt, de a Dunával párhuzamos törésvonal mentén lesüllyedt. A Gellértheggynek a Duna felé néző meredek sziklafala világosan mutatja ezt a törésvonalat. A budai melegvízforrások a Gellért-, a Rudas-, a Császár-fürdő forrásai mind e törésvonal mentén törnek fel a mélységből.

Évszázados emelkedések és süllyedések. Egyes földterületek lassú emelkedésére és süllyedésére a történelmi idők óta is van példa. Nápoly közelében, Pozzuoli mellett kb. Kr. sz. e. 100-ban épült Serapis templom megmaradt oszlopán három méter magasságban tengeri fűrókagylók nyomait látjuk. Kb. 2000 év alatt, tehát ezek az oszlopok lesüllyedtek a tengerbe és tengeri fűrókagylók telepedtek meg rajtuk, később a szárazföld emelkedésével a tenger vizéből újra felszínre kerültek.

Skandinávia és Grönland területe lassan, de állandóan emelkedik, amit a tengerparti sziklákon, a tenger egykori szintjének nyomai árulnak el. Hollandia földje lassan süllyed, úgy annyira, hogy a tengerparti területeket gátakkal kell védeni a tenger betörése ellen. A földkéregnek ilyen, igen hosszú idő alatt történő ingadozásait évszázados emelkedéseknek és süllyedéseknek nevezzük.

A *földrendések* a földkéreg időnkinti hirtelen megmozdulásának megnyilvánulásai. Okuk kétféle is lehet: vagy vulkáni erő rázza meg a Föld kérgét, vagy pedig a földkéregnek a Föld mélyén történő elmozdulása. A vulkáni hatásra történő földrendést *vulkánikus*, a földkéreg elmozdulásával kapcsolatos földrendést pedig *tektonikus* földrendésnek nevezzük.

A vulkánikus földrendések vulkánikus területeken gyakoriak. Ilyen terület pl. Európában a Tyrrheni-tenger környéke, Ázsiában pedig a japáni szigetsor. E területek gyakran katasztrófális földrendések színhelyei. Tektonikus földrendés volt pl. hazánkban a kecskeméti és az egi földrendés.

A földrendés a rengést előidéző ok földalatti helyétől, a földrendés központjától hullámszerűen terjed szerte a földkéregben. Érzékeny műszer (szeizmograf), még igen távoli földrendés gyenge lökéseit is megérzi és feljegyezi.

A földrendés erőssége különböző. Gyakran csak érzékeny műszerekkel lehet észlelni, máskor a bútorok, képek elmozdulnak a helyükből; néha azonban oly erős, hogy a házak is összedőlnek. Igen erős földrendések alkalmával a földön hasadékok támadnak, amelyekből iszap és talajvíz tör elő. Utak, vasúti vágányok szétszakadnak és több méternyire tolódnak el egymástól, vetődések keletkeznek, a hegyekről sziklatömegek omlanak le, a tenger kicsap a medréből.

Az 1755. évi liszaboni földrendés alkalmával 60.000 ember pusztult el; az 1891. évi japáni földrendés 7000 embert ölt meg és 200.000 házat döntött romba. Az 1908. évi messinai földrendésnek több mint 60.000 ember esett áldozatul. A tengerpart ekkor mintegy 60 cm.-rel süllyedt és a város tengerparti része víz alá került.

A víz geológiai működése.

Amíg a föld belső erői, a vulkánosság és a földkéreg mozgásai hegyeket hoznak létre, addig a Föld külső erői a víz, a jég és a szél ereje a Föld felszínét elegyengetni törekednek.

A víz körútja. A víz a természetben állandó körforgást végez. A tengerek vize elpárolog és mint eső vagy hó, újra a földre hull. A lehullott csapadék egyrésze lefolyik és a patakok, folyók vizével egyesülve, a tengerbe jut, másrésze beszívárog a föld belsejébe és források alakjában lát újra napvilágot. A források a patakokat, folyókat táplálják, vizük így végül ismét a tengerbe kerül vissza.

A Föld felszínére eső víz csak addig szívároghat a talajba befelé, amíg olyan rétegre talál, amely a vizet nem bocsátja keresztül. A homokos kőzetben, repedésekkel teli mészköveken a víz át tud szívárogni, az agyag azonban nem bocsátja át. Az olyan rétegeket, amelyek a vizet nem bocsájtják keresztül, *vízrekesztő rétegeknek* nevezzük. A vízrekesztő rétegek felett a víz összegyűlik. Ha a vízrekesztő réteg valamilyen irányban dől, akkor a *talajvíz* vagy a *földárja* a föld alatt, a dőlés irányában tovafolyik és a völgyekben, hegyoldalakban forrás alakjában felbugyog.

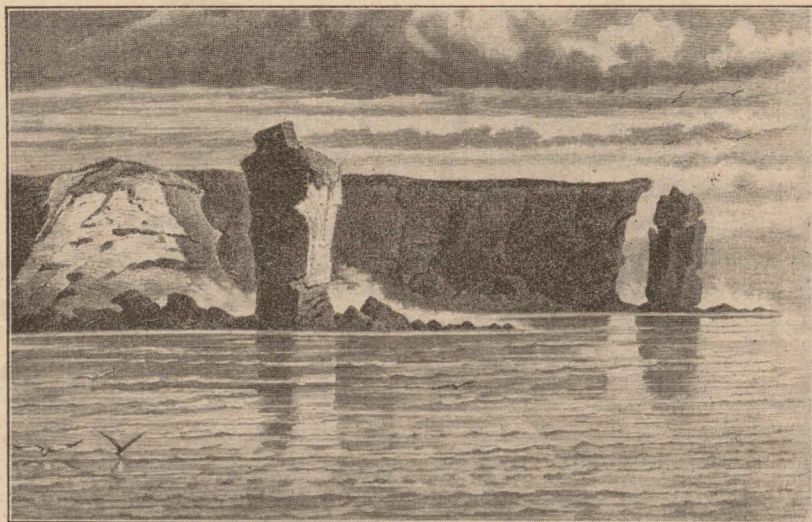
A Föld belsejéből gyakran vetődések repedésein keresztül száll a felszínre a források vize. A nagy mélységből felszálló víz a Föld belsejének melegétől felmelegedik és melegvízű *hév forrásként* jut a felszínre. Ha a víz a mélységben különböző ásványi anyagokat nagyobb mennyiségben oldott fel, akkor *ásványvízforrások* keletkeznek.

A víz oldóhatása és a karsztjelenségek. A víz a kőzetek egy részét oldja és oldóhatásával tekintélyes átalakítást végez a Föld felszínén. A talajba beszívargó víz barlangokat, üregeket old ki a kőzetekben s a felszínre jutva, az oldott anyagokat messze elszállítja.

A víz oldóhatásának romboló munkáját leginkább olyan mészkőterületeken lehet megfigyelni, amelyeket a Dinári Alpoknak északi részéről, a Karszt-hegységről, karsztterületeknek vagy röviden *karsztoknak* neveznek.

A tenger mellékén a csapadékvizek a szénsavon kívül sok tengertartalmat is tartalmaznak, ez a sós víz a tengermelléki területeken, amint a mészkő felületére ráhullik és végigfolyik rajta, élesszélű barázdákat, ú. n. *karrokat* mar a mészkősziklák felszínébe, a sziklák repedéseit pedig gyakran nagy kürtökké szélesíti ki. A hegy belsejébe szívargó víz szénsavtartalma és oldóképessége még növekszik, úgyannyira, hogy hatalmas folyosókat, üregeket, barlangokat alakít ki. Ha egymásik földalatti üreg beomlik, akkor a felszínen kerek horpadás, ú. n. gödör (*dolina*) keletkezik. Megtörténhetik, hogy hatalmas földalatti folyosók omlanak be, ilyenkor meredekfalú, keskeny szoros, *szurdokvölgy* képződik.

A karsztterületeken lehulló csapadékot a mészkő repedései, üregei legnagyobb részben elnyelik, miért is ott felszíni vízfolyások hiányzanak, a patakok, folyók földalatti járatokban, nagyméretű zárt csatornában és barlangokban folynak tovább. Ha itt-ott meg is jelenik egy-egy patak a felszínen bővízü karsztforrás képében, de csakhamar eltűnik a mészkőrepedéseken, kürtökön és a föld alatt folytatja útját. Az ilyen pataknak *búvópatak* a neve. A karsztterületeken a termőtalajt magával viszi a víz, ennél fogva a karsztterületeken a növényzet nagyon gyér vagy teljesen hiányzik s az egész terület kopár kősvetág képét nyújtja.



16. kép. A hullámok romboló munkájának hatása, jól látszik az össze-töredezett tengerparti sziklákon.

A karsztterületeken a víz építőmunkája abban nyilvánul meg, hogy a barlangokba szivárgó vízből a kalciumkarbonát kiválik és cseppkőképződmények keletkeznek, a forrásokból pedig mésztufa rakódik le.

Mindazokat az átalakulásokat, amelyek mészkőhegységekben a víz oldó hatása folytán történnek, *karsztjelenségeknek* nevezzük. Karsztjelenségek vannak a Karszt-hegységen kívül a szilicei fennsíkon a Bihar-hegységben, kisebb karsztterületek vannak a Bükk-, a budai és a Mecsek-hegységben is.

A folyóvíz munkája. A sziklákat már a záporosók is tudják koptatni és rombolni, a lesodort kőzettörmelékéből pedig a hegyek lábánál

törmelékkúpot hord össze. Az eső lesodró hatásánál jóval erősebb a patak és folyóvizeknek medret és völgyet vájó munkája. A folyóvizek munkásságát már az ásványok keletkezésének megbeszélésekor tárgyaltuk.

Minél jobban közeledik a folyó a torkolatához, annál több törmeléket rak le. Először csak a nagyobb szemű kavics ülepedik le, a finomabb törmeléket még tova viszi. Alább a víz ereje annyira gyengül, hogy a finomabb kavics, majd a homok is leülepedik. A torkolatnál, ahol a víz esése teljesen megszűnik, a folyó lerakja legfinomabb szállítmányát, az iszapot is, az oldott anyagok pedig a tengervíz ásványi vegyületeit gyarapítják.

Az iszap lerakódása a folyók torkolatánál oly nagyméretű, hogy a tenger hosszú darabon feltöltődik és a folyó csak saját üledékével küzködve, ágakra szakadozva juthat a tengerbe. Az iszappal feltöltődött, elágazó folyótorkolatot *deltának* nevezik. A deltákban lerakódó iszapmennyiség gyakran igen tekintélyes. Pl. a Duna deltája évenként átlag 1 km.-rel növekszik a tenger felé.

A tengervíz munkája. A tenger hullámainak is van szerepük a föld pusztításában. A hullámverés alámossa a parti sziklákat, amelyek végül leomlanak. A törmeléket a tengeri kavicsná, majd homokká aprózza s ahol a hullámverés ereje kisebb, a homok lerakódik. Ilyen helyeken homokgátak keletkeznek, amelyek a nyílt tengerrel csak keskeny csatornán át közlekedő öblöket zárnak el.

A jég geológiai működése. A hegység pusztításában a jégnek is jelentős szerepe van. A kőzetek repedéseibe szivárgó víz télen megfagy. A víz jéggé való átalakulása térfogatnövekedéssel jár. A fagy ezáltal szétrepeszti a legkeményebb sziklákat is.

Magas hegységek csúcsain, fennsíkjain, az örök hó határán túl, sohasem olvad el a hó. Az évről évre egymásra halmozódó hótömegek az alattuk levő hórétegeket jéggé sajtolják. A havasok tetején ily módon valóságos jégmezők keletkeznek, melyeknek terjedelme néha több 100 km²-t is meghalad. E jéggel takart területeket *firnmezőknek*, a firnmezőket borító jégtakarót pedig *firnjégnek* mondják. A firnjég a hegyek csúcsára folytonosan hulló új hótömegek nyomása és a nehézségi erő hatására lassan csúszva megindul lefelé a völgyekbe és létrejön a *jégár* vagy gleccser. A firnmezőkön a firnjég képződése állandóan tart és mindig újabb jégtömegek tódulnak a firnmezőről eltávozó jég után. A firnjég tehát állandóan táplálja a gleccsereket, amelyek

igen lassan haladnak előre. Az Alpok gleccserei naponként átlag 20—30 cm.-es utat tesznek meg.

A gleccserek nagymennyiségű törmeléket visznek le magukkal a hegyről a völgybe. Egyrészt a jégtömeg nagy súlya összezúzza a sziklatuskókat, amelyek a mozgó jégár alá kerülnek és maguk alatt tolják a zúzási termékeket a jégfolyam fenekén; másrészt ott, ahol már nem takarja be a jég az egész felszint, hanem az oldalakon kimarad a kopár szikla, ott a sziklatörmelék ráhullik a jégre és ennek a hátán utazik le a völgybe. A jégár szélén és a végén felhalmozódó törmelék-halmokat *morénáknak* mondjuk. Az oldalakon felhalmozódó morénákat *oldalmorénáknak* nevezzük, a gleccser végén felhalmozódó törmeléket *homlokmorénáknak* nevezik. Amikor a gleccser a völgybe ér le, akkor a talaj hőmérséke nyáron már $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ foknál felül emelkedik és a jég a fenéken el kezd olvadni. Az olvadó víz a gleccser alatt folyik lefelé és a végén gleccser-patak képében bukkan ki a jég alól. Útközben a víz is olvasztja a jeget és egészen nagy barlangokat váj ki magának a jégből. A gleccser-patak a moréna-anyagot elmossa és a finomabb törmeléket kihozza magával a jég alól és szétteríti az ártéren.

A gleccser fenekén tovavonszolt törmelék darabjai részben agyagos tömegekké zúzódnak, részben csak szögletes darabokra töredeznek és azok a kőzetdarabok, melyeket a jég a nagy súlyával a fenékre nyom, összekarcolódnak. A gleccserek nem gömbölyítik le annyira a kőzetdarabokat, mint a folyóvíz a kavicsot, üledékeikre tehát a szögletes, összekarcolt kövek jellemzők. A gleccser által tovahurcolt törmelék a gleccser fenekét alkotó sziklákat is lekoptatja és összekarcolja. Jellemző továbbá a gleccserek üledékeire, hogy a törmelékdarabjai nem válogatódnak szét súly és nagyság szerint, ezért azután a morénákat a legkülönbözőbb nagyságú kőzetdarabok alkotják, a különböző méretű kőtuskók, kődara, homok, kőliszt egyenletes keveréket alkotnak benne az elmállott agyagos anyaggal.

A szél geológiai működése. A szél romboló munkáját különösen a sivatagokban látjuk, ahol a növényzet nem áll a szél útjában és nem csökkenti erejét. A sivatagi szél könnyen szárnyára kapja a homokot és amint tovaröpíti, a homokszemek sűrölnék, koptatják az útjukba eső kőzeteket.

Ahol a szél ereje csökken, vagy ahol valami kiálló szikla vagy növényzet feltartja a szelet, ott a homok újra lerakódik. A szél tehát nemcsak rombol, hanem épít is.

A szél futóhomokból homokbuckákat épít fel. A buckáknak jellemző alakjuk és szerkezetük van. A szél felé fordított oldaluk lankás, ellenkező oldaluk pedig meredek. Homokrétegeik nem vízszintesek, hanem a felszínnel párhuzamosak.

A lösz. A szélfúvás a homoklerakódásokat nagyság szerint osztályozza. A homokot maga előtt gurítja, a porszemeket pedig felkapja és a levegőben szállítja tovább. A szélben lebegő ásványpor és ásványliszt a szél erejének csökkenésével szintén leszállnak s leszállásra készíteti őket még a mindennapi harmat is, mely a lebegő szemecskék felületére ráakódik és így megnehezíti őket. A lerakódó ásványpor és ásványliszt geológiai korszakok alatt vastag földréteggé növekedett s ott, hol nagyobb mértékű volt a porhullás, minden kőzetet egyenletesen befedett. A porhullás ma is nagymértékű a sivatagokat környező övekben, Afrika északi partjain és Európa déli részein minden évben nagytömegű por hull. A Gobi-sivatagot határoló országokban a geológiai harmadkor óta megszakítás nélkül hullik a por. Ennek a hosszú, csendes építő munkának eredményeként 50—100 m. vastag földrétegek alakultak ki a hulló porból, melyeket legtűzetesebben Kínában tanulmányoztak a tudósok. A lösz neve is innen származik.

Magyarországon a legutolsó geológiai korban az északi tájakról származó por beborította Magyarországnak legnagyobb részét. Dunántúl kétharmadát ma is még tiposus löszrétegek borítják, úgyszintén a Nagy-Alföld területét is. A lösz hazánkban a termő talajoknak egyik legfontosabb anyakőzete, mert ennek a málladéka szolgáltatja termőtalajainknak túlnyomó részét.

Az élő szervezetek geológiai működése. Az élő szervezetek kőzeteket alkotó és kőzeteket elpusztító munkájáról már szólottunk a mészkövek alakulásának leírásában. Az üledékes kőzetek egy csoportja szerves eredetű s a kőzeteket pusztító organikus mállás is élő szervezetek munkája. Az élő világ építő és romboló tevékenysége is geológiai tényező tehát, mely a Föld külső erői közé tartozik.

A tengerfenék legszorgalmasabb építőmunkásai a korallok. Az elpusztult korallok millióinak mészvázaira új és új korallnemzedék települ, élők házaiból nagy kiterjedésű zátonyok épülnek, melyek a partoktól kisebb-nagyobb távolságban, gyakran közvetlenül a tenger színe alatt, hosszan szegélyezik a szárazföldet és állandó veszélyt jelentenek a hajók számára.

A korálszigetek és a korálzátonyok anyagát gazdag élővilág, csigák, kagylók és más tengeri állatok, továbbá mézskiválasztó növények gyarapítják.

Ilyen eredetűek azok a nagyterjedelmű mézshomokkő lerakódások, melyek Budapeستől délre Budaörs-től Kőbányaig, Sós-kút—Tárnokig terjed. Hasonló nagy terjedelmű korálzátonyalakulatok vannak még Pécs—Pécsvárad környékén és a Fertő-tónak nyugati és déli partján. Ezek a szigetek, szirtek és zátonyok, ha a tenger a Föld későbbi időszakaiban elvonul róla, mézskőhegyek képében emelkednek ki.

Mivel a telepalkotó korallak csak meleg éghajlatú vidékek tengereiben élnek, a hegyek, hegységek gyanánt előttünk álló ősi korál-szirtekből a hajdani tengerek éghajlatára is következtethetünk.

A Föld története.

A Föld keletkezésétől napjainkig sok-sok millió esztendő telt el. Ez alatt a hosszú idő alatt Földünk felszíne folyton változott. Vulkanok törtek ki és szüntették meg működésüket, a földkéreg mozgásai hatalmas hegységeket hoztak létre, amelyeket később letaroltak. A földkéreg emelkedései és süllyedései folytán a tengerek egyre változtatták a helyüket, úgyannyira, hogy alig van olyan helye a Földnek, amelyet egykor nem borítottak volna a tenger hullámai.

A földtan nyomon követi a Földön végbement változásokat és iparkodik megrajzolni a rég letűnt világok képét és kibogozni a Föld történetét. A földtannal foglalkozó tudósok nem meríthetnek írott kútfőkből, mint az emberiség történetével foglalkozó történet-tudósok. Azonban a geológus is talál adatokat, amelyekből a Föld régi korszakainak eseményeire, természeti és földrajzi viszonyaira következtethet, mert a Föld történetének eseményei nem multak el nyom nélkül. Az ősi tengerek otthagyták üledékeiket a mai száraz-földeken és az egymásután következő korszakokban egymásra rétegeződtek a tengerek, folyók és a jég üledékei, valamint a levegőből lehullott porrétegek és a tűzhányókból kikerült vulkáni anyagok tömegei. A vízszintes helyzetükből kimozdított tengeri eredetű kőzetrétegek hegyképző erők működéséről tanúskodnak.

A vulkáni eredetű kőzeteknek már az összetételéből és szerkezetéből is következtethetünk a kőzetet létrehozó erőkre és a kőzet keletkezésének körülményeire. Az üledékes kőzetek származásának meg-

fejtésére azonban gyakran nem elég a kőzet összetételének felismerése. Pl. agyag keletkezhet tengerekben, tavakban, mocsarakban egyaránt.

A Föld történetének kutatásánál nem elegendő, ha csupán az egyes kőzetek származását és a Földön végbement változásokat ismerjük, hanem meg kell állapítanunk azt is, hogy a Földön hosszú idő alatt történt események időrendben hogyan következtek egymásután.

Az üledékes kőzetek településének általános szabálya, hogy a később leülepedett rétegek a korábban leülepedett rétegek felett fekszenek. Ez alól a szabály alól csak olyan helyeken találunk kivételt, ahol a földkéreg mozgásai a rétegeket annyira kimozdították eredeti helyzetükből, hogy a későbbi geológiai korban leülepedett rétegek fölé a korábban leülepedettek kerültek rá. Az egymás felett levő rétegek viszonylagos korát, vagyis azt, hogy melyik réteg idősebb és melyik fiatalabb, legtöbb esetben már a rétegek településéből is meg lehet állapítani. Ebből azonban még mindig nagyon keveset tudnánk a Föld történetéről.

A Föld multjából leginkább e geológiai multban élt állatok szénsavas mészből vagy kovából álló állati vázai maradtak ránk (pl. csigák, kagylók héjai, rákok, túskebőrűek páncéljai), továbbá gerinces állatoknak csontjai. Mindezek az állati és növényi maradványok át vannak itatva szénvavas mésszel, vagy kvarccal, el vannak kövesedve, ezért *kövületek*-nek (fosszília) nevezték el őket.

A kövületekből megismerhetjük a Föld multjának állat- és növényvilágát és azt is kideríthetjük, hogy az egykori állatok és növények szárazföldön, édesvizekben, sekély vagy mély tengerekben, meleg vagy hideg éghajlat alatt éltek-e. Mindezt úgy állapíthatjuk meg, hogy megfigyeljük a ma élő állatok és növények életmódját és abból következtetünk a Föld multjában élt szervezetek életére és a Földön való elterjedésére. Azáltal, hogy az egykor élt állatok és növények életkörülményeit felismerjük, azt is megállapíthatjuk, hogy milyen körülmények között keletkeztek azok az üledékes kőzetek, amelyekben a kövületeket találjuk.

Fontos szerepe van a kövületeknek a rétegek viszonylagos korának megállapításában is. Minél régebbi valamely kőzet, annál kezdetlegesebb állatok és növények maradványait tartalmazza. Minél rövidebb idő választja el a kőzet keletkezését napjainktól, annál jobban hasonlítanak a kőzetbe zárt megkövesedett állatok és növények a

maiakhoz. Mivel a Földön az állat- és növényvilág folytonosan fejlődött, a kőületekből meg lehet állapítani, hogy régebbi vagy közelebbi időben, az élőlények fejlődésének melyik szakaszában ülepedett le a kőületet bezáró réteg, vagyis, melyik réteg keletkezett előbb és melyik utóbb. A kőületek segítségével tehát akkor is meghatározhatjuk a kőzetek viszonylagos korát, ha azok nem fekszenek egymás felett.

Hogy a Föld történetében a tájékozódás lehetségessé váljék, a geológusok beosztották a Föld multját geológiai *korokra*. Az egyes korokon belül *korszakokat*, a korszakokon belül *emeleteket* különböztetnek meg. Egy-egy földtani korszakon belül keletkezett kőzetek összeségét földtani *képződmények*-nek vagy formációknak mondjuk. A földtani korok a következők:

- | | |
|----------------------------|---------------|
| 1. Óskor. | 4. Újkor: |
| 2. Elsőkor vagy ókor. | a) Harmadkor. |
| 3. Másodkor vagy középkor. | b) Negyedkor. |

A Föld történetének korszakait tehát nem évszámokkal fejezzük ki, mint a történelem korszakait, hanem csak azt állapítjuk meg, hogy azt az időt, amelyben valamely kőzet keletkezett, vagy amelyben a Földön valamilyen változás végbement, milyen korszakok előzték meg és milyen korszakok következtek utána. A geológiai korhatározás tehát csak *viszonylagos*.

A Föld őskora.

A Föld őskora a Föld kérgének megszilárdulásával kezdődik. A Föld kérgének azok a részei, melyek ebből a korból származnak, mind szilárd, kristályos kőzetek, ú. m. kristályos palák (gnájsz, csillámpala) és mélységi kőzeteket (gránit). Ha keletkeztek is ebben az időben üledékes kőzetek, ezeket átalakította a rájuk rakódó földrétegek hatalmas nyomása.

A kristályos palák a Föld legősibb kőzetei. Igen nagy mélységben mindenütt megvannak más kőzetek alatt. Azonban a földkéreg mozgásai helyenkint felemelték őket. Ily módon a kristályos palák egy része a felszínre került. A Kárpátokban sok helyütt őskori kristályos pala és gránit a hegységnek kőzete az északi Kárpátokban, a keleti és délkeleti Kárpátokban is. Az őskori rétegekben kőületeket nem találtak.

A Föld első kora vagy ókora.

A Föld ókorából már maradtak ránk olyan rétegek, amelyek kőületeket tartalmaznak, továbbá sok eruptív kőzet, melyek arra vallanak, hogy sok tűzhányó is működhetett. Az ókori üledékes kőzetek, főleg sötétszínű agyagpalák, konglomerátumok, homokkővek és mészkővek.

Az ókor üledékes kőzeteiben található sok és sokféle kőület azt bizonyítják, hogy ebben a korban a szerves élet teljesen kifejlődött. A Föld felszínét magasra nőtt növények borították, melyek alatt megjelennek az első nagytestű kétéltűek, a vizeket pedig halak és kagylók népesítették be. De az élők világa egészen más volt, mint a mi korunké. Az ókor üledékeiben sok olyan állat és növény maradványait találjuk, amelyekhez hasonlókat a mai állatok vagy növények között hiába keresnénk.

Ebben a korban fejlődtek ki a Földön a gerinctelen állatok különböző törzsei, a gerincesek közül pedig az első halak. Ekkor jelentek meg az első kétéltűek is, a kőr végén pedig néhány ősi hullófafaj. Az ókori tengerekben a porcosvázú páncélos halak voltak elterjedve, amelyeknek testét pikkelyes páncél borította. Madaraknak és emlősöknek ekkor még nyomuk sincs. A Földön az ókorban még csak virágtalan növények teremtek. A mai korpafűfélékhez, zsurlókhoz és páfrányokhoz hasonló, fanagyságú növények mocsaras vidékeken csakugyan sűrű erdőket alkottak. Itt képződött az elpusztult és az iszapban eltemetett növényekből a kőszén.

A vulkáni kitöréseket az ókorban hatalmas kéregmozgások kísérték. Különösen Közép- és Dél-Európában gyűrődtek fel és töredezték össze az ókori képződmények. A gyűrődések az ókorban lánchegységeket hoztak létre, melyeket azonban a későbbi korszakok majdnem teljesen letaroltak (Belgium, Dobruđa).

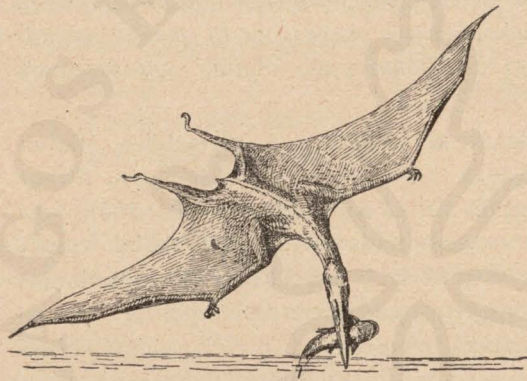
A Föld középkora vagy másodkora.

A Föld középkorának képződményei között kevés az eruptív kőzet, ami arra vall, hogy ebben a korban a tűzhányók működése csekély volt.

A középkor legelterjedtebb üledékei: a mészkő, a dolomit és a márga; ezeken kívül kevés agyag és homokkő. E kőzetek a középkor rétegsorában többszörösen váltakozva, települnek egymás fölé. Mivel

az agyag mély tengerekben, a mészkő sekélyebb tengerekben, a homok pedig tengerpartokon keletkezett, a kőzetek váltakozásából arra következtethetünk, hogy a Föld egyes vidékein a középkorban a tengerek sokszor változtatták helyüket egy-egy helyen, hol mély tenger, hol sekély tenger, hol pedig partvidék és szárazföld volt.

A középkorban olyan állatok fejlődtek ki, amelyek az ókorban még nem éltek. Kipusztultak a középkor tengeréből az ókor páncélos halai is s helyettük megjelentek az első csontos halak. A tengereket ezenkívül főleg a mai tengeri sünökhöz tartozó túskebőrű állatok és a mai nautilus rokonságába tartozó fejlábúak, az ú. n. *ammonitok*,



17. kép. Repülőgyík, Pterodactylus képe. A legnagyobbak szárnyainak mérete 2 m.-t is meghaladta.

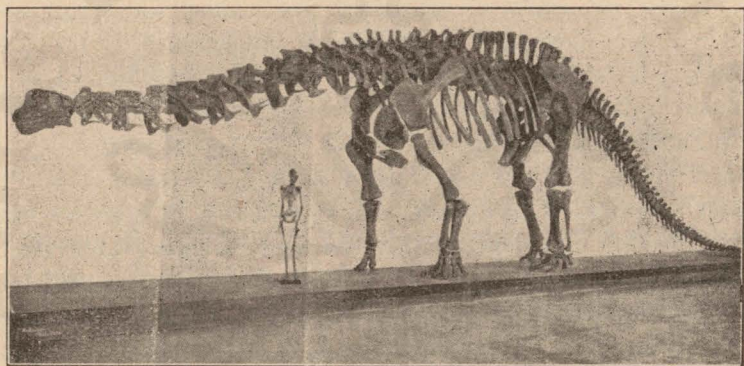
Belgium és Németország tengerpartjain hatalmas krétahegyek állanak, melyeknek anyaga mind ebben a korban rakódott le az akkori mély tengerek fenekén.

A középkor a hüllőknek a kora. A mai gyíkoknak az ősei népesítették be a tengereket, a szárazföldön pedig repülőgyíkok helyettesítették a madarakat. Igazi tollas madár csak középkor végén jelenik meg. Ezek a madarak nagyon különböztek a maiaktól, csőrükben fogak voltak, farkuk csigolyákból állott, szárnyaik végén ujjakat viseltek, testüket azonban már toll borította, éppen úgy, mint a mai madarakét. Nagyon hasonlítottak ezek a madarak a hüllőkhöz, amiből azt következtethetjük, hogy őseik a hüllők voltak, amelyekből lassan, nemzedékről-nemzedékre tökéletesedve fejlődtek ki és alakultak át a maiakhoz hasonló madarakká.

továbbá korálok és parányi mészhéjú és kovázú egysejtű lények népesítették be. A korálok helyenkint óriási telepeket alkottak, melyekből számos középkori mészkő- és dolomithegy keletkezett. A középkor végén a tengerben élő parányi egysejtű lények mészváziból alakultak a hatalmas krétahegyek is. Anglia, Franciaország,

A Föld egyes vidékein a tengerek sokszor változtatták helyüket egy-egy helyen hol mély tenger, hol sekély tenger, hol pedig partvidék vagy szárazföld volt.

A középkorban Magyarországnak területét nagy és mély tenger fedte, ebben rakódtak le azok a kavics-, homok- és agyagos rétegek, amelyekből az Északi és Keleti Kárpátoknak hegykoszorúja alakult. A középkori mélytengerek fenekén rakódtak le azok a meszes iszapok, amelyekből a Budai hegységnek, a Vértesnek és a Bakonynak, továbbá a Mecsek-hegységnek mészkő- és dolomittörmései alakultak. Ugyancsak ebből a korból származnak az erdélyi Érchegységnek és a Gyalui



18. kép. Óriási gyík, Brontosaurus csontváza. Az állat 20 m. hosszú, 5 m. magas volt.

havasoknak mészkőhegyei is. A középkori mélytengerek fenekén leülepedett anyag iszapjából épültek fel azok a mészkőhegyek, amelyek az Adriai-tenger északi és keleti partját szegélyzik.

A középkor elején a legelterjedtebb növények a *tülevelű fák* és a *páfrányfélék* voltak. A kor vége felé azután megjelentek a legősibb egyszikű, majd kétszikű növények, közöttük az első lombos fák is.

A középkor szervezetei nemcsak az ókor és az utána következő korszakok élővilágától különböznek, hanem a középkor egyes időszakait is különböző élőlények jellemzik. Ezért a középkort is több korszakra osztjuk és pedig a legidősebbeknél kezdve a triasz-, jura- és a krétakorszakra.

A Föld újkora.

A Föld történetének ezt a szakaszát azért nevezik újkornak, mert a Föld éghajlata, állat- és növényvilága e kor folyamán mindjobban megközelítette a Föld mai állapotát, míg végül kialakult a Föld felszínének és élővilágának mai képe. Minél jobban közeledünk az újkor korszakaiban a jelenkorhoz, annál jobban hasonlít a Föld élővilága a maihoz. Az állat- és növényvilágnak a maihoz való hasonlósága alapján az újkoron belül két nagy kort különböztetünk meg : *harmadkort és negyedkort.*

A harmadkor.

A harmadkorban Földünkön nagy változások mentek végbe. A földkéreg elmozdulásai következtében ekkor tornyosultak fel a Pireneusok, az Alpok, a Kárpátok, az Appenninek, a Kaukázus, a Himalája és az Andok hegyláncai. A földkéreg elmozdulásait mindenütt élénk vulkáni működés kísérte. A harmadkori vulkánosság hozta létre pl. hazánkban a riolit-, andezit- és bazalthegységeket (Hegyalja, Mátra, Hargita stb.). A tenger és a szárazföld sokszor változtatta a helyét, míg végül kialakultak a mai kontinensek. A Földközi-tenger is ekkor foglalta el mai helyét, de a harmadkor legnagyobb részében még olyan széles volt, hogy Magyarország területét is elborította.

A harmadkorban érik el az emlősök virágkorukat. A középkor ősi állatai : az őshüllők, fogascsőré madarak, ammonitok stb. kihaltak és a harmadkor végén az állatvilág már a maihoz hasonló volt, de az emlős állatoknak nagyrésze az erszényesek családjába tartozott.

A harmadkor tengereinek és szárazföldjeinek váltakozása közben rövid időre szárazföldre került területeken gazdag növényzet tenyésztett, amelyből barnaszéntelegek keletkeztek, az elzáródó tengeröblök bepárolgása után pedig kősótelepek maradtak ránk.

A harmadkor két részre oszlik : *a régiebb és az újabb harmadkorra.* Az *ó-harmadkor* (paleogén) korszakai : *az eocén és az oligocén, az új harmadkor* (neogén) korszakai : *a miocén és a pliocén.*

A ó-harmadkor (paleogén).

A régiebb harmadkorban Európában trópusi éghajlat uralkodott. A szárazföldeket pálmák és más örökzöld növények díszítették. A mocsaras erdők ingoványos talaján nagy mennyiségben halmozódtak fel az elhalt növények, amelyek barnaszéntelegekké alakultak.

A tatai, kódsdi, dorogi, tokodi, pilisvörösvári barnaszéntelegek a régibb harmadkorban keletkeztek.

Az állatvilág is arra mutat, hogy az éghajlat olyan lehetett itt, mint ma az egyenlítő vidékén. Struce-féle madarak, majmok, félig a mai tapirhoz, félig az orrszarvúhoz hasonló ősi patásállatok (palaeotheriumok), az elefánt ősei, a négyagyarú mastodonok éltek a régibb harmadkor trópusi erdőiben és ligeteiben.

A régibb harmadkornak, különösen az eocén-korszaknak óriási kiterjedésű volt a földközi tengere. A eocén földközi tengerre jellemzők a korongalakú mészhéjjal ellátott egysejtű nummulitok (Szent László pénze). Az eocén-korszakban a nummulit mészköveken kívül márgák és széntelegeket kísérő agyagok ülepedtek le. Az oligocén-korszaknak agyag és homokkő az uralkodó kőzete. A budai téglagyárak anyaga, az ú. n. kiscelli agyag is oligocén-kori tengeri üledék.

A legtöbb magas hegység a harmadkorban gyűrődött föl mai alakjára. Így a Pireneusok, az Alpok, Kárpátok, Himalája és a Kordillerák mind a harmadkorban keletkeztek. Azok a rétegek, amelyek a harmadkor elején rakódtak le, tehát ekkor még a tenger szintjében voltak, ma óriási magasságokra: a Pireneusokban 3000 m. fölé, a Himalájában pedig 5—6000 méternyire tornyosodnak a tenger fölé. Az ilyen óriási emelkedések természetesen gyökeresen megváltoztatták a vízfolyásokat s a vízvázalástokat is egész másképp alakították át.

A földkéregnek ez a minden mértéket meghaladó mozgása a földkéreg törései és leszakadásai, természetesen a Föld mélyében lévő izzó folyó kőolvadéknak is sok helyütt utat nyitott. A magának mérhetetlen tömegei ömlöttek ki a felszínre. Ebben a korban hatalmas vulkáni működés kezdődik Magyarországon is. A nagy magyar medence ugyanis ebben a korban szakadt be és a törés mentén, mely a Magas Kárpátokat Besztercebányától kezdve Selmecebánya, Gyöngyös, Eger, a Tokajhegyalján keresztül Eperjesig félkörben övezi körül, mindenütt tűzhányók álltak és mérhetetlen mennyiségű tufát, vulkáni hamut szórtak ki a felszínre, mely az egész vonalat 30—70 km. szélességben beborította. A lávából hatalmas hegyek tornyosodtak a laza vulkáni kőzet felett. Óriási trachit-, andezit- és bazalthegykúpok is siettették a harmadkor rohamos változásait.

A klímaövek is a harmadkorban kezdenek hasonlítani a mai klímaövekhez. A jura- és a krétakorszakok folyamán is voltak már klímabeli különbségek, azonban az éghajlati övek csak a harmadkorban

fejlődtek ki teljes mértékükben. A növényzet lassankint elvesztette trópusi jellegét és a mérsékelt klímához alkalmazkodott. A talajhoz kötött növényzet ezeket az éghajlati változásokat sokkal szembe-tűnőbben tanúsítja, mint az állatvilág, azonban még a tengeri fauna kialakulásából is észrevehetjük ezt. A harmadkor kezdetén úgy a tengeri, mint a szárazföldi ősgyíkok tökéletesen kihaltak. Egész más növényzet és állatvilág lép ezek helyébe. A tengeri gyíkok helyett most már a bálnák foglalják el az óceánok birodalmát, a szárazföldön a dinosaurusok helyébe az emlősök lépnek, míg a repülő sárkányok helyett a tollas madarak lesznek a lég uraivá.

Az eocénben még egyetlen olyan fajta kagyló és csiga sincs, amely ma is élne; a miocénben talált molluszkáknak azonban 40 százaléka ma is él és a pliocén csigáinak és kagylóinak csaknem 90 százaléka él jelenleg is a tengerekben és az édesvizekben.

Az ó-harmadkor klímája jóval melegebb volt a mainál. Közép-Európában ebben az időben a bükk-, nyár- s diófákkal együtt pálmák, fügefák, mirtusz- és kámforfák tenyésztek. Tehát trópusi és szubtrópusi volt még a flóra. Ezek az erdőségek szolgáltatották az anyagot a barnaszén képződéséhez. Számos kitűnő széntelep mutatja európa-szerte az ó-harmadkor gazdag növényzetét. Hazánkban az eocén-korból származnak Felsőgalla és Esztergom vidékének széntelepei, továbbá a pilisvörösvári völgy szentiváni telepe, a nagykovácsi szénképződés, az oligocén időkből a nyergesújfalvi széntelepek s a zsemlyei barnaszén Komárom megyében.

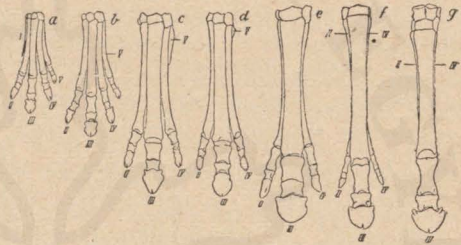
Az eocén szisztéma tengeri faunájában főképp a nummulitesek uralkodnak. Az eocén déli kifejlődésében a nummulitesek, ezek a lencse- s pénz nagyságú foraminiferák a legjellemzőbb kövületek. Az eocén déli vagy alpesi faciese a legnagyobb szerű geológiai jelenségek közül való. Hatalmas rétegcsoportok csupa nummulitesekből allanak s ezek nemcsak hogy óriásai az apró foraminiferáknak, amilyen nagyra sem azelőtt, sem azután soha többé meg nem nőttek, hanem milliárd és milliárdszámra találjuk ezeket a szikláknak.

A nummulites-tartalmú rétegeket hazánkban főképp a Bakony és az erdélyi medence mutatja, ahol egész hegytömegek vannak csupa nummulitesekből. A mészkő elmállása miatt a nummulitesek ezerszámra hevernek a szántóföldeken s ezeket a Bakonyban kövesült lencsének, Erdélyben pedig a nagyobb fajtákat Szent László pénzének hívják. A Budai-hegységben pl. a Kis-Svábhegy és a Mátyáshegy is nummulit mészkő.

Az ó-harmadkornak legnevezetesebb maradványai azonban mégis az emlősök.

Az őspatások csoportjának Phenacodus nevű nemzetségét sokan a lovak ősalakjául tekintik. Ennek a fajtái kutyanagyságúak s inkább a ragadozókra, mint a patás állatokra emlékeztetnek. Szétterpesztett ötujjas lábuk arra utal, hogy mocsaras, ingoványos helyeken tartózkodtak s gumós fogukról ítélve, mindenevők voltak. A Phaenacodusokból azután 3 ujjú Palaeotherium keletkezett, amely szárazabb talajon élven ötödik ujjja elsatnyult, de a középső annál erőteljesebb lett. Rokona ennek az eocénbeli Hyracotherium, ez a rókanagyságú, gumós fogazatú állat, amelynek mellső lábain négy, de a hátsón három ujjja van. A Hyracotheriumot úgy Észak-Amerika, mint

Európa eocén és alsó-miocén-kori rétegeiben számos hasonló nemzetség követi, majd a felső-miocén-kori rétegekben fölbukkan az Anchitherium, amelynek zápfogai már zománcredősek, de lábai még szintén háromujjúak. Az Anchitheriumot azután a pliocénrétegekben a Hipparion követi, amely külsejében már valóságos ló,



19. kép. A ló lábának átalakulása a ó-harmadkori Phenacodus nevű ősalaktól kezdve a mai Equus caballus-ig, a, b, c és d ó-harmadkori, e, f, g új-harmadkori ősöknek lábai. g Protohippus pernix alsó miocénbeli ős már egypatás állat volt, olyan mint a mai Equus caballus.

csak hogy gyengébb termetű és még mindig háromujjú; két szélső ujjja azonban feltűnően rövid. Végül az északamerikai felső-pliocénben megjelenik a Pliohippus, amely már teljesen egyujjú és csak fogainak zománcredőiben különbözik az Equus caballustól, vagyis a mai lótól. Ezek az utóbbi fajok valószínűleg keményebb talajon éltek mint az ősi lovak s ennek tulajdoníthatjuk azt, hogy a középső lábújj kifejlődött, míg a többi elsatnyult, mert az egyujjú kemény patán könnyebb futni, mint az ötujjú széles talpon. A nyílt füves térségeken pedig számos ragadozó állat veszélyeztette a legelésző lovak életét s így a gyors menekülés lévén az egyedüli védőeszközük, már ezért is célszerű volt az egyujjú pata kifejlődése. A földi viszonyok folytonos változásában van tehát az állati szervezet tökéletesedésének az oka. A természeti viszonyok folytonos változása ilyenképp a fajok lassú átalakulását eredményezi.

b) Az új harmadkor (neogén) idején a tengerek számos öböllel és szorossal nyúltak be a kontinensek közé és így félig sósvízű tavak és mocsarak is képződtek. A neogén idők flórája Európában sokkal bujább és változatosabb, mint a jelenlegi növényzet. Számos növény terem itt együtt, amik ma a földön szétszórva élnek. A bambusz-, borostyán-, kámfor-, mirtusz- és ákácfa-jokkal együtt platán-, füge-, nyár-, gesztenye-, tölgy- és nyírfák élnek, valamint tiszafa- és fenyőfélék. Minden arra mutat, hogy a miocén-korban sokkal enyhébb volt a klíma Európában, mint ma. Igen érdekes a sarki vidékek harmadkori flórája is. Grönlandban, melyet ma állandóan jégpáncél takar, a 70. szélességi fokig olyan buja volt a növényzet, hogy 3 hatalmas barnaszéntelep őrzi ennek az emlékét. Platán-, tiszafa, nyár- és diófák, valamint nagylevelű tölgyek termettek itt a miocén-időkben.

A fiatal harmadkor emlős faunája rendkívül gazdag. Valódi ragadozók, mint a *hiéna*, *oroszlán*, *tigris*, *kutya*, *medve*; továbbá az *orrszarvú*, *rinocérosz*, *őslovak*, *őstevék*, *szarvasok* és *ormányosok* népesítik be a miocén- és pliocénkori szárazföldeket. Az óriási orrmányosok: a *mastodon*-félék, a neogén-korban lépnek fel s a diluviumban már ki is pusztulnak. A masztodonnal együtt élnek a lelógó agyaras *dinothériumok*. Azonban a valódi *elefántok* is feltűnnek a neogén végén. Az *Elephas meridionalis* a pliocén-korszak végén lép föl s óriási méreteket (4 m. magas) ér el. Mindezekből hazánk különböző rétegeiben szintén van több becses maradvány.

Ebben az időben ülepedtek le a máramarosmegyei és az erdélyrészi hatalmas sötömzsök; egyes elzárt medencékben, a buja növényzetű mocsarakban pedig a szénképződés föltételei voltak meg. Az andezit-erupciók hatalmas kúpokot alkotnak; dacitok, biotitos andezitek és piroxén andezitek gazdag változatosságban törnek föl és tufáikkal szaporítják az üledékeket.

A miocénkor második felében, az Alpok emelkedése következtében az óceánnal való összefüggés nyugaton megszakadt s félig sósvízű, zárt tenger keletkezett. Ez az ú. n. *szarmata-tenger* nyugaton a bécsi öbölíig, keleten pedig az Aral-tó tájáig nyúlt el. A miocén végén a *szarmata-tenger* a többi tengerektől elszakadt s olyanféle elegyes vízű zárt tó keletkezett, minő manapság a Kaspi-tó. Magyarország medencéjét víz borította s benne agyagos és márgás rétegek ülepedtek le.

Ezeket a képződményeket *pannoniai emeletnek* is nevezik. Molluszka faunájában főképp a *Dreysensia*, *Congerina*, *Limnocardium* s a

Melanopsis szerepelnek. Különösen a Balaton szakadékos, homokos partjain találjuk ezeket tömegesen. Ezek a fosszilis kagylók már régen felköltötték az ember érdeklődését; különösen pedig a *Congeria ungula caprae* kagylónak a Balaton hullámaintól lekoptatott búbja, amely balatoni *kecskeköröm* név alatt ismeretes.

Már a pannóniai kor közepén nagyon összezsugorodott az elegyes vízű tó, míglen egészen megszűnt és helyén zárt medencékben a *levantei* édesvízű tavak keletkeztek. Üledékei Szlavóniában fejlődtek ki, illetőleg maradtak meg legszebben s itt homokos, agyagos rétegei lignit-telepeket is tartalmaznak, temérdek viviparát és amerikai szabású Uniót zárva magukba.

Az Alföld altalajában is fontos szerepe van e kor üledékeinek és az artézi kutak a legtöbb helyen a levantei kavicsokból és homokos lerakódásokból nyerik bő vizüket. A szentesi, hódmezővásárhelyi, szegedi artézikutakból kikerült kagylók és csigák beigazolták, hogy az Alföld zárt medencéjét is édesvízű tó borította ebben a korban. Az Alföldet övező dombságban több helyütt a pannóniai homokrétegek és a diluviális sárgaagyag között kavicsstelepek vannak, amik itt-ott mastodonfogakat is tartalmaznak. Ezeket a kavicsstelepeket a levantei tóba ömlő folyók törmelékűpjai gyanánt tekinthetjük. Míg a triasz, jura és a kréta-korszakokban izzó magma-kitörés csak itt-ott háborgatta meg az idők csendes folyását, addig a harmadkorban Földünk nagyszerű vulkánikus kitörések színhelye volt. A harmadkorban a riolit, a trachit, az andezit és a bazalt kerültek föl a vulkánok mélyéből s jóformán az egész harmadkoron át nagyszerű kitörésekkel hatalmas hegységeket emeltek.

Azonban az egész világ legszebb harmadkori vulkánjai hazánkban, a Kárpátok belső peremén sorakoznak. Nagyobb andezithegységeink a visegrad-börzsönyi, a selmec-körmöci hegységek, a Cserhát, a Mátra, az Eperjes-tokaji, a Vihorlát-Gutin hegysorok. Ezek a hegyvonulatok elébünk tárják Alföldünk egyik hatalmas radiális és periferikus törésvonalát, amely Alföldünk teknőjének lesüppedése következtében támadt s ami a nagyszerű vulkánikus kitöréseket is okozta. Erdélyben szintén temérdek andezitkitörés ismeretes, amik közül a Hargita vonulata a legterjedelmesebb. A bazalt többnyire elszigetelt hegyekben mutatkozik. Északon a selmeci Kálváriahegy jelzi legszélső határát. Legszebb bazaltvulkánjaink Nógrád és Gömör vármegyében és a Balaton partján vannak. A Medves, a Pogányvár, a Ragács,

Ajnácskő mellett, továbbá az oszlopos elválásáról híres Somoskő, a lázi kőbánya bazaltjai, majd a Balaton partján a tihanyi bazalttufa, a Hegyesd, Somlyó, Szentgyörgy, Badacsony bazaltjai a fiatal harmadkor nagyszerű vulkanizmusának az emlékei. Az andezitvulkánok utóhatásai töltötték meg nemesfémekkel érc-hegységeinket s ugyanezek okozták ásványosvizű forrásainkat, amelyekhez fogható gyógyvizek alig vannak máshol a földkerekségen.

A negyed-kor.

A negyed-kor korszakai: a *pleisztocén* korszak vagy diluvium és a *holocén* korszak vagy jelenkor.

B) A *diluvium* neve abból a korból származik, amikor a geológia még csak gyermekkorát élte és azt hitték, hogy az özönvíz ebben a korszakban volt.

A diluviális képződményeket újabban pleisztocén névvel jelzik.

A harmadkor végén a klíma Európában sokkal melegebb volt, mint most. De a negyedkor kezdetén eddig ismeretlen okokból nagyon lehűlt s a lehűléssel kapcsolatban a klimatikai nedvesség is fokozódott. Ennek a klímaváltozásnak az lett a következménye, hogy Földünk két sarkát borító jégta- karó kiterjedése szerfelett megnövekedett. A növekedés természetesen csak lassan történt, de tekintettel arra a hosszú időre, amely alatt a növekedés tartott, mégis nagy eredményeket hozott létre, melyek egész Magyarország termőtalajának természetére és minőségére döntő hatással voltak.

A jégta- karó teljes kifejlődésében a Skandináv félszigetről kiindulva leért egészen Lengyelország déli feléig, le egészen Krakóig. Széle keleten az Urál-hegység déli végén kezdődött és nyugat felé, az Atlanti óceánig ért, közben betérítve mindent, ami ettől a vonaltól északra esett. Vastagsága helyenkint az 500 m.-t is meghaladta, még a szélén is magasabb volt 100 m.-nél. A jégta- karó folyton mozgott; a Skandináv félszigetről kiindulva kelet és délnyugat felé ereszkedett alá. A nagy jégtömeg természetesen azokat a területeket, amelyeken végigfolyt, legyalulta és a törmeléket maga alatt vonszolta le a német síkságra, Oroszországba, továbbá Angliába. Mindezekben az országokban a felszínt vastagon borítja a jégta- karó által leszállított kőzettörmelék. De nemcsak apró törmeléket hozott, hanem lehozott a hátán emeletes ház nagyságú köveket is. Ezek a kövek *vándorkő* néven ismeretesek és sokszor síkságon kavicsos homokrétegeken ülnek.

A negyed-kor második felében a jégtakaró kezdett visszahúzódni, a szélén óriási kiterjedésű kavics- és homokpusztságok maradtak a helyén. A jégnek olvadó vize hatalmas folyamokat táplált, melyek széles medreket ástak a jég alól felszabadult moréna anyagába, nagy részét még messzebbre szállítva el. Ezek az óriási kiterjedésű kavics- és homokpusztságok a jég közelében természetesen kopárak maradtak; a jég közelében a klíma nem kedvezett a növényzet tenyészetének.



20. kép. A jégkorszaki gleccserek elterjedése. A fehéren hagyott terület az összefüggő jégtakaró terjedelmét mutatja; a pontozott rész a löszlerakódás területét jelzi. A jégtakaró felett északon terül el a tengeri örök jég birodalma.

A jég hátáról lerohanó szelek a homokterületeknek laza anyagát kiszárították és hatalmas porfelhőket kavartak fel rajta. A homokszemeket maguk előtt gurították és futóhomokot alakítottak belőle, míg a finom szemeket szárnyaikra kapták és elszállították messzire délfelé, betérítve ezzel a finom szemű porral hegyet-síkot egyaránt.

Ha tekintetbe vesszük, hogy ezeknek a kavicspusztságoknak a hossza a 4000 km.-t is meghaladta, szélességük pedig sok helyen

200—300 km. között ingadozott, akkor megértjük, hogy az innen felkavart anyagból egy geológiai koron keresztül szakadatlanul tartó porhullás 10—15 m. vastag réteggé gyarapodott. A por természetesen nemcsak a síkságon hullott le, hanem beterítette a hegyeket is. A Kárpátok hegykoszorúja ma is még hulló porból alakult takaróval van befedve, csak a nagyon meredek lejtőkön mosták le róla azóta a csapadékok a takarót és így csak ilyen helyeken bukkanik napfényre az alapkőzet.

Abban az időben, amikor a jég visszahúzódott, mögötte a vegetációval borított öv is kiszélesedett. A lösznek akkori felszínén erdő



21. kép. A mammutnak képe. Szibériában az örökjégből kifejtett állat után rajzolta Abel O. egy. tanár.

támadt, amely a lösznek az anyagát elagyagosította. Erre az agyagos rétegre később egy új löszréteg települt rá, bizonyágául annak a ténynek, hogy a jégtakaró másodszor is megnövekedett. De ez a megnövekedés sokkal kisebb terjedelmű volt, valamint ezalatt az időszak alatt lerakódott löszréteg is vékonyabb. A jégtakarónak ez a másodízben való

megnövekedése az egész világon mindenütt tapasztalható; Európában, Amerikában egyaránt. A jégtakarónak másodízben bekövetkezett visszahúzódását nagyon jól lehet látni Svédországban, továbbá a visszahúzódás után létesült tavi lerakódások szerkezetének tanulmányozása alapján meg lehetett állapítani azt is, hogy ezóta 9000 esztendő telt el. Az Alpeselek lejtőin lévő lerakódásoknak tanulmányozása még több ingadozásról adtak bizonyágot, de ezek a mitalajismereti vizsgálódásaink szempontjából nem fontosak. Nekünk csak azt kell megjegyeznünk, hogy Magyarország termőtalajának nagyrésze abból a hulló porból alakult, amelyet ezek az északi szelek szállítottak le a jégtakaró széléről a Kárpátok hegyláncai által övezett medencébe, a dombvidékre és még sok helyen a hegyek fennsíkjára és lejtőire.

A diluviumnak vagy negyed-kornak legfeltűnőbb jelensége ennek a Föld pólusait borító jégtakaróknak óriási kiterjedése.

A növényvilág nem nagyon változatos és maradványaik a ma is tenyésző növényzettel egyeznek. Annál változatosabb az állatvilága, amelynek alakjai között az óriási emlősök és a futó madarak uralkodnak. A fosszilis állatmaradványok közül tán egy sem költötte fel az ember figyelmét annyira, mint a *mammut*, amelynek csontjai már a régebbi évszázadokban is igen gyakran napfényre kerültek.

Az őselefánt bőrét sűrű szőr fedte, nyaka lebernyegéről térdig érő szőr lógott le, fejét pedig méteres szőrszálak borították. Ez a vastag bunda védte meg őket a tél hidege ellen s így nemcsak a mérsékelt égövön, de északon is megélhettek. A mammut jóval nagyobb állat volt, mint az indiai elefánt. Feje magasabb, teste nehezkesebb, füle ellenben kicsiny s szemei is aprók voltak.

A pleisztocénkorszakban már ember is élt a Földön. A diluviumi ősember barlangban lakott és vadászattal, halászattal foglalkozott. Az elejtett vadak húsa volt a főtápláléka, bőrükből pedig ruhát készített magának. Az ősember csontmaradványaira ritkán akadnak, de elég gyakran kerülnek elő barlangokból kezdetleges szerszámai és fegyverei. Ezek az eszközök kőből, többnyire tűzkőből, szarukőből készültek, melyeket ütögetéssel, pattintgatással formált olyan alakúra, hogy azok alkalmasak legyenek fegyvereknek és házi szerszámoknak. Minél jobban közeledünk a jelenkorhoz, annál finomabban megmunkált kőszerszámokra bukkanunk. Az emberiség történetének azt a korát, amikor az ember még kőszerszámokat készített magának, *kőkorszaknak* nevezik. A kőkorszak áthúzódik a holocén-korszakba, a Föld jelenkorába is.

A holocén-korszak vagy jelenkor.

A negyed-kor második felében, a Föld jelenkorában, a jég visszahúzódott. A tundrák és sztyeppek helyét erdők foglalták el és teljesen kifejlődött a mai állat- és növényvilág. A folyók elfoglalták mai medrüket, feltöltötték a medencéket és ily módon kialakult a Föld felszínének mai képe.

A jelenkor ősemberére már gondosabban készítette kőszerszámain, meg is csiszolta azokat. Értett már ekkor az agyagedény készítéséhez

is. Az emberek egyrésze elhagyta a barlangokat és fából készült házakat épített magának. Svájcban és Észak-Olaszországban őskori falvak nyomaira bukkantak, melyek tavak vizében, cölöpökre épültek, hogy az ellenség és a ragadozók támadásaitól védve legyenek.

Az ember később felfedezte a rezet, majd bronzból és még később vasból készítette eszközeit. A kőkorszak után az emberiség réz-, bronz-, majd vaskorszaka következett.



M

II. RÉSZ

TALAJISMERET – ŐSI TALAJOK
TERMŐTALAJOK



I. FEJEZET.

Ősi talajok.

A talajalakulás módjai.

A kőzetek elporlása. A földkéregnek hegyalakító mozgása alkalomával az egyes kőzettömszök minden emberi képzetet felülmúló nagy nyomás alá kerülnek. Ez a nyomás még bent a Föld kérgében meglazítja a kőzetalkotó ásványoknak összefüggését, miközben finom hajszálrepedések keletkeznek az ásványokban. A természetben csak azoknak a kőzeteknek elporlása válik lehetségessé, melyeknek állományát a geológiai erők hatása már meglazította és ásványait megrepesztette. Mert ép kőzet se el nem porlik, se el nem mállik.

A meglazított kőzetet a meteorológiai tényezők bontják és pusztítják tovább, ezek között a legerősebb hatásúak a fagy, a hirtelen hőmérsékingadozások és a mozgó víz. A felsorolt tényezők azonban csak a már előzőleg meg lazított kőzetet tudják elporlasztani, azaz csak olyat, amelynek állományát a hegynyomás már meglazította.

Erre világos bizonyítékul szolgálnak azok a sziklák és kőtuskók, melyek Svédországban 9000 esztendő óta vannak szabadon a klimatikai tényezőknek kitéve anélkül, hogy ezalatt a hosszú idő alatt elmállottak volna. Csak a felszínük van megmarva, de a belsejük ép, semmi mállás nem látszik rajtuk.

Ha ellenben egy olyan szikla kerül a felszínre, melynek szilárdságát a hegynyomás előbb meglazította s benne az ásványokat össze-repesztette, akkor az a szikla a klimatikai tényezők hatása alatt hamar szétesik apró darabokra. Télen az eső vize megfagy a repedésben s tágítja a repedést. Minden egyes fagy újra és újra bontja a kőzetet, míg végre szétesik. Természetesen hathatósan közreműködik ebben a bontásban a víznek oldó hatása is, melynek bontó erejét fokozza még szénsav- és sótartalma.

A szétporlott kőzet darabjait az eső a hegyekről lemossa a völgybe és itt belejut a patakba, a folyóba ; egy részük azután a folyóknak

árterein ülepszik le, más részük pedig belekerül a tengerbe, mint ezt már az ásványoknak keletkezésekor tárgyaltuk.

A lerakódott ásványszilánkokból álló rétegeken növényi élet támad. A növények táplálkozás közben tovább bontják az ásványokat, melyeknek most már a kémiai alkata is megváltozik. Ezt a kémiai elváltozást *elmállás* név alatt foglalják össze.

Az ásványoknak elmállása. Az elmállásnak főtényezője a csapadék-víz, mely a talajban egész éven keresztül mozgásban van. A növényzet, mely a málló ásványoknak halmaza fölött él, csak másodsorban érvényesíti hatását azon az anyagon, amelyet a talajvíz bontó hatása létesített. Az elmállás tehát a talajnedvességnek a talaj ásványszemcséire gyakorolt hatásának az eredménye. Ez a kémiai hatás elsősorban oldási folyamat. A talajnedvesség megmarja az ásványszemcséket; a megtámadott felületi részből elsősorban bázisokat von ki, néha a felszabadult kovasav is feloldódik; másodsorban báziscesere történik, mert a kioldott bázisok helyére a talajnedvességből újak lépnek be.

Az oldódás a talajszemcsék felületén kezdődik. A talajnedvesség mindig csak a felületen bontja meg az ásványszemeknek az anyagát, míg a szemcse belseje változatlan marad. Minthogy az oldási folyamatban főként kovasavas vegyületekből alkotott ásványok játszanak szerepet, ennek folytán teljes oldódásról csak kivételesen lehet szó, mert csak a szénsavas mészből álló kőzetek oldódnak fel teljesen, ebben az esetben a talajnedvesség szénsavtartalma segítségével teljesen feloldja a kőzet anyagát, az oldhatlan részt pedig a csapadék-vizek lemosják a kőzet repedésébe, valamint le a völgyekbe.

Már fentebb említettem, hogy az oldási folyamat alatt az ásványszemcse belső magva változatlan marad, csak az a kéreg változik meg az elmállás folyamata alatt, mely a málló ásványt beborítja. A talajnedvesség az összes ásványszemekre egyenlően hat; e hatás alatt a felületen vékony *kéreg* alakul. A kéreg kialakulásában csak azok a sók működnek közre, melyeket a talajnedvesség az egyes ásványokból kioldott, ennél fogva a kéreg alakulásakor magának a málló ásványnak kémiai összetétele külön-külön nem érvényesülhet. Ebből következik, hogy: *a kialakuló kéreg kémiai összetétele az ásványszemcsék összetételétől teljesen különbözik, maga az anyaásvány annak a kéregnek összetételére, mely beburkolja, csak nagyon kevés hatást gyakorol. A kéregnek kémiai összetételét tisztán a talajnedvesség természete határozza meg.*

A kéreg vastagsága a mállási folyamat alatt folytonosan növekedik és ha egy bizonyos vastagságra meghízott, akkor leválik az anyaásványról és a talajnak agyagos részéhez csatlakozik. A kiszáradt talajban minden hirtelen hőmérsékingadozás alkalmával leválik egy réteg a kéregből. Éppen így történik a vastárgyaknak a rozsdásodása a földben. Ásatások alkalmával látjuk, hogy a kiásott vasdarab felületét rozsdakéreg borítja, minél régibb a vasdarab, a kéreg annál vastagabb rajta. Kezdetben van még egy változatlan fémmag a rozsdás vasdarabban, de idővel, amint a rozsdá befelé harapózik, lassankint az egész belső vasmag átalakul és eltűnik, megeshi a rozsdá. A talaj ásványszemcséinek az elmállása teljesen hasonló módon történik.

A talaj agyagos részének eredete. Az ásványszemcséknek felületéről lassankint leváló kéreg a talajban felszaporodik. A leváló kéregrészek szolgáltatják a talajnak agyagos részét. A talajok agyagos részének fizikai szerkezete nagyobbára egyforma, kémiai szerkezete azonban rendkívül változó. A különbségeket nem annyira a talaj anyaközetében mutatkozó eltérések okozzák, hanem majdnem kizárólag azok a klimatikai tényezők hozzák létre, melyek az illető talaj-típus kialakulásakor fölötté uralkodtak. A klimatikai tényezők szabályozzák a talaj pórusait kitöltő nedvességnek összetételét, a talaj-nedvességnek sótartalma és mozgási módja pedig megszabja az agyagos résznek kémiai szerkezetét.

A talajokat az elmállás alkalmával nyert kémiai szerkezetük alapján két főosztályba lehet sorozni.

Egyik csoportba tartoznak azok a talajok, melyeknek agyagos részében nagyon kevés só és bázis van. Ez a *sókban szűkölködő, különböző talajoknak az osztálya*. A talajra hulló csapadékvizek ugyanis amint keresztülszivárogtak rajta, kimossák belőle az oldható sókat és egyéb kimosható alkatrészeket, úgyhogy csakis az oldhatatlan és kimoshatatlan alkatrészek maradnak meg benne.

A második osztályba tartozó talajokban a sóknak és bázisoknak a mennyisége nagyon felszaporodott, ezért a talajok sókban és bázisokban bővelkednek. Ebbe tartoznak a legtermékenyebb talajok.

Ebbe a két főosztályba tartozó talajoknak kémiai szerkezetét a klimatikai tényezők szabják meg. De mielőtt ennek tárgyalásába bocsátkoznánk, meg kell emlékeznünk a kőzetek felbomlásának még egy másik módjáról, melyet a régebbi kutatók összetévesztettek az elmállással.

A kőzeteknek geológiai elbomlása. A hegyképződéssel járó nyomó- és gyűrőerők, valamint a vulkáni működések a Föld szilárd kérgében hasadásokat és repedéseket okoznak. Ezek a nyílások lenyúlnak egészen a Föld forró rétegeibe oly mélységekig, amelyekben a kőzetek magas hőmérsékű gázokkal és gőzökkel vannak telítve. Ha a kéreghasadások elérik ezt a mélységet, akkor utat nyitnak a nagy nyomás alatt levő gázoknak, savas gőzöknek s ezek a hasadások mentén kitódulnak (nitrogént és szénsavat, fluorsavat, kénsavat, bórsavat és sósavat tartalmazó vízgőzök). A savas hatású gázokkal telített gőzök átjárják a nyílások mentén fekvő kőzeteket és felbontják benne az ásványokat. A felső hidegebb földrétegekben a forró gőzök lecsapódnak és sós vízzé válnak, melyek a kémiai felbontott ásványokból egyes alkatrészeket kivonnak, úgyhogy a bontás helyén a terméknek csak az oldatlan maradékait találjuk, melyek természetesen egészen más jellegűek lesznek, mint azok az eredeti ásványok voltak, melyekből a kémiai vegybontás őket kialakította.

A bomlási folyamatoknak természete és a bomlási termékeknek kémiai összetétele mindig a bontást szenvedő kőzetnek kémiai jellegéhez igazodik. Így a szénsavas kőzeteknek egészen más fajta bomlási termékei lesznek, mint a kovasavas kőzeteknek, ezek között viszont más jellegűek az aluminium szilikátoké, mint a magnézium-szilikátoké.

A kőzeteknek a Föld mélyebb rétegeiben végbemenő felbomlása *oxigén hozzájárulása nélkül* történik, emiatt ez a bontási folyamat tulajdonképpen egy redukciós kémiai folyamat.

A kőzetek geológiai elbontása és a kőzeteknek elmállása között igen nagy különbség van. A kőzeteknek geológiai elbomlása alkalmával az átszivárgó vizek kimossák a kőzetből az alkáliákat, a meszet és a vasat is, mert oxigén nem fér a bomló kőzethez, emiatt a vas oxidul só alakjában marad benne s ez is kioldatik a bomló kőzetből, úgyhogy a bomlási termékben csak nyomok maradnak belőle. Ezzel szemben az elmállás egy olyan folyamat, amely mindig oxigéntartalmú légkörben megy végbe és melynek hatása alatt sem az alkáliák, sem a mész, sem pedig a vas nem lúgoztatnak ki az elmálló kőzetből, ellenkezőleg ezekből az elemekből rendszeren több van benne, mint amennyi az elbontott kőzetben volt. A vasnak nagyobb része oxidálódik és barnára vagy vörösbarnára festi meg az elmálláskor keletkezett talajt. Ezenkívül elmállás közben sok szerves anyag is kerül a talajba, mely ott szintén bomlik, humifikálódik és a

talajnak növénytermelés szempontjából oly fontos alkatrészét, a humuszt szolgáltatja.

A kőzeteknek geológiai elbomlása alkalmával keletkezett bomlási termékek többfélék, összetételük a bomló kőzet kémiai szerkezete szerint változik. Az alumíniumszilikátok elbomlása alkalmával *kaolin* keletkezik, azaz egy tiszta alumíniumszilikát, melyben nincsenek sem kovasavas alkáliák, sem vas, sem mész. Mindezek az elemek még a bomlás alkalmával kioldattak a kőzetből. A kovasavas magnézia kőzetek elbomlásakor *zsírkő* vagy *steatit* keletkezik, mely tisztán kovasavas magnéziumból áll. Magnéziumszilikátokból álló kőzetek elbomlásakor, ha a kilúgzás nem tökéletes, úgyhogy még alkáliszilikátok és még vas is marad a bomlási termékben, akkor egy agyag keletkezik, melyet *kalló földnek* neveznek.

Mindezek az anyagok helyenkint hegyoldalakon a felszínre kerülnek és így belekeveredhetnek a termőtalajba. *Az ilyen összetételű talajoknak kémiai vizsgálata keltette régebben azt a tévhitet, mint hogyha a földpátokból a mállási tényezőknek hatása alatt kaolin keletkezhetnék.* A régebbi talajtani munkákban a földpátok elmállását így tárgyalták, ez azonban tévedés. Málláskor kaolin sohasem keletkezhetik, a kaolin, a zsírkő vagy steatit, a bolus, a kalló föld mind a Föld mélyebb rétegeiben lefolyó kőzettelbomlásnak termékei, e bontási folyamatokat nem az elmállás tényezői, hanem a geológiai erők hozták létre, melyeknek működése egy vagy több geológiai korszakon keresztül szakadatlanul tartott s a kőzetet a Föld mélyebb rétegétől fel egészen a felszínig, végig elbontották. Ezzel szemben az elmállás mindig csak a felső vékony rétegre szorítkozik, a kémiai folyamat időtartama az előbbihez viszonyítva, rendkívül rövid.

A klimatikai tényezőknek szerepe a talajalakulásban.

A termőtalajokban a sóknak felszaporodását vagy kilúgozását, más szóval a talajoknak kémiai szerkezetét és növényi tápanyagokban való gazdagságát, tisztán a különböző természetű klimatikai tényezőknek egymástól eltérő hatása okozza.

A két fő talajtípusnak geográfiai elterjedését vizsgálva, azt tapasztaljuk, hogy elhelyezkedésük külön-külön bizonyos fajtájú klimatikai tényezőknek uralkodásához van kötve. Azt látjuk ugyanis, hogy :

1. Az elmálás termékeinek nagyobb mértékben való kilúgozása, azaz a kilúgzott és szegény talajoknak elterjedése nedves és hűvös

klímához van kötve, olyanhoz, amelyben a levegő az év nagyobb részében páratelt.

2. Ezzel szemben a bázisoknak és sóknak felszaporodása, azaz a gazdag talajoknak elterjedése meleg és aszályos klímához van kötve, olyanhoz, amelyben a levegő az évnek nagyobb részében erősen száraz.

Már ebből is látható, hogy a klíma a talajalakulás mikéntjével szoros kapcsolatban van. E kapcsolat tüzetesebb tanulmányozásához elsősorban meg kell vizsgálnunk mindazokat a klímaváltozásokat, melyek a termőtalajok kialakulása szempontjából fontosak.

Klimatikai tényezők.

A klíma tényezőinek változó csoportulása sokféle klimatípust hoz létre, ezek közül talajtani szempontból csak a három főklímátípus fontos.

Mint hogy azonban a meteorológia még eddig nem tudta a klimatípusokat a tényezőknek számszerű csoportosításával megjelölni, kénytelenek vagyunk a klimatípusoknak a megjelölésére segédeszköz-höz folyamodni és a klíma jellegét avval a növényformációval megjelölni, amely a hatása alatt tenyészik.

Ez persze csak ideiglenes segítség és csak addig van reá szükség, amíg a gazdasági klímáismeretnek ezt a még hiányzó részét a szak-tudósok ki nem építik.

Klimatípusok.

Három klimatípus van, mely minden világrészben ugyanabban a sorrendben sorakozik egymás mellé :

Erdőség.

Mezőség.

Sivatag.

Minden világrész közepét sivatagos terület foglalja el. Ezt körül övezi a mezőségnek az öve, mely egyszersmint átmenetet alakít az erdőség öve és a sivatag öve között. A mezőség övét körülveszi az erdőség öve, mely kinyúlik egészen a tengerig. Csak az örök jég szélén éke-lődik az erdőség és a tenger közé egy fátlan, mocsaras terület, a *tundra*.

Ennek a három klimatípusnak fő tényezői a hőmérsék és a klimatikai nedvesség. A klimatikai nedvesség viszont a csapadék mennyiségéből, a csapadékos napoknak számából és csapadékok évszakonkinti eloszlásából tevődik össze. Végül pedig mindezek a

meteorológiai jelenségek azoknak a légáramoknak természetből erednek, melyek az évnek nagyobb részében egy helyen uralkodnak.

A légáramok kétfélék lehetnek: *nedvesek*, vagy *szárazak*. Nedvesek, ha valamelyik tengerről indulnak ki, szárazak, ha nagy világ-részeknek sivatagos belsejében támadnak és innen indulnak ki.

Nedves levegőáramlatok.

A tengeri levegőáramlatok mindig nedvesek, mert nagy vízfelület fölött támadnak s a víztükör fölött mozogva, abból vízpárákkal telítődnek, de a vízpáran kívül útközben még sok sót is szednek fel. A tengervíz hullámozása alkalmával ugyanis a hullámtaréj habzik, a hab a szélben szétpórlik s olyan parányi kis cseppecskékre oszlik, melyek már a levegőben lebegve maradnak. A légáram a tengervíznek ezt a parányi kis részecskéit magával ragadja és elszállítja be messzire a szárazföldek belsejébe.

A tengerparti tájakon a levegő mindig sós, átlagban 1000 liter levegőben 100 mg. konyhasó van. Erősebb szelek után a tengerparthoz közel eső épületek falán és ablakain, továbbá a növények levelein és szárain a szél által repített tengervíz lecsapódik s a víz elpárolgása után a só kikristályosodik.

Ha az ilyen tengervízzel megrakódott légáramlat felmelegszik, akkor a parányi sós vízcseppek vize elpárolog, a só a levegőben kikristályosodik, úgyhogy a levegőben most már parányi kis sókristályok úsznak. Ezért a hulló porral sokszor kristályos só is kerül a Földre. Ez a sós levegő végigszáguld az egész világrészen. A tengeri só legtöbb esetben azonban a hó, az eső, vagy a harmat közvetítésével kerül le a Föld felszínére, innen a földárjába, melynek a sótartalmát fokozza. Ezért sós az esővíz, a hólé és általában minden csapadéknak a vize.

A tengerparthoz közel eső területen a földárjában természetesen legtöbb a só, tőle távolabb kevesebb. A sótartalom a tengerparttól való távolsággal arányosan fogy, de a talajvizek mindenütt sósak.

A csapadékvizek sótartalma.

A növényi tenyészet szempontjából az esővíznek és harmatnak legfontosabb sói azok, melyek nitrogént tartalmaznak. Ilyen só kétféle van, ú. m. az ammóniák sói és a salétromsavas sók. A nitrogénsóknak az aránya a földrajzi szélesség szerint változik. A Föld északi tájain

több az ammóniák, kevesebb a salétromsavas vegyület, az egyenlítőhöz közelebbeső övekben a salétromsavas vegyületek szaporodnak fel.

A nitrogéntartalom literenkint 1—2 mg. ammóniák és 0·1 — 0·5 mg. salétromnitrogén (a trópusokban 2-2·5 mg.). A nitrogénsóknak a mennyisége, mely a Földnek a különböző tájain az esővel évente lehullik, — hektáronkint 2 kg. és 69 kg. között váltakozik. A melegebb égövbe eső területen aránytalanul több nitrogén kerül le a levegőből a földre, mint a hidegebb vidékeken. De meg kell még említenem, hogy a közölt adatok nem teljeseek, mert hiányzik belőlük a harmattal lekerülő sóknak mennyisége. Ha ezeket is hozzászámítjuk, akkor sokkal nagyobb számokat kapunk.

A nitrogénsókon kívül vannak még az esővízben kénsavas sók (literenkint 2—70 mg.) és kloridok literenkint 2—12 mgr. és változó mennyiségű ásványi por, melyet a levegőből hoz le magával, néha az esővíz egészen sárga a sok portól. Végül az esővíz tele van baktériumspórákkal és egyéb parányi szervezeteknek csiráival.

Dr. Gáspár János kir. fővegyész a csapadékvizeknek és a lehulló pornak foszforsavtartalmát is megvizsgálta s azt találta, hogy egy kat. holdnyi területre évente 7 kg. foszfor hullik le. Ez a foszfor nyilván a levegőben lebegő baktériumoknak és egyéb parányi szervezeteknek testéből származik.

Mindebből látható, hogy a csapadékok nemcsak vízzel látják el a növényzetet, hanem sok ásványi tápanyagokat is hoznak le a földre és a talaj parányi élővilágának felújítására sok spórát és csirát.

Mezőgazdasági klimatípusok.

Mezőgazdasági szempontból két klimatípust kell megkülönböztetnünk, nevezetesen : — 1. *humidus klimát* és — 2. *aridusklimát*.

A **humidus klíma**öv, a nedves légáramok öve. A tengerek felett keletkezett légáramok nedvesek, igen sok vízpára van bennök. Az a vidék, mely tengeri légáramok uralma alatt áll, egyenletes hőmérsékletű, mert a levegő páratartalma meggátolja a napi hőmérsék erősebb ingadozását. A talajnak naplemente után beálló kiséregzése a párás levegőben mindig kisebb mértékű, mint száraz levegőben, ennél fogva a föld és felette a levegő nem hűl le annyira, mint a száraz légkörben.

A nedves levegőből nagyon sokszor csapódik ki kisebb eső, az esős napok száma évente 180 körül van. Továbbá minden nap nagy

harmat áztatja a talajt. A völgyeket este és reggel sűrű köd üli meg s a nedves légkörben a talaj is állandóan nedves marad s minden új csapadék, mely a felszínre hull, a talajnedvességet lefelé szorítja; a víz a talajban mindig lefelé halad s az elmálás termékeit, de különösen a bázisokat folyton lúgozza és mossa belőle. Végre a talaj kilúgozódik és kifakul, sűrű színű lesz. A nedves légáramok uralma alatt álló övben a fő és legelterjedtebb talajtípus a bázisokban szűkülőködő talajok osztályába tartozik. *Világosszürke színű, kilúgozott erdei talaj*, humusztartalma 2%-on alól van. Hamuhoz hasonló kinézése alapján hamutalajnak, „*Podzol*”-nak nevezik. A fakószürke, kilúgozott talajoknak megjelölésére a világirodalomban elfogadták az orosz *podzol* nevet.

Mint hogy a levegő páratartalma az évnek legnagyobb részében magas, szóval a tájnak klimatikai nedvessége télen, nyáron nagy, az állandó nedvesség olyan növények tenyészetének kedvez, melyeknek vízszükséglete nemcsak tavasszal és nyáron, de ősszel is nagy. Ilyen vízigénye van a fáknak, ezért a nedves levegőjű övben az egész területet fák foglalják el. Ebben az övben az ember beavatkozása előtt hegyet, sikot végesvéig mindenütt összefüggő, sűrű erdő borította be.

Azokat a tájakat, amelyekre a felsorolt adatok ráillenek, *humidus klímájú öveknek* mondjuk. A *humidus klíma övnek uralkodó növényzete az erdőség.*

Az aridus klímaöv, a száraz légáramok öve. Ez az öv az évnek nagyobb részében száraz légáramok hatása alatt áll, csak a téli félév egy részében jutnak a nedves légáramok túlsúlyra. A száraz légáramoknak a hatása éppen ellentétes a nedves légáramokéval, amennyiben a lehullott csapadékok vizét nem engedik beivódni a talajba, hanem nagyrészt elpárolgásra készítetik. Kisrésze ugyan beleivódik és le is jut az altalajba, de nyáron, amikor legnagyobb a szárazság, amikor a növényeknek a vízszükséglete is a legerősebb, akkor ez az altalajba leszivárgott víz is felszívódik ismét a felső talajszintekbe. A felemelkedő talajvizek visszahozzák mindazokat a sókat és bázisokat, melyeket a nedves félévben az altalajba lemostak. A száraz klímaövben tehát talajkilúgzás nincsen, vagy ha van, akkor hatása csak elenyésző csekély.

A száraz légáramok uralma alatt álló tájakon a legelterjedtebb talajtípusok a bázisokban bővelkedő humuszos talajok osztályába tartoznak.

A kilúgzás mértékét csökkenti még annak a hulló pornak a tömege is, amely ezeken a tájakon évente a talajnak a felszínére ráhull. A száraz légáramok mindig valamely nagy világrésznek a közepéből indulnak ki. Minden világrésznek közepében vannak olyan területek, melyeken a levegő az év nagyobb részében annyira száraz, hogy mindaz a csapadék, mely benne lehull, nem tud belőle a tengerbe kifolyni, hanem bentmarad s legmélyebb helyeken összefutva, helyben elpárolog; e területeket lefolyástalan területeknek nevezik. Ezen a száraz területen természetesen növény sem tud megélni, a talaj felszíne köves vagy homokos kopár pusztá és a közepe mindig sós sivatag, melynek határai addig terjednek, ameddig a szárazságnak és az állandó aszálynak legerősebb hatása elér.

A sivatagok belsejében óriási forgószelek támadnak. Minden sivatag viharoknak központja és szülőföldje. A kopár, köves vagy homokos pusztákon támadt száraz zivatarok irtózatos tömegű port kavarnak fel és mikor keresztülszáguldanak a mérsékelt a égőnek nedvesebb klímájú övein, ezt a magukkal hozott port ott lassankint lehullatják.

A sivatagban felkavart porból természetesen a sivataggal határos területekre hull a legtöbb, tőle távolabb eső vidéken a távolság növekedésével fogy a hulló pornak mennyisége. De por azért mindenütt hull, még Grönland felföldjét borító jégpáncélra is évente sok por rakódik reá. A sivatagokat szegélyező mezőségi övekben hullik le a legtöbb por, a humidus övekben kevesebb. Mennél nagyobb a nedvesség, annál kevesebb az évente lezuhló pornak a mennyisége.

Ahol a nyár és ősz aszályos, ott az uralkodó klímának fő jellemvonása az állhatatlanság. A tél nagyon hideg, a nyár ezzel szemben aránytalanul meleg. De nagy különbség van a nappali és éjjeli hőmérsékek között is. Nagyon meleg nappalra különösen az év második felében rendszeren hideg éjjel következik. A száraz és nedves légáramlatok hirtelen váltják fel egymást, de legnagyobb különbség az év két felévének klímája között van. Az évnek első fele nagyon nedves, ebben hullik le mindig az a csapadékmennyiség, amelyre a növényeknek a magérlelésig szükségük van. Az évnek második fele száraz. Bár ebben a félévben is sok csapadék hullik, de eső csak nagy időközökben esik és igen nagy tömeg víz zúdul le egyszerre a földre. Minthogy a talaj ilyenkor száraz, tehát nem tudja a lehullott vizet bevenni s így annak legnagyobb része a felszínen marad, ahonnan hamar elpárolog. Különösen száraz és aszályos a nyárutó és az ősz eleje. A téli nedvesség csak az ősz végén kezdődik.

Az aszályos övek klímájának ez a sajátos összetétele okozza, hogy a fák nem tudnak benne egytömegben megélni. A talajban levő nedvesség csak fasoroknak vízszükségletét tudja pótolni. A fáknek a vízszükséglete a nyár végén a legnagyobb, ekkor párologtatnak el legtöbb vizet. A talajban pedig víz ilyenkor már nincsen, a föld árja pedig 10—18 méter mélyen van, a nagyobb vizigényű fák ilyen módon nem tudják a vizet felhúzni, csúcsaszályba esnek és lassan elpusztulnak. Ezért fátlanok az aridus övek. Az akácfa ebben a tekintetben kivétel, ezért tud az Alföldön olyan helyeken is megélni, ahol nagyobb vizigényű fák már elpusztulnak.

Az aszályos nyarú tájakon tehát csak olyan növények tudnak megélni, amelyek a nyár derekára már befejezték életüket és megérelték magjukat. Ilyenek a fűvek és a virágos növényeknek nagyrésze. A fűveknek egyrésze magérelés után gyökereiben tovább él, csak nyári pihenőt tart, az őszi esők beálltával újra hajtani kezd. A növényeknek nagyrésze azonban a nyáron elhullatott magvakból szaporodik. Az elmondott okoknál fogva az aszályos klímájú övekben dombot, síkot véges-végig fűvek és virágos növények birodalma veszi birtokba. Fák csak a folyók mentére és a tavak partjaira szorítkoznak, ahol gyökereikkel elérhetik a föld árját.

Az aridus klímájú öveknek fő jellemvonása a fátlanság és az uralkodó növényi formációja a füves mező. Innen kapta a nevét, hogy mezőség.

Az aszályos klímájú vidékek övei mind az öt világrészben a sivatagok és a nedves klímájú övek között foglalnak helyet és átmenetet alakítanak közöttük.*

Amint már említettem, a sivatagokkal határos területen a mezőségi övekben hullik a legtöbb por; a lehulló portömegek a talajalakulás folyamataiban rendkívül fontos tényezőként szerepelnek, sőt azt mondhatjuk, hogy a klimatikai termékenység fenntartásában a hulló por a legfontosabb tényező. Ez okból a hulló por mibenlétével okvetlenül foglalkoznunk kell.

A porhullás talajalakító hatása.

A sivatagos területeken felkavart por a sivatag rendkívül forró és száraz levegőjében lebegve, a száraz légáramlatokkal száll a hidegebb égtájak felé. Európában, továbbá Ázsiában, Amerikában és Ausztrá-

* Az északamerikai mezőségnek neve: *prairie*; — a délamerikai mezőségé: *pampas*; — az ázsiai mezőségé: *sztyep*; — az afrikai mezőségé *karoo* stb.

liában is sok hulló port fogtak fel s a minták megelemzéséből megállapították származáshelyüket, e vizsgálatokból ki lehetett számítani annak az útnak hosszúságát, melyet a por a szelek szárnyán megtett. Minél finomabb ásványszilánkokból áll a por, annál messzebbre repül. Van olyan porfelhő is, amely körülrepüli a Földet s hosszú ideig marad lebegő állapotban a légkörben.

Legtüzetesebben azokat a porhullásokat tanulmányozták, melyek Európának Sziciliától a Skandináv félsziget északi vidékéig terjedő részét évről-évre befedik. E porhullásokról szóló irodalmi feljegyzések már 1640-ben kezdődnek, s 1840-től napjainkig majdnem minden évből van 1—2 feltűnő nagy porhullásról szóló jelentés, úgyhogy 71 év alatt legalább 65—70 olyan nagy porhullást vehetünk számításba, mely feltűnő voltaival még a laikus közönség figyelmét is felhívta.

A porfelhőkről rendszeren csak akkor érkezik hír, ha az olyan nagymértékű, hogy a láthatárt elhomályosítja s a belőle hulló por a tárgyakat befedi, vagy télen a havat megfesti. De ezeken a nagymértékű porhullásokon kívül számtalan kisebb van és növényteni szempontból éppen ezek a fontosak. Az eddigi adatokból megállapítható az a tény, hogy Európában a porfelhő rendszeren délről jön és e főiránytól vagy kelet, vagy nyugat felé hajlik el. Ezt a déli szelet, mely a port hozza a Földközi-tenger partján Sirocco-nak nevezik. A téli és tavaszi viharok a Szaharából hoznak port és azt különösen Szicilián és egész Olaszországon végigszórják, sőt az Alpokat borító hómezőket is meghintik vele. Minthogy a hulló por a hómezők fehér színét sárgára vagy barnára változtatja, ennél fogva a porhullás ezen a vidéken még feltűnőbb, ezért ezek a porhullások hívták fel legelőször a tudósoknak a figyelmét és ezekről jelentek meg a legelső tudományos munkák még a 18-ik században.

A szirokkó portartalmát az a veres színeződés jelzi, mely ilyen esetben napnyugtakor a keleti égbolton látható, ha az t. i. felhőtlen. A leáldozó napnak a poros légrétegeken átszűrődő sugarai megfestik a magas hegységnek a felhők régiójába meredő havas csúcsait; a síkságon pedig a gomolygó hófehérszínű felhő színe ilyenkor előbb sárgára, majd narancsszínűre, azután égőpirosra változik, ezután lassan halványodik a színük, kékes, majd ibolyaszínű, végül szürke lesz. Gyönyörűen látni ezt a szín pompát hazánk délnyugati megyéiben, a déli szélnek második vagy harmadik napján, midőn a Karszt felett felhők kezdenek alakulni.

Hasonló jelenségeket észlelhetünk nyáron az Alföldön, a keleti részeken, Arad, Békés és Bihar megyékben. A leáldozó nap sugarai itt is azokon a porrétegeken szűrődnek át, mely a duna-tiszaközi homokról emelkedik fel a magasba s mely a keleti égbolton gomolygó felhőket a szivárvány pompás színeiben ragyogtatja.

Híresek nagy portartalmukról a chamzin nevű afrikai szelek és még szörnyűbb hatásúak a buránok Ázsiában. Ez utóbbi portartalmával a láthatárt elfeketi s ezért kara buránnak = fekete viharoknak hívják.

A szelek szárnyán repülő porfelhőkön kívül a szélszélű levegőből is folyton hullik a por. De ehhez úgy hozzá vagyunk szokva, hogy nem is vesszük észre. Ez a csendes, de állandó porhullás csak hatásában nyilatkozik és pedig akkor, ha a lehullott por lassankint vastagabb réteggé szaporodik fel.

A levegő portartalmának vizsgálatára Aitken John skót tudós szentelte életét, az ő vizsgálatai alapján tudjuk, hogy a légkörben mindig lebeg por, még a legtisztább tengerilevegőben is Pl. 1 km. levegőben az Atlanti óceán felett átlagban 71 porszem van, míg a Földközi-tenger felett 300—400. Szárazföld felett (pl. Cannes) 150.000-re is emelkedik a porszemek száma. Minél kevesebb por van a levegőben, annál messzebbre lehet látni, az Északi-tenger mellékén 120—140 kilométer távolságra is lehet látni; hazánkban a 70 km. távolságra eső hegyeket is ritkán lehet meglátni s leginkább csak télen, ha hó fedi a felszínt.

Hazánkban a lehullott por mennyiségét és minőségét illetőleg az első vizsgálatokat dr. Lóczy Lajos végezte s megállapította, hogy évente 0·57 mm.-nyi vastag az a porréteg, amely a Balaton körül a talaj felszínét beborítja. Dr. Lóczy által megkezdett hullópor vizsgálatokat 1914. évben folytattam és kiterjesztettem a Kárpátoknak egész hegykoszorújára.

1914. évben a Kárpátoknak egész területéről és mindig a magas fennsíkokról 120 hómintát kaptam, melyeknek vizsgálata bebizonyította azt a tételt, hogy minden télen többszöri nagymértékű porhullás festi meg a Kárpátoknak magas hegyeit borító hótakarót. A megvizsgált hómintákban megtaláltam a hullóporoknak rendes ásványait. Ezenkívül sok gombaspórát, virágpollent és sok kovamoszatnak héját, valamint élő egyedeket is. A tengeri moszathéjak között olyanok is voltak, melyek Afrika partjairól származtak.

A porhullás szerepe a talaj termékenységének fenntartásában.

A közölt vizsgálatok beigazolták azt a tényt, hogy az ősi talajokban a porhullás tartja fenn a termékenységet, az évi porhullás pótolja azt a veszteséget, amelyet az ősi talajok a növényeknek tápanyagfelvétele és a talajnak kilúgzása révén szenvednek. Egy vidék klimatikai termékenységének foka attól függ, hogy mennyi hulló por rakódik le évente a talajnak felszínére, hogy mennyire tudja ez a portömeg az évi veszteséget pótolni.

Az évi csapadék mennyisége és az évi hulló por tömege közötti arány szabja meg a klimatikus termékenységnek a fokát minden talajban.

Magyarországon a legtermékenyebb vidékeknek a fekvése bizonyoságul szolgál ennek a természeti törvénynek igazolására. Pl. Bácskában hiányos talajművelés és elégtelen trágyázás mellett is nagy terméket adott évről-évre a talaj. Ezen az országrészen minden évben nagy tömeg por rakódott le, melyet az északi és északnyugati szelek hoztak a tőle északra fekvő nagyterjedelmű homokhátról. Bánátban pedig a „Kossava-szél“ szállította a deliblái homokról és a Dunától délre eső homokterületekről a port; ez az évi nagymértékű porhullás tartotta fenn is legendás termékenységét a Bánátnak.

Végül Erdélyben mindig azokban az években volt nagy gyümölcs-termés, amelyekben a „Nemere“ nevű északi szél sokszor megjelent. Erről a tényről szóló feljegyzések Berde Ágoston tudósnek 17. . megjelent könyvében olvashatók. A Nemere is poros szél, mely a porát Oroszországból hozza.

A legrégebb feljegyzések azonban nyilván a kínai könyvekben találhatóak. Lóczy Lajos dr. enliti könyvében, hogy kínában 3000 év előtti feljegyzések tanuskodnak arról, hogy ha télen sok port hoz a szél a mongol sivatagról, akkor abban az évben jó termés lesz. Ebből is látható, hogy az emberek a pornak termékenyítő hatását már sok ezer év óta ismerik és tapasztalták, bár ha magyarázni nem is tudták.

A hulló pornak származása. A talaj felszínére hulló pornak származása háromféle: 1. szárazföldi por, 2. tűzhányó által kiszórt por és 3. kozmikus por.

1. *Szárazföldi eredetű por.* A hulló por legnagyobb tömegét az a por szolgáltatja, amelyet a szél a kiszáradt talaj felszínéről kavarr fel, ebben megkülönböztetünk téli port és nyári port. A *téli port* a sivatagokon kavarrja fel a szél és az uralkodó szelek szállítják el a Földnek minden tájékára. Európába két sivatag is szállítja a termékenyítő port, a nyugati részt inkább a Szahara pora termékenyíti, míg a

keleti részeken, — bár itt is hull Szahara-por is, — de a nagyobb tömeget mégis az ázsiai Mongol Sivatang szolgáltatja. Magyarország központi fekvésénél fogva mind a kétféle porból kap.

A *nyári port* a kopár mezőségek szolgáltatják abban az évszakban, amidőn a talaj teljesen kiszáradt és a felszínén a legkisebb légmozgás hatása alatt is porzik. Ez a porhullás nagyon csendes és alig észrevehető, azonban álhatatos és folytonos, azért nagy a hatása. Folytonosságról könnyen meggyőződhetünk olyan módon, ha magas hegységben hosszantartó szárazság után a fáknak és bokroknak, vagy az erdő régiója felett más növényeknek a leveleit tiszta desztillált vízben lemoszuk és a lemosott port mikroszkóp alatt megvizsgáljuk.

2. *Tűzhányók hamuja* szintén s tetemesen szaporítja a hulló por tömegét, különösen a tűzhányók közelében meglepő mennyiségű por hullik. Catániánan a gazdasági főiskola birtokán felfogták a port és ebből a vizsgálatból kitűnt, hogy egy évben egy hektárra 177·8 kg. por hullik le.

3. *Kozmikus por.* Augusztus és szeptember hónapokban a csillaghullás idején igen sok meteor robban szét a légkörben. A robbanásakor keletkező finom por egy darabig repül a levegőben, de végül lerakódik a Föld felszínére. Ennek a pornak főrésze fémvas, mely még egyéb fémeket is tartalmaz (nikkel, kobalt, mangán, titán stb.). A fémek finom porát mágnesvassal ki lehet a talajból venni; ilyen fémpor minden talajban van.

II. FEJEZET.

A talajszelvény szerkezete.

A növényzet talajalakító munkássága.

A történelmi kor elején, mielőtt még az ember kulturmunkájával a természet rendjébe beavatkozott volna, az ősi növényzet akadálytalanul kifejlődhetett minden vidéken, úgy amint azt az uralkodó klimatikai tényezők megszabták. Az erdőség övét sűrű zárt erdő borította. Az erdőség szélén, ahol a fák klimatikai okokból már ritkábban állottak s a fák között a földet fű borította, ott kezdődött a végeláthatatlan fátlan, fűves puszta, a mezőség öve.

A mezőség övében, az erdőség öve felé eső szélén vannak még erdőszigetek, de később megszűnnek s ezután már kizárólag a fű

foglalja el az egész öv területét. A mezőségek övének másik széle a sivataggal határos, a szélén még csak kevés a kopár sziget, de számuk folyton szaporodik és végül az egész felszín kopár, köves pusztá, azaz sivatag.

Az összes talajtípusok, melyeket ma az ember szolgálatába vett, az erdőség és a mezőség ősi növényzetnek takarója alatt alakult ki, eszerint élő növényzet alatt ment végbe az elmállás folyamata is.

Abból a célból tehát, hogy a mai termőtalajoknak a szerkezetét és tulajdonságát megérthessük, meg kell ismerkednünk az ősi növényzet alatt kialakult talajoknak főbb tulajdonságaival. Mert csak ennek az ismeretnek az alapján leszünk képesek termőtalajainkat természetüknek megfelelően kezelni és rajtuk a helyes talajművelési eljárást alkalmazni és az olyan műtrágyákat kiválasztani, melyek a kezelés alatt lévő talajon feltétlenül fokozni fogják a termést.

A talajszelvényeknek szerkezete az ősi növényi formációk alatt.

A mai termőtalajok nagyrésze általában két klimatikai övbe tartozik, nevezetesen a *humidus övbe* és a *aridus övbe*. Ezeknek határait azonban jelen időben csupán az ősi növényzettel határozhatjuk meg, mert ezidőszerint a klimatológia még nincsen annyira kiépítve, hogy a határokat meteorológiai adatok alapján tudnánk megjelölni. Most még meg kell elégednünk azzal a megállapítással, hogy a humidus klímaöv növényi formációja: az erdőség és az aridus klímaöv növényi formációja: a mezőség. Az uralkodó növényzet olyannyira különbözik egymástól, hogy a két klímaöv közötti határt még a laikus is nagyon könnyen megállapíthatja.

Mint ahogy kétféle övben az uralkodó növényzet minden tekintetben eltér egymástól, így természetes, hogy az alattuk kialakuló talajoknak összes tulajdonságai között is nagyon éles különbségek vannak.

Az erdőség növényei hosszú életűek, földalatti szerveik állandóak, nem ujjulnak fel évek hosszú során át sem, hanem mindig egyformán működnek. Új gyökér csak kevés alakul évente. A levelek (tűk) a talaj felszínén halmozódnak fel, ott bomlanak el, a talajban nem alakul humusz. Ezzel szemben a mezőség növényei egy- vagy kétévesek, gyökereik *minden évben felújulnak*. A gyökerek anyaga a talajban korhad el, ebből lesz a mezőségi vagy termő humusz (szelíd humusz), mely a talajnak legfelső rétegét átítatja és sötét színűre vagy feketére festi.

A legnagyobb és legkönnyebben felismerhető különbség éppen abban rejlik, hogy az erdőségek talajában *nincsen humusz*, hosszú mezőgazdasági művelés után 100—200 év alatt is csak 1—2%-ra szaporodik fel benne. Az erdőség övében lévő temrőtalajok világos-színűek. A mezőségek talaja pedig sötétszínű, mert már eredeti állapotban 3%-nál több humusz van benne, mely az erdőség határára 9%-ig emelkedhetik.

A fáknek és fűféléknek biológiai berendezkedésében mutatkozó különbség a kétféle növényi formáció alatt kialakult talajoknak szelvényében is világosan megnyilatkozik. A két fő növényi formáció mindegyike alatt egészen speciális és sajátos szelvények alakultak ki, melyeknek szintjei még csak fő vonásaikban sem egyeznek.

Az erdők talaja három részre oszlik, három külsőleg is jól látható szintre tagozódik, melyek legtöbbször már színük révén is különválnak egymástól. A mezőségek talajában pedig csak két szintet tudunk megkülönböztetni, egy felső humuszt és egy alsó humusz nélküli világot.

Az erdők talajszelvényének a szerkezete.

Az erdő fái teljesen beárnyékolják termőhelyüket, a tű- vagy lombosátör nemesak a napot zárja el a földtől, hanem a levegő körzését is gátolja. Az erdőben örökös szélesend van, csak a vihar tud a lombosátör alá beférközni.

A kilúgási szint. A bolygatatlan öserdő felszínét lehullott levelekből vagy tűkből alakult takaró fedi, melyet *haraszt*nek nevezünk. Ennek a beomló szerves anyagból álló rétegnek anyaga rendkívül likacsos, sok vizet tud felszívni. És mert víztartóképesége nagy, tehát az erdő nedves légkörében és beárnyékolt állapotában sohasem szárad ki, emiatt az alatta levő földréteg is nedves marad egész éven át.

Az erdei haraszt folyton bomlik. A bomlási folyamatokhoz nagy mennyiségű oxigén szükséges. Ennélfogva a likacsokban levő levegőnek oxigénje teljesen felhasználódik, helyét nitrogén és a bomlás alkalmával kiszabaduló szénsav foglalja el. Harasztal lefödött erdő talajába a levegő oxigénje rendes körülmények között nem juthat bele, csak nitrogénnek és szénsavnak a keveréke.

De nemesak a levegő, hanem a csapadékok vize sem szüremkedhetik a harasztal át elváltozás nélkül. A víz is elveszti oxigéntartalmát

és helyett szénsavval telítődik. Azonkívül a harasztakaróból minden oldható anyagot kiold, szóval sós oldattá válik.

Az erdőtalajnak nedvességében levő anyagok összetétele mindig attól függ, hogy milyen fákban áll az erdő. Minden erdőfajtának talaját másféle eredetű és külnöféle összetételű haraszt fedi és ennek az utóbbinak kémiai szerkezetéhez idomul a talajba szivárgó sós talajnedvesség összetétele is. Azonban abban mindannyian megegyeznek, hogy a rajtuk átszivárgó csapadékvizeket savas hatásúakká változtatják. A haraszt alá, vagyis az erdei talajnak ásványi részébe a csapadékok vize mindig oldó és maró hatást kifejtő sós oldat alakjában jut le. A maró hatású sós oldat mindig közvetlen a haraszt alatt levő talajréteg ásványait hontja el legerősebben úgy, hogy végül a kvarcon kívül alig marad benne épen más ásvány, a többi lassankint mind feloldódik. Ennek az oldó hatásnak eredményeképpen az élő erdő talajának szelvényében a legfelső réteg mindig homokos szerkezetű, a homok főrésze kvarc és bázis alig van benne.

Ezt a legfelső elbontott talajszintet A betűvel jelöljük és a *kilúgzás szintjének* nevezzük.

Felhalmozódási vagy akkumulációs szint. Minél mélyebbre szüremkedik alá a savas hatású csapadékvíz a talajban, annál több anyagot old ki azokból az ásványszemekből, melyek között lefelé halad. Abban a mértékben azonban, amint a sótartalom növekszik, arányosan csökken az oldatnak további oldó hatása is. Ha ez az oldó hatás a talajban ilyen szabályosan alakulhatna ki, akkor ennek az volna a természetes következménye, hogy az erdőtalajnak legfelsőbb rétege volna a legerősebben megbontva és kilúgozva, azután lefelé a bontás és kilúgzás mértéke a fokozódó mélységgel arányosan csökkenne és végül valahol véget érne.

A természetben azonban ez nem így van, mert a fának gyökerei életfenntartó munkájuk teljesítése közben nyáron a lefelé szivárgó talajnedvességnek mozgási irányát megváltoztatják. Tavasszal a talaj telítve van vízzel, mert a téli csapadékos időszak alatt sokkal több víz hullik a talajra, mint amennyit a növények belőle felszívni és elpárologtatni tudnak. A talajnedvesség ebben az időszokban lefelé mozog. Lefelé irányuló mozgása egész a nyár közepéig tart, *a nyár utólján azonban az áramlásának iránya megfordul.* Nyáron ugyanis a növények vízpárologtatása nagyfokú; ebben az időben gyökereikkel sokkal több vizet szívnak fel, mint amennyit az esők arányosan pótolni tudnak. Ennélfogva a táplálékszívó gyökerek abból a szintből, amelyet

legsűrűbben átszőnek, mind kiszívják a talajnedvességet s csak azután, ha már itt nem kaphatnak többet, akkor huzzák fel a vizet, egyenesen lefelé ereszkedő vízszívó gyökereiknek segítségével, a talajnak mélyebb rétegeiből.

A talajnedvesség körforgását azonban nem ezek az alsó vizet szívó, hanem a felső a táplálékot szállító gyökerek változtatják meg, melyek 40-től 60 cm.-ig terjedő szintben hálózzák be a talajt. Amint a felső rétegben a víztartalom kezd megapadni, a talajnedvesség oldata is koncentrálódik, végre a folytonos vízelvonás következtében olyan sűrű lesz, hogy belőle a felülről kilúgozott anyagok egy része kiválik és ráakódik a talajnak szemecskéire, valamint a likacsoknak és repedéseknek falaira. Az erdő talajában a lerakódás helyén olyan tömött réteg támad, melyben mindazoknak az anyagoknak nagyobb része lerakódik, amelyet a víz egyrészt az erdei harasztból és másrészt a felső talajrétegekből kioldott és kimosott.

Minthogy a növénygyökerek annak a talajszintnek a vizét fogyasztják legnagyobb mértékben, melyet legsűrűbben hálóznak be, nevezetesen a 35—60 cm. közötti réteget, természetes, hogy a víznek innen erősebb mértékben való elvonásával azt a nedvességet is felfelé való mozgásra készítetik, mely tvaasszal ez alá a réteg alá ereszkedett le. A nedvesség azután felhossa ide mindazokat az ásványos és szerves anyagokat, amelyeket tavasszal a mélybe lemosott. Szóval ebben a talajszintben leválik az alulról felhozott sóknak nagyobb része, valamint felülről lemosott sóknak és szilárd anyagoknak keveréke is. A sóknak és kolloidos anyagoknak felhalmozódása alapján kapta ez a középső talajszint a *felhalmozódási szint*, vagy *akkumulációs szint* nevet.

A talajszelvénynek ez a második, vagyis *B-szintje*, teljesen ellenkező kémiai hatások alatt alakul, mint a felette fekvő. Míg a felső a légköri nedvesség kilúgzó hatásainak köszöni létét, addig ezt az alsót, éppen a felülről kimosott anyagok és az alulról felszívott sóknak lerakódása formálta ki az anyakőzetből. Az erdei talaj szelvényében, ebben a szintben van a humusztartalom is felhalmozva, melynek mennyisége a klíma szerint változik, humidus vidéken több humuszos alkatrész van a *B-szintben*, aridus vidéken pedig kevesebb.

A kilúgzási és a felhalmozódási szinteknek vastagsága nagyon változó, azonban a felhalmozódási szint Európa északi és keleti részein, valamint Észak-Amerika mérsékelt övében 75 cm.-nél mélyebbre nem terjed. A felhalmozódási szintnek felső határa általában elmosódott,

ez a szint átmenettel olvad bele a kilúgzási szintbe, alsó határa azonban mindig éles; de nem halad párhuzamosan a talaj felszínével, mint a felső, hanem a vízszívó gyökerek mentén töleseralakú nyulványokban ereszkedik lefelé.

Az *anyakőzet*. A felhalmozódási szint alatt következik a *C*-szint, az *anyakőzet*, vagyis az a földféleség, melyből a fák a két felső szintet kiformálták.

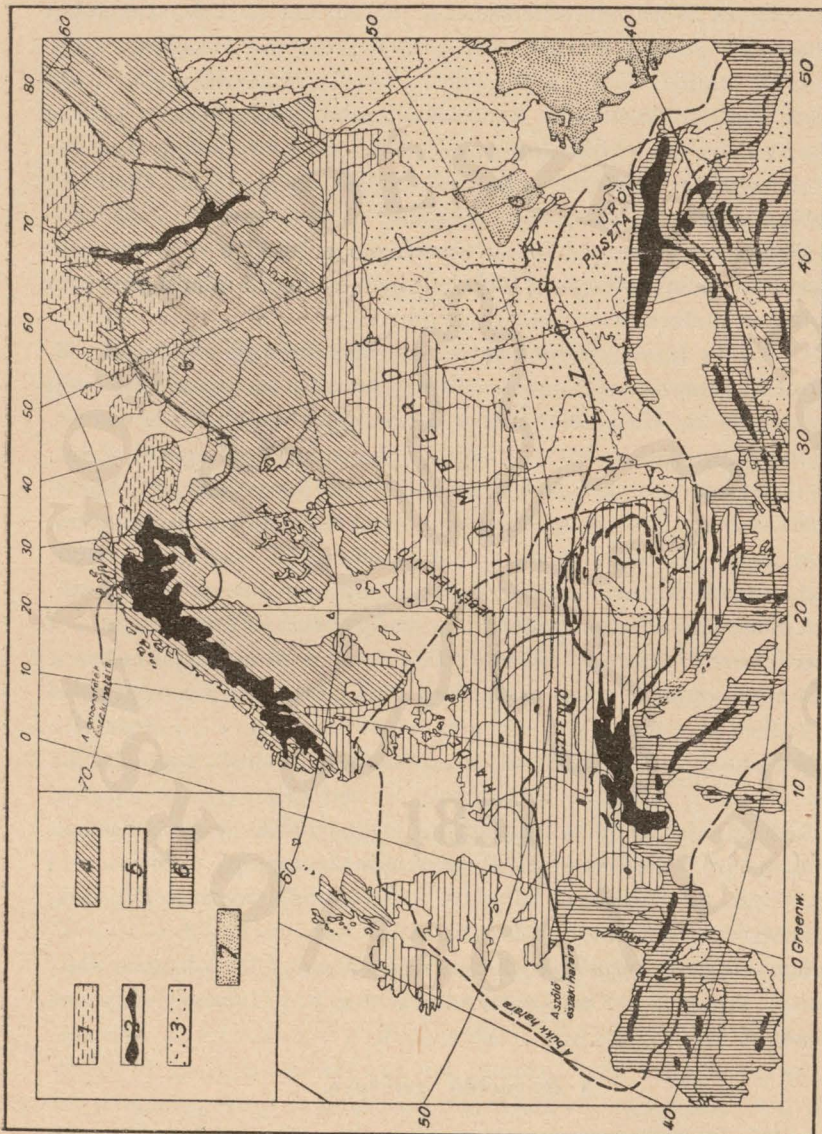
Az erdővegetáció huzamos hatása alatt ez a földféleség is elváltozik. Az elváltság az egyes elemeknek, mint a mésznek, magnéziának kilúgzásában, vasnak és szerves vegyületeknek felhalmozódásában nyilvánul. A kőzet elváltozásának mértéke és módja azonban mindig az illető hely éghajlatától és az erdő fainak élettani berendezésétől függ. Minden erdőtalaj a fentvázolt folyamatok hatása alatt alakult ki. A különféle erdőtípusokban a három szint kivétel nélkül mindig megvan, bár a szelvénynek külső alakja is hasonló, de a szintek kémiai szerkezetében nagy eltérések vannak; különösen a *B*-szintnek kémiai szerkezete sokféle. A különbség onnan származik, hogy az egyes erdőtípusoknak klímaigénye más, emiatt a különböző klímáknak hatása alatt egymástól minden tekintetben eltérő erdőtípusok alakulnak ki. A mállási termékek mindegyikének lerakódását a klimatikai nedvesség szabályozza és így természetes, hogy ennek a tényezőnek változó erőssége a talajoknak kémiai szerkezetében is mindig kifejezésre jut.

Az erdőségi övnek talajtípusai.

Európa északi és nyugati részét, akkor amidőn a mai termőtalajok kialakultak, egy összefüggő erdőrengeteg borította.

A klimatikai nedvességnek az egész évben keresztül, valamint az egyes évszakokban mutatkozó változó erőssége azonban többféle erdőtípus kifejlődésének vált szülőokává. Ez a változó erősségű klimatikai nedvesség Európában négyféle olyan erdőtípust létesített, melyek alatt típusos és jellegzetes, egymástól könnyen megkülönböztethető talajszelvény alakult ki. A boreális erdőség fővövében a következő négy erdőtípus vált külön keskenyebb vagy szélesebb csíkok alakjában.

1. Tülevelű erdő.
2. Bükkös erdő.
3. Lombos kevert erdő.
4. Fűves erdő.



22. kép. Európa növényformációinak elosztása. Drude E. nyomán. (Scobel : Geographisches Handbuch.)
 1. A Tundra öve. 2. A magas hegységeknek növényességi tájai. 3. A mezőségek övel. 4. A tüllevélt erdősség öve. 5. A lombos kevert erdők öve. 6. A szubtrópusi növényzet öve. 7. A félsivatagok öve. (A térképen a „Lucifenyő”, Jegenye-fenyő” felírások el vannak cserélve.)

Európa északi felén mindezek az erdőtípusok övekben vannak kifejlődve.

Ahol az óceáni légáramlatok a túlnyomóak, ott a klíma a legnedvesebb és ott a túlevelű erdőség jut uralomra. A kontinentális légáramlatok szaporodásával mindig több por kerül a talajra és ott már több lomblevelű fa keveredik a fenyők közé s a lombos erdők területe folyton növekszik. Az átmeneti zónában azután a kétféle erdőség különválk a talaj minősége szerint. A laza, köves vagy agyagos lerakódásokat a fenyőerdő foglalja el, míg az agyagos természetűeket a lombos erdő.

Ázsiában és Európában az összefüggő erdőség öve a Csendes-tengertől az Atlanti-tengerig terjed, de benne az erdő minőségére való tekintetben több részre oszlik.

Az északi legnedvesebb részt a túlevelű erdőségek öve foglalja el. Ezután következik a lombos erdőségek öve, mely szintén több részre tagozódik. Európában a nyugati országokban az ősz is nedves, itt a tölgy és társai mellett a bükkfa is hatalmas erdőségeket alakít. A 25-ik hosszúsági foktól keletfelé már száraz ősszel jellegzett kontinentális klíma jut túlsúlyra. E vidéken már bükkfa nem tud megélni. Helyét olyan fák foglalják el, melyek a szárazabb őszi klímát is baj nélkül kiállják. Ilyenek a tölgy, a hárs, a nyír, a gyertyán, a kőris stb.

A lombos erdők zónájából a mezőség övébe jutunk bele. A két formáció közötti átmeneti csíkot a ritkalombú erdő formálja, melynek földjét a napsugarak nyáron is elérik és a fák alatt virágos növényekkel ékes gyepet létesítenek. Az átmeneti erdőforma a *füves erdő* már nem is erdő, hanem erdőkert. Ilyenek ma a hazai dombvidékek és síkságok erdői.

A mezőség határához legközelebb eső területeken, a szárazságot legjobban tűrő fák tudnak csak megélni, mint aminők pl. a szőröslevelű tölgy, a szil, az ezüstlevelű hárs stb. A füveserdők öve átmeneti csík, az erdőség öve és a mezőség öve között.

Magyarország termőtalajtípusai mind a négyféle erdőtípus alatt alakultak ki, ezért lesz szükséges mind a négy erdőtípus szelvényének szerkezetét megismerni.

A fenyőerdő szelvénye.

A fenyőerdő Európa északi felének klimatikailag legnedvesebb részét borítja. Bár e vidéken az évi csapadék összege csak 300—500 mm. között ingadozik, a légkör mégis nagyon nedves, naponta hatal-

mas harmat csapódik ki belőle. Az a vastag haraszttréteg, mely a fenyőerdőben a talaj felszínét borítja, a legsavasabb hatású az összes erdei harasztok között. E savas hatás elsősorban a fenyő tűinek kémiai összetételéből, másodsorban azokból a szerves sókból és vegyületekből származik, melyek a fák alatt élő növények testében halmozódnak fel.

A fenyők tűleveleiben különböző növényi sav, de különösen sok hangyasav van. Az aljnövényzetben szintén sok savas vegyület halmozódik fel. E növények elhalt testrészeiben levő szerves savak az erdei haraszttakaróba kerülve, növelik a csapadékvíznek savtartalmát, mely ősszel és tavasszal, de részben nyáron is ezen a haraszttrétegen átszüremkedik. A savtartalom fokozódásával növekedik a talajnedvességnek maró és vegybontó hatása, melyet ez a nedvesség a vele érintkező ásványzemesékre gyakorol.

Semmiféle erdő harasztján átszüremkedő nedvesség nem bontja olyan erőlyesen és hathatósan a talaj ásványzemeséit, mint az, amely tűlevelű erdők harasztjából kikerül. A tűlevelű erdőségek klimatikai övében, tehát Európa, Ázsia, Észak-Amerika északi negyedében a tűlevelű erdők bolygatatlan szelvényében a kilúgzási szinte 15—25 cm. vastag és ebben a savas talajnedvesség minden ásványt elbontott és feloldott, csak a kvarc maradt bontatlan.

A tűlevelű erdő kilúgzási szintjének anyaga tehát tiszta kvarchomok, színe mindig fehér, legfeljebb kissé fakóvöröses árnyalata van. Színeinek megfelelőleg e szintet *fakószürke homoknak* mondjuk. (Blcisand.)

A nagy klimatikus nedvesség hatása alatt a haraszttrétegből minden ásványi alkatrész is kilúgozódik és így a szerves anyagok hamutartalma szintén nagyon megfogyatkozik. Ha a haraszttrétegből az ásványos sók már kioldódtak, akkor a csapadékvizek a szerves anyagok bomlási terméneinek vegyületét is feloldják, kimossák és leviszik a felhalmozódási szintbe. A nyári szárazabb idő beálltával ezek a szerves vegyületek az ásványos sókkal együtt a felhalmozódási szintben válnak le és lassankint kitöltik és eltömik ennek a szintnek likacsait. Ilyen módon *ez a felhalmozódási szint összeálló kemény kőpaddá alakul át*, mely lassankint annyira tömötté válik, hogy a víz körzését teljesen meggátolja és megakadályozza azt is, hogy a fáknek gyökerei áthatolhassanak rajta. Ezt a kőkeménységű tömött földréteget *vaskőfoknak* nevezzük. (Németül „Ortstein“, franciául „Alios“, angolul „Hardpan“).

Európában azok az erdők, melyek alatt a vaskőfok rendes körülmények között is kifejlődik, mind a tenger mellékén vannak és pedig az Atlanti-óceán és az Északi-tenger, valamint a Bottniai-öböl mindkét partján. Nagy-Magyarországon ilyen vaskőfokos talajt Sopron és Vas megyékben és az Északi-Kárpátokban találni.

A lombos erdők talajszelvénye.

A humidus klíma lombos erdői sokféle fanemből tevődnek össze, azonban a történelmi korszakban az ember kigyomláta az erdőből az iparilag értéktelenebb fanemeket és csak az értékeseket hagyta meg. Ez az oka annak, hogy ma leginkább csak egy fanemből álló tölgy- vagy bükkerdőket találunk.

A lomboserdő öve általában két részre oszlik, a 25⁰ hosszúsági foktól keletre *nyír*, *tölgy* és kísérőik alakítanak erdőt, e határvonaltól nyugatra pedig a *bükk*. A bükkös erdők övében is van tölgyerdő, azonban ezt mindig talajminőség változása kelti életre. A tölgy igénytelenebb mint a bükk, megelégszik kevesebb klimatikai nedvességgel és nem kíván meszet. A bükkfa nagyobb klimatikai nedvességet kíván, különösen az évnek második felében és csak olyan talajon díszik, melynek altalajában a (C-szintben) fölös mennyiségű mész van.

A lomboserdő levélsátora nem árnyékolja be egész éven át a földet, nem, úgy mint a tűlevelű erdők, melyeknek zárt lombkoronája alá a napsugár sem nyáron, sem télen be nem férközhetik. A lomboserdőkben ősszel a lomb lehull s a csupaszon maradt ágak csak kevésbé gátolják meg a nap és a szél szárító hatását. A tavaszi napsütés, mely egy-két hónapig éri a Földet, korán virágzó növényeket kelt életre. A fák alatt tavasszal virágzó növények nőnek; ezek gyökereikkel átszövik az eredetileg tömött felhalmozódási szintet, lazává és porózussá változtatják. A virágok gyökereinek minden évben bekövetkező elkorhadása humusszal is ellátja a felső talajszintet, a lombos erdők talajának felső szintje tehát lazaszövetű és humuszos (de humusztartalma 1%-on alul van). A haraszt ilyen helyeken csak vékony rétegű, vastagsága 3—5 cm. Mindebből az következik, hogy a lombtakaróból alakuló erdei humuszrétegnek savassága gyenge és hogy ennek a talajnedvességnek oldó és bontó hatása is csekély. Bár a felső szint itt is kilúgozódik, a kilúgzás ereje gyengébb s leginkább csak a mészre és a vasra szorítkozik.

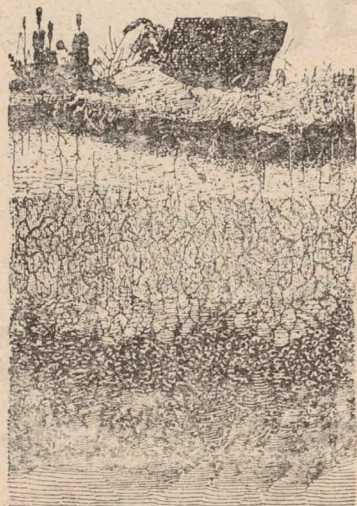
Az ásványszilánkok felbontásakor a kovasavas vegyületek a kilúgzási szintnek alsó részébe mosatnak le, miáltal ez is agyagossá és kötötté válik és az év száraz időszakában beálló vízveszteség következtében annyira kiszárad, hogy összeropedezik. A tavaszi nagy nedvesség ezekben a repedésekbe, valamint a gyökerek helyébe bele-mossa a felső homokos réteg anyagát s kitölti vele a repedéseket, ezzel márványozott szerkezetet kölcsönöz neki.

A lombos erdő talajnedvességében sok vassó van feloldva. Amint ez a vasas víz felhalmozódási szintet átszövi gyökerekkel érintkezik, a gyökér testében levő nagymennyiségű cserzőanyag a vas egy részét leköti. Ha gödröt ásunk a tölgyerdőben s a gödör falán gyökeret metszünk át, akkor a gyökérből kicsurgó lé feketére festi a földet, melyen végigfut. A festés onnan ered, hogy a gyökérből kicsurgó lében cserzőanyag van, a földben pedig szabad vasvegyület, ha a kettő érintkezik, tinta keletkezik, mely a talajszemcsék felületét feketére festi. Ugyanez a folyamat megy végbe a tölgyfa elhalt gyökérében is. Az évről-évre megújuló vasleválásnak eredményeként végül a gyökérnek egész anyaga vasvegyülettel ivódik át, a gyökér megkövesül. Óserdőkben a megkövesedett gyökerek egész vastag vasköves réteget alakítanak. A felhalmozódási szintben eszerint tehát a lombos erdők alatt is van kövesedési folyamat, de ebből sohasem származhatik kőpad, hanem csak olyan réteg, melyben sok sarkos vaskőkavics van.

A vaskövek nagysága változik, helyenkint van ökolnyi is, de legtöbbször mogyoró- vagy borsónagyságúak. A felülről lemosott anyagoknak, a szerves, valamint ásványos sóknak lerakódása azonban még nem merül ki abban, hogy csak a gyökereket kövesíti el, hanem a gyökeret körülvevő talajnak szemcséit is bekérgezi, ennél fogva a talaj színe itt is elváltozik és rozsdásbarna lesz. Ezt a színeződést vastartalmú szerves anyagokból álló keverék okozza, ebben a rozsdásbarna földrétegben fekszenek az elkövesedett gyökérdarabok. A vasköves réteg vastagsága változó, átlagban 30 cm-től 50 cm-ig terjed, alsó határa nem egyenes, hanem a szívógyökerek mentén ebben is lefelé, hegyben végződő zacskók alakjában ereszkedik bele az anyakőzetbe.

Az anyakőzet színe normális állapotban szürke, ilyen is marad azok alatt a lombdők alatt, melyekben az alsó szintek nyáron át sem száradnak ki. A legeltetett erdőben azonban a föld jobban kiszárad, mert a haraszttakaró elpusztul és nem védi többé a felszínt,

nem gátolja meg annak kiszáradását, alatta nyáron a talaj össze-
repedezik. Ha a csapadékvíz a megbontott és kiszáradt haraszt-
rétegen szivárog keresztül, akkor oxigéntartalmát nem veszíti el tel-
jesen. Az oxigén a vasvegyületeket oxidálja s ettől a talaj szürke
színe rozsdásbarnára változik. Nagyon agyagos talajban ez a szín-
változás csak a felső rétegben általános, lefelé a „C”-szintben csak
a gyökérméretek környékére és a repedések menetére szorítkozik,



- Erdei haraszt réteg, 5—10 cm.
A₁—A₂: külúgzási szint.
- A₁ szint: réteges szerkezetű fakószürke
homok, 15—20 cm.
- A₂ szint: diós szerkezetű szürke agyag,
25—30 cm.
- B szint: a felhalmozódási szint, vas-
kövesfok, vasrozsdás tömött agyag vas-
göbecsekkel, 20—40 cm.
- C szint: az anyaköze!

3. kép. A tölgyerdő talajszelvé-
nyének vázlatos képe.

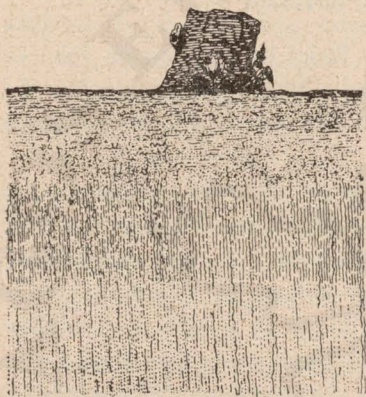
a talaj itt csíkosan foltos, a veresbarna foltok a vízszívó gyökerek
mentén haladnak lefelé.

Mellékelt képen látható a lomboserdő vázlatos szelvénye.

Bükköserdők talajszelvénye. Európának egészen a 25. hosszúsági
fokig terjedő nyugati részében a lombos erdőknek még egy második
fajtája foglal el nagy területeket, melynek szelvénye minden tekintet-
ben különbözik a fenyő- és tölgyerdők szelvényétől. A lombos erdőknek
ez a fajtája a *bükkerdő*.

A bükk és vele társaságban élő fanemek, aminők hidegebb és
nedvesebb égtájakon a lucfenyő, melegebb vidéken az ezüstlevelű
hárs és a szőröslevelű tölgyek csoportja, valamennyien meszes talajt
kívánnak.

A mésztartalmú termőhelynek megfelelőleg a növénytestben is több mész halmozódik fel s így a haraszt anyagában is több mész van, ezért azután könnyebben is elbomlik, mint más fa lombja. A bükköserdő talajában mozgó nedvességben tehát a mésztartalmú vegyületek mindig túlsúlyban lesznek, ezért a talajalakulás folyamatainak jellegét mindig ez a mésztartalom szabja meg. A mész ugyanis semlegesíti a talajnedvességnek savas hatását s így a kilúgzási szint ásványai csak kismértékben bontatnak el. Alakul ugyan itt is egy vékony, fakó, homokréteg, de ez csak néhány milliméter vastagságú. A bükkfának lombjában is sok mész van, minthogy a mész-



- Erdei harasztréteg, 3—10 cm.
- $A_1 - A_2$: kilúgzási szint.
- A_1 szint: homokos és réteges szerkezetű, 3—5 cm.
- A_2 szint: görgőnyös szerkezetű agyagos réteg, 20—30 cm,
- B A felhalmozódási szint: vörösbarna, vasrosdás tömött agyag, 30—40 cm.
- C szint: az anyakőzet, sárgaszínű, porózus szerkezetű. Legtöbbször meszes.

24. kép. A bükköserdők talajszelvényének vázlatos képe.

tartalmú szerves vegyületek sohasem savanyodnak el, ezért könnyen bomlanak. Ilyen körülmények között bükkös erdőben vastag haraszt-réteg nem alakulhat, csak kivételesen és mindig nagyon nedves klíma hatása alatt. A kilúgzási szint sem olyan kifejezetten elbontott, mint a kevert lombos erdők szelvényében, földje szelid és virágok tenyésztére alkalmas. A bükköserdő földjét kora tavasszal, lombfakadás előtt, virágzó növények borítják.

A bükkfa szelvényében a felső 40 cm. réteg *mindig laza és humuszos* ($\frac{1}{2}$ —1% humusz van benne). 35—40 cm. mélyen következik a felhalmozódási szint, *rendesen vasas, összeálló és tömött*. A harasztból kilúgzott szerves anyagok mind itt a felhalmozódási szintben válnak le. De minthogy a bükkfa testének minden egyes részében sok mész van, cserzőanyag meg mentől kevesebb, ennél fogva a vassók, oxidások alakjában válnak le így a gyökerekből nem alakulhat vaskó.

A kevert lombos erdőknek és a bükkös erdőknek talajszelvénye között az a legnagyobb különbség, hogy a bükköserdő felhalmozódási szintjében *sohasem alakulhat vasgöbecs. Vaskőfok a bükköserdő felhalmozódási szintjében nincs.*

Ha a bükkös erdőöv elterjedési határait vizsgáljuk, azt látjuk, hogy olyan vidékeket ölel fel, amelyeken a légkör egész éven át folytonosan páráns, még az évnek második felében is, továbbá, melyben az évi porhullás tetemes s ez pótolja nagyrészt a talajok bázistartal-mában beálló veszteséget.

A mezőségi talajok szelvénye.

Egész Nyugat-Európa, továbbá Kelet-Európa északi fele az erdőség birodalmába tartozik. Csak azon a területen, mely a Kárpá-toktól délkeletre esik, látunk más növényformációt, nevezetesen *mezőséget.*

Ez a mezőségi formáció az Ázsia közepét elfoglaló nagy sivatagos területeket övezi körül s egészen Mandzsuriáig ér, de a Csendes-tengertől újra egy erdőségi öv választja el. A mezőség öve teljesen ellentéte az erdőség övének. Klímája általában száraz, az évnek nagyobb részében száraz és poros légáramok uralkodnak felette, a porhullás különösen télen nagymértékű benne. A talajnedvesség párolgása különösen nyáron és ősszel szerfelett erős. Az elpárolgó talajnedvesség helyére az altalajból felhúzódó nedvesség rendkívül sok bázist hoz fel magával, melyek a víz elpárolgása után a humuszban lerakódnak. Mindezeknek a hatásoknak megfelelően a mezőségi talaj bázisokban nagyon bővelkedik, tehát ebben a tekintetben is ellentéte az erdőségi talajoknak. De a legfeltűnőbb különbség a talajszelvénynek a szerkezetében rejlik, mert míg az erdei talajok szelvényei mind háromosztatúak, addig a mezőségi talajoknak a szelvénye kivétel nélkül csak kettős beosztású.

A humuszos réteg vagy „A”-szint. Van egy felső humuszos rétege s alatta következik az anyakőzet, mely mindig világosabb színű és kivétel nélkül meszes. Ezen a szembeűnő szerkezeti különbségen kívül természetesen még nagyobb eltérések tapasztalhatók az egyes szinteknek kémiai összetételében.

A mezőségi talajnak felső része mindig sötétszínű és sokszor egészen fekete a humusztól ; ezzel szemben az erdei talajnak felső szintje általában világosszínű, humusztartalma csekély, 1%-on alul marad.

A mezőségi humuszos rétegnek kialakulása a következő módon történik: A mezőségen a fűvek és egyéves virágok uralkodnak, melyek a nyár derekára megérlelik magjukat és azután elhalnak, testük ráfekszik a talaj felszínére és az őszi nedves légkörben elkezd korhadni.

A téli félév alatt nagytömegű por rakodik le a korhadó szerves tömegre, ami bázistartalmát tetemesen megnöveli és így a baktériumoknak kitűnő táplálékul szolgál. Ez a magyarázata annak, hogy a mezőségen a szerves anyag nem halmozódhat fel, mert ami tavasszal és nyáron nő, az a jövő ősszel és télen elbomlik.

Az elhalt növények testéből megmaradt szerves anyag a legjobb esetben is csak 1—2 cm. vastag réteggé zsugorodik össze, kinézése korpaszerű, morzsalékos, színe sötétbarna, szövetére nézve nagyon porozus, kémhatása neutrális. Ezt a réteget nevezik *avarnak*. Alatta következik a sötétszínű humuszos termőrég, mely rendszeren 50—60 centiméter vastag.

Ebben a szintben nemcsak szerves vegyületek, hanem ásványi sók is lerakodnak. Tavasszal a talajnak felső rétegét átítató nedvesség tele van sóknak az oldatával és barnaszínű, mert elfolyósított kolloidos szerves anyagokat is tartalmaz.

A növények fejlődésük közben gyökereikkel ebből az átázott rétegből mind több és több vizet szívnak ki. A vízfelszívás következtében a kolloidális alkatrészek megalvadnak s lerakodnak abban a rétegben, amelyet a mezőségi növények legsűrűbben hálózhatnak be gyökereikkel. Ilyen módon ez az egész felső réteg barna, esetleg fekete-színűvé válik.

A mezőségi talajoknak felső rétegeit sötétszínűre megfestő humusznak anyagát a fűféléknek és egyéves virágoknak gyökérzete szolgáltatja, mely minden évben elhal és bent a talajban korhad el. Ősszel ugyanis az elhalt növényeknek gyökérzetét cellulózét felbontó penészgombák lepik el, anyagát felszívják és abból építik fel testüket. A gomba testét késő ősszel baktériumok bontják el s a baktériumoknak testét elfolyósítják a talajban levő enzimek. A fűvek gyökérzetéből tehát, szerves anyagának kétszeres átalakulása után így alakul a humusz.

Az anyakőzet vagy a „C”-szint. Az évente felújuló gyökerek helyén hajszálvékony csatornák és nyílások maradnak, melyek a mezőségi talajt likacsossá és légjárhatóvá teszik. A mezőség talajába az évnek száraz időszakában oxigén is kerül és ez nagyon fontos körülmény, mert lehetővé teszi olyan parányi szerves lényeknek életét, amelyek

csak oxigéntartalmú légkörben tudnak megélni. Innen magyarázható az a tény, hogy a mezőségi talajban a szerves anyagok sohasem rothadnak, hanem mindig korhadnak, azaz bomlásuk oxigéntartalmú légkörben történik. A szerves anyag teljesen szénsavvá és vízzé ég el, csak a hamualkatrészek maradnak a talajban.

A korhadási folyamatoknak azután az az eredménye, hogy az altalajban levő szabad kolloidos vasvegyületek oxidálódnak, ennél fogva a mezőség altalajában a vasvegyületeknek a nagyobb része oxid



— A szint : Humuszos réteg, 60—100 cm.

— C szint: az anyakőzet, rendszeren sárga porózus márga, vagy lösz. A sötét foltok benne mezőségi állatoknak elhagyott lakásai, melyeket az eső humuszos talajjal töltött ki.

25. kép. A mezőségi talaj szelvényének vázlatos képe. (Az A és C szintek között a határ nem éles, hanem elmosódott.)

alakjában foglaltattik bent. Említettem már, hogy nyáron, a felfelé húzó talajnedvesség sok szénsavas meszet és megnéziát hoz fel magával. A meszes talajnedvesség az altalajnak a vasvegyületeivel sárgaszínű új vegyületet alakít, amely az anyakőzetet sárgára festi. Innen magyarázható az a tény, hogy a mezőségi talajnak az altalaja mindig sárga.

A sárga szín annál világosabb, minél több mészt került fel az altalajból és annál sötétebb, minél több a vas a mésszel szemben. A sárga szín lefelé az altalajban egészen az állandóan nedves réteggig ér le, a nyáron kiszáradó és az állandóan nedves réteg között egy

veres vasas csik alkotja a határt. A veres csik alatt a föld már nem sárgaszínű, hanem kékes vagy zöldes árnyalatú szürke. Ez a szín azt mutatja, hogy a szelvénynek ebbe a részébe oxigén már nem jutott le s így a vasvegyületek oxidul só alakjában maradtak meg. De megesis az is, hogy a belvízlecsapolás következtében az állandóan nedves rétegnek a tükre lejjebb száll, akkor ott lejjebb egy új veres csik alakul ki, de minthogy fennebb már előbb kialakult egy, tehát most kettő lesz, egy régebbi felső és az újabban kialakult alsó. Ha a nedves réteg színe többször süllyed, akkor három-négy vagy több veres csik is alakulhat ki egymás felett. Ezek a csíkok mindig arról tesznek tanúságot, hogy a talaj fokozatosan és folytonosan mélyebb és mélyebb szintekig száradt ki.

A nyáron kiszáradó sárga szintnek a vastagsága változó, általában azt mondhatjuk, hogy 2—18 m. között ingadozik. Az élőlő növényeknek, valamint a késő őszi zöldelő virágoknak gyökereikkel mindig el kell érni az ez alatt levő állandóan nedves réteget, különben a nyár második felében nem tudnának megélni.

Európában a legszélesebb mezőségi öv Oroszországban van, szerkezetét itt tanulmányozták legtüzetesebben, ezért került a mezőségi fekete talajnak orosz neve : *csernozjem*, a világirodalomba. Ma a mezőségi talaj megjelölésére a *csernozjem* nevet használják.

Az oroszországi mezőségi övnek klímája nem egyforma, hanem három alövre tagozódik. A klímabeli különbségek természetesen a talajban is mutatkoznak. A legfelső alövnek van a legnedvesebb klímája, a porhullás benne nem nagy, ezért a kilúgzás még olyan erővel működik, hogy a szénsavas meszet az 1,5 m. vastag felső rétegből teljesen kimosta. Az erdőségi övvel határos vidéknek talaja mésztelen, humusztartalma 9%-ig emelkedik, színe egészen fekete, melyet kiszáradás után is megtart. A humuszos réteg vastagsága 80—120 cm.

A középső alövnek klímája már melegebb és ősszel szárazabb, a porhullás már erősebb, a kilúgzás gyengébben működik benne, ezért a szénsavas mész 100—80 cm. mélységben megmaradt s a nyáron felfelé szivárgó altalajvizek ebből sok meszet hoznak fel a humuszos rétegbe. A mész a humuszban levő vastartalmat oxidálja s a vasrozda a humusznak barna színt kölcsönöz. A középső alöv talajának színe tehát nem fekete, hanem csokoládéra emlékeztető barna. Humusztartalma 6—3% között ingadozik. A humuszos réteg vastagsága 60 cm.

A legalsó alöv felett a klíma még szárazabb, a porhullás rendkívül erős, a szerves anyagok bomlása gyors, ezért a talajában 3%-nál

is kevesebb a humusz; színe világos gesztenyebarna, a humuszréteg vastagsága 40—55 cm., a meszes réteg közvetlenül alatta következik.

A mezőségi övben a növényeken kívül még más munkásaink is vannak, melyek hathatósan közreműködnek a mezőségi talaj kifermálásában, a rétegzés eltüntetésében.

A mezőségi talajban nagyon sok giliszta él, melyek nyáron a humuszrétegben tenyésznek, de télen a fagy elől lemenkülnek az altalajba. A talajban való vándorlásuk alkalmával csatornákat ásnek, melyek a humuszos réteget, valamint az anyakőzetet is behálózzák. Építéskor a csatorna anyagát felhozzák a felszínre, az elhagyott csatornába pedig az esővizek belemossák a feltalaj humuszos anyagát; ilyen módon egy bizonyos idő múlva az egész behálózott felső réteg megforgatódik. Ugyanilyen módon működnek más állatok is, így nagyon sok rovarnak az álcája. A rovarokon és férgek kivül még sok emlősállat is él a talajban, melyek szintén járatokat készítenek s a talajt egészen 5—6 m. mélységig megforgatják. Efféle földben élő állatok a földi kutya, a pele, az ürge, a hörcsög stb. Az állatok lakóházuk építésekor a földet mélyebb rétegekből a felszínre hozzák, s a lejárát nyílása körül kis kupacokban halmozzák föl. Az eső pedig a lakatlan lyukakat a felszínről lemosott humuszos földdel újra kitölti. Ilyen módon bizonyos idő leforgása után a föld megrigolódzik, az átforgatás 5—6 m. mélységig történik. Az orosz mezőségen végzett vizsgálatokból tudjuk, hogy a mezőségi állatok munkája révén több méter vastag réteges szerkezetű lerakódás néhány száz év alatt teljesen egynemű rétegzetlen mezőségi földdé válhat.

A mellékelt szelvényrajzon a fekete foltok jelzik a földben lakó állatoknak elhagyott járatait, melyet az eső fekete humuszos talajjal töltött ki.

Az ősi talajok átalakulása a mezőgazdasági művelés alatt.

Mezőgazdasági növénytermesztés alkalmával az ember minden klímaövben és mindenféle talajon gabonaféléket, tehát fűféléket termeszt, tulajdonképpen mindenütt arra törekszik, hogy a mezőgazdasági növényeknek megfelelő tenyészfeltételeket teremtsen. Ezzel a munkájával tulajdonképpen minden klímaövben mesterséges mezőséget készít és legtöbbször olyan talajon, ahol eddig csak erdő tenyészett. A mezőgazdasági munka eredményeként tehát az összes *ősi talajok* átalakulnának. Az átalakulás mértéke nem egyforma, az erdőségek övében nagyobb, a mezőségek övében kisebb.

Az erdőségi talajoknak átalakulása.

A mezőségi növények élet feltételeinek létesítésével az erdő-talajban elsősorban megváltozik a talajnedvesség körforgása. A nyár elején a füvek kiszívják a vizet a humuszos rétegből s ennek pótlására a nedvesség alulról felszívódik egészen a szántott réteg alá és amidón innen elpárolog, otthagyja a magával hozott sókat, főként szénsavas meszet és szénsavas magnéziát. Az egykori erdőtalajoknak mésztelen szelvénye az alulról felemelkedő talajnedvesség mésztartalmából lassankint telítődik szénsavas mésszel. Kezdetben csak a C-szint lesz meszes, idővel azonban a szénsavas mész még a humuszrétegbe is behúzódik és itt is telíti a kolloidos alkatrészeket mésszel.

A talaj alkatrészeknek szénsavas mésszel való telítése megváltoztatja a kolloidos alkatrészeknek fizikai állapotát, t. i. megalvasztja az elfolyósított kolloidokat. Minthogy a talajban minden egyes szemcsének felületén vékony kolloidos réteg van, következképpen a szénsavas mésznek felemelkedése az egykori erdőtalaj szelvényében az egész szelvény anyagának teljes fizikai és kémiai átalakulását vonja maga után, az erdőségnek tömött vízrekesztő talajából laza, vizetátersztő mezőségi talaj válik. Minél melegebb és szárazabb helyen történik az átalakulás, annál rövidebb idő kell ahhoz, hogy az altalajvízzel felemelkedő szénsavas mész az átalakítást elvégezze. Minél hidegebb és nedvesebb a hely klímája, annál több idő kell e folyamathoz. Ezt az átalakulást siettetí a növénytermelő gazda azzal, hogy trágyázza és meszezi a savanyú kémhatású, mésztelen talaját. A mezőgazdasági kultúra következtében önmagától is felszál a mész, csakhogy ez 100 évnél is hosszabb időt kíván. Az átalakulás nemcsak a szántóföldeken, hanem a legelőknek használt területeken is végbe megy. Az erdőségi zóna nedvesebb részein pl. a szürke erdei talajból, tapasztalás szerint, kb. 500 év alatt, egészen fekete talaj alakul, ha szakadatlan legeltetés alatt állott. Ugyanennyi idő alatt a termőrétegnek a színe megbarnul ott, ahol a talaj szántó föld gyanánt is használatban volt.

A fekete és barna talaj színe közötti különbség onnan ered, hogy a feketeszinű humuszrétegben a vasat a humuszkolloidok oxidulso alakjában kötik le, a barnaszínű, humuszos termőrétegben ellenben a vas oxidso alakjában van benne. A vassóknak oxidációját a talajnedvesség mésztartalma okozza. Ahol a talajnedvesség meszes, ott a humuszrétegben a fölso szerves anyag hamar elég, a vas pedig meg-

rozsdásodik. Olyan helyeken ellenben, ahol a talajnedvesség csak kevés meszet tartalmaz, ott a vas megmarad eredeti állapotában és a termőrétegnek a színe vagy fekete, vagy sötétszürke marad és csak igen hosszú mezőgazdasági használat után barnul meg.

Az erdőtalaj átalakulásában a következő fázisokat különböztethetjük meg: erdőirtás után a vágás helyét felveri a gaz, az egyéves virágos növényeknek gyökérzete átluggatja az erdőtalaj tömött B-szintjét. A harasztéteg egy-két év alatt elpusztul s ekkor a fűnővényzet válik uralkodóvá, mert legeltetett vágásokban csak fűfélék tudnak megélni. A feltört és gazdasági művelés alá vett talajban is finom gyökérzetű növényeket termesztünk, melyeknek gyökérzete minden évben elpusztul. A gyökerek után nyitva maradó csatornák és csövecskék lehetővé teszik, hogy a csapadékvizek könnyen lehúzódhassanak az altalajba, nyáron pedig útát nyitnak a levegő oxigénjének. A gyökerekből elkorhadásuk után humusz lesz, az oxigén pedig oxidálja a kolloidos, humuszos anyagok által lekötött vassókat, ezzel egyszersmint megalvasztja a humuszkolloidokat, vizáteresztővé teszi a tömött B-szintet és megindítja a talajvíznek normális körforgását.

A víz körforgásának helyreállításával nyáron az altalajvíz felszáll és sókat hoz fel magával, a humuszos szint telitődik bázisokkal, savanyú kémhatása lassankint átalakul semleges kémhatássá. A talaj felszínére hulló porral és a trágyázással olyan parányi lényeknek csirái és spórái kerülnek rá, melyek eddig a savas kémhatású erdőtalajban nem tudtak megélni. Azonban a talaj kémhatásának megváltozása után már nemcsak élni, de szaporodni is fognak. Ezzel a régi erdőtalajból biológiai tekintetben is *mezőségi jellegű talaj*, vagyis *termőtalaj* válik.

Az erdei régióban kialakult termőtalajok szerkezete és tulajdonságai változnak aszerint, amint a túlevelű erdő, vagy kevert lombérdő régiójába tartoznak.

Túlevelű erdők régiója. Ebbe a régióba tartozó termőtalajok vannak a legerősebben kilúgozva, itt vannak a legsavasabb kémhatású talajok. Csonka-Magyarországon ebből a típusból csak kevés van. Csak a Poprád völgyében és a Vág völgye felső részében voltak a kiirtott túlevelű erdő helyén nagyobb területű szántóföldek.

A frissen irtott erdőtalajnak színe mindig fakószürke, szántás után rendszeren nagyon kötött és vízrekesztő termőtalajt ad. Ablán a mértékben, amint a talajnak vízáteresztő tulajdonsága fokozódik,

mindinkább sötétebbé válik a talajnak színe, javul a strukturája is és növekedik a humusztartalma. A *B*-szint tömörsége apad, színe rozsdásbarna lesz, a *C*-szintben már 25–30 év után is tapasztalható lesz a vassóknak oxidációja és a javulást jelző színváltozás. A szürkeszín lassankint narancssárgára, majd veresbarnára változik át. Ebben a régióban a szántóknak talaja nagyon sokáig megtartja savanyú kémhatását. Csak meszezés segélyével lehet gyorsabb javulást elérni.

Kevert lomberdők régiója. Ennek a régiónak területe két részre oszlik. Ha az altalaj meszes, akkor a területet bükköserdő foglalja el, ellenben ha a talaj mésztelen, akkor tölgy, szil, juhar, kőris, nyír alakítanak kevert lomberdőt rajta. A *bükköserdők* után mésztartalmú kőzeten alakított szántóknak termőtalaja már nagyon rövid időn át tartó mezőgazdasági használat után telítődik mésszel. A termőréteg vörösbarna, vasas talajt ad, a *C*-szint megsárgul s a talajnak kémhatása semleges lesz. Ezek a *barna vasas talajok* a legtermékenyebbek az erdőség régiójába telepített szántóföldek között. Dunántúl ez a talajtípus a legelterjedtebb. Fejér, Veszprém, Tolna és Baranya megyéknek löszdombjain ez az uralkodó talajfajta.

Tölgyeserdők. A mésztelen kőzeten főként tölgyekből álló erdők alatt a talajok egy-két méter vastagságban ki vannak lúgozva és elvesztették szénsavas mésztartalmukat. Az ilyen kőzetből alakult talaj úgy viselkedik, mintha eredetileg is mésztelen lett volna. Rajta a következő fák alakítanak erdőt: tölgy, nyír, gyertyán, juhar, kőris, szil, nyár és fűz. A nagyobb mértékű kilúgozás onnan származik, mert ezeknek a fáknak lombja nagyon sok cersavat tartalmaz, mely a harasztból a talajnedvességbe jutva, annak oldó hatását fokozza, úgyhogy a cersavtartalmú talajnedvesség nemcsak a meszet és magnéziát, hanem a vasat is kivonja a talajból. A lombos, kevert erdők helyén alakított szántóknak talaja ezért fakószürke színű, termőereje is ezért gyengébb, mint a bükkösök helyén telepített szántóké. A *B*-szint rendkívül kötött és tele van vasgöbecsekkel, a *C*-szint világosszürke. Hosszas mezőgazdasági művelés alatt ugyan ez a talaj is megbarnul, az altalaj pedig megveresedik, mert a vas végre ebben is megrozsdásodik. Csík megyében és Temes megyében ilyen kevert lomberdőknek helyén telepített legelő talaja megfeketedett. Okmányokkal igazolható azonban, hogy a két területet 500 év óta legeltetik. Ebben a klimarégióban tehát a fekete humuszréteg kialakulásához 500 évre volt szükség, „de ez a fekete talaj ebben a klímaövbén savas hatású marad“.

A kevert lomberdők régiójában alakított szántóknak termőtalaja nagyjában máig megtartotta savanyú kémhatását. Csak egy esetet tudok, ahol a mész felemelkedett a *B*-szintig s e felett a termőtalaj kémhatása neutrálissá vált. Történelmi adatok alapján bizonyítható azonban, hogy ez a hely már a rómaiak idejében is legelőül szolgált. Ezen a klimatikailag nagyon nedves vidéken tehát ezer esztendőre volt szükség ahhoz, hogy a mész az altalajból egészen a humuszos réteg alá jusson fel.

Füveserdő szelvénye. Európában és Ázsiában az erdőségi övnek szélén, a mezőség határához közel az erdő fáinak növése mind alacsonyabbá válik, lombjuk mindjobban ritkul, mindig nagyobb területet világít meg az erdő talajából a ritkuló lomb között áttörő nap-sugár. A napfény hatásának eredményeképpen egyrészt a haraszt-takaró gyorsabban bomlik el, vastagsága folyton csökken, másrészt pedig a fák lábainál elszaporodnak a cserjék és a bokrok, azután a virágos növények. Az ilyen erdőben a fák alját sűrű bozót borítja be.

A legeltetett erdőkben természetesen a legelő állat lerágja a bokroknak fiatal hajtásait, úgyhogy lassankint az egész aljnövényzet kipusztul, csak olyan növények maradhatnak életben, melyek a többszöri lerágást és taposást kibírják. Ez a magyarázata annak, hogy a legeltetett erdőkben a fűfélék szaporodnak el s a fák között levő talaj végül begyepesedik. Így keletkeznek a füveserdők és a fás legelők. A gypsztin alatt azután az erdőtalaj szelvénye hamar elváltozik s az erdei talajból a legeltetés révén, fekete mezőségi talaj válik.

Magyarországon a füveserdők régiója leereszkedik egészen az Alföldre. Legalacsonyabban fekvő része összeolvad az egykori mocsári erdőknek régiójával, amelyeknek maradványait ma is még megtaláljuk Szatmár, Bihar, Arad és Torontál megyékben. Talaja, mikor még zárt erdő volt, akkor friss törésben fakószürke erdei talaj volt, de már ritkított füveserdő alatt a hosszú ideig tartó legeltetés után a felső 50 cm.-nyi réteg ezekben is elhumuszosodott és megfeketedett.

Az Alföldet szegélyező előhegységnek és dombhátnak déli lejtőin a kiirtott tölgyerdők helyébe szőlőt telepítettek. Telepítés előtt a talajt mindig 60 cm. mélyen megforgatták. Ilyenkor a fekete humuszos réteg lekerült az altalajba és a veres vasrozsdás *B*-szint került a felszínre. Ezt a veresszínű vasas agyagtalajt nevezik *nyirok*-nak. Sok helyütt a mellékvölgyekben is a felszínre került a vasas *B*-szint, a sok vasgöbceivel együtt. Ezek a vasgöbcecsek erdőritkítás után

folyton kopnak, mert az átszüremedett csapadékvizek oldó hatást fejtenek ki rájuk, így legömbölyödnek s mogyorónyi, vagy babszem nagyságú gömbökké alakulnak. Ezt a fajta vasas talajt, melyben ezek a vasgöbcecsek foglalnak helyet, *babérces-vasas-agyagnak* nevezik.

Mezőségi régiók. Európa délkeleti felét elfoglaló orosz mezőség területe sohasem volt erdővel borítva, szelvényében az elmállási folyamatok befejezése óta nem történt változás. Ezzel szemben Magyarországon a Kis-Alföld és a Nagy-Alföld a történelmi kort megelőző időben, mocsári erdőknek volt a birodalma. A Kárpátoknak északi peremétől le egészen a Dunának déli szakaszáig, sűrű mocsári erdők váltakoztak, óriási terjedelmű rétségekkel és áthatolhatlan ingoványokkal. A mocsarak és ingoványok lecsapolása után, de még inkább a folyóvizeknek szabályozása következtében, az Alföldek talajának az a része, amely a tavaszi árvizek pusztító hatásának volt kitéve, lassankint kiszáradt és mezőgazdasági használat alatt fátlan mezőséggé vált. A régi erdőtalaj a mezőgazdasági használat alatt átalakult mezőségi talajjává.

Nagyon sok helyen azonban az átalakulás megindítására elegendő volt az erdőknek tűzzel való kiirtása. Az erdőirtás az Alföldön még az ókorban megkezdődött s kezdetben csak abból a célból történt, hogy a gulyáknak és méneseknek legelőit nagyobbítsák. Ilyen mester-séges eszközökkel készített, fátlan mezőségek már a rómaiak korában is voltak a Nagy-Alföldnek déli részén. 449. évből maradt ránk egy útleírás, melyet Priscus rétor készített, aki annak a követségnek volt tagja, melyet Theodosius császár küldött Attillához. A követség a Dunán átkelve, észak felé fordult és ilyen irányban utazott át az Alföldön; Priscus több helyen is megemlíti, hogy teljesen fátlan síkságon haladtak át, melyen fa hiányában náddal és sással tüzeltek. Az útleírásból kitűnik, hogy már akkor is voltak nagyterjedelmű fátlan mezőségek.

A folyó szabályozását árvízvédelmi célból még a XVI-ik század előtt kezdték meg. Hogy ebben a korban hatalmas lecsapolási munkálatokat is végeztek, az abból tűnik ki, hogy a 150 évig tartott török uralom alatt a vízlevezető csatornákat elhanyagolták és ennek következtében jóformán az egész Bánát víz alá került. A mocsári erdőkről, amelyek a rétségek és ingoványok közötti hátaikat foglalták el, szintén sok történelmi feljegyzés tanuskodik. Az erdőségeknek utolsó maradványait Arad, Bihar, Békés és Torontál megyékben még saját szememmel láttam.

A *mocsári erdőknek* talaját eredeti állapotában vastag haraszt-reteg fedi; szelvénye nagyjából a kevert lomberdők szelvényével egyezik. Az Alföld talajának lassú kiszáradásával legeltetés alá került s füves erdő vált belőle. A felső rétegben felhalmozódott a humusz, végül az erdőnek teljes kiirtásával fátlan legelővé alakult át és ezzel azután befejeződött az erdőtalajnak átalakulása mezőségi talajjá.

Az átalakulásban a következő fokozatokat állapíthatjuk meg: 1. Először elmosódik a hármás beosztás. A fűek gyökere elpusztítja a felhalmozódási szint tömörségét. 2. A felső rétegben a fűvegetáció alatt humusz alakul, mely sötét színűre festi azt. 3. Az altalaj a gyeperdő alatt minden nyáron kiszárad; az altalajvíz az év második felében felemelkedik a felszínig és itt elpárolog. Mind az a sok só, különösen szénsavas mészes és szénsavas magnézium, mely benne oldva volt, lerakódik. Ilyen módon az altalaj lassankint elmeszesedik. Az erdő altalajának szürke színe eltűnik, kezdetben csak foltosan sárgul meg, de azután az egész réteg egyöntetűen megsárgul. A régi erdei származást csak azok a vasgöbcsék jelzik, amelyek az erdei talajokban a felhalmozódási szintben a felszín alatt 40—60 cm. mélységben megmaradtak. Ahol persze a csapadékvizek ezt a felső réteget részben vagy egészen elmosták, ott a vasgöbcsés réteg magasabbra, vagy egészen a felszínre is kerülhetett.

A réti agyag. A kiszáradt rétségeknél és ingoványoknak a fenekén kétféle talaj alakult. Egyik a fekete réti agyag, mely a rétségek szélén képződött a sás és nádtövek között, ahová a tavaszi árvizek sok iszapot hoztak, továbbá egész éven át sok hulló por rakódott le. Ebben a tápanyagokban bővelkedő vízben igen buja élet fejlődött, a vízben élő parányi szerves lények hullái azután összekeveredtek az iszappal és így létesült az a fekete humuszos, kötött, mésztelen agyag, melyet óriási kiterjedésben találunk ma az egykori rétségeknél a helyén.

A réti agyagnak a fő jellemvonása a kötöttség, mely a mésztelenségtől ered. Szelvénye egyezik a mezőségi talajnak szelvényével. Felső rétege humuszos 60—80 cm. vastag, alatta szürke tavi iszap fekszik, mely már a régebben lecsapolt réteg alatt megbarnult, esetleg már meg is sárgult. A színváltozás a gazdasági művelés időtartamától függ. Származása alapján a koloidos alkotórészeknek a mennyisége nagyon sok benne, sokszor a 40%-ot is meghaladja;

összetétele alapján kiszáradáskor összerepedezik és 2—3 m. mély repedések is keletkeznek rajta. Nagyon könnyen kiszárad, miért is termékenysége ingadozó, száraz években csekély, természetének megfelelő nedvességű években nagy. Ezt a hátrányos tulajdonságát a meszezés erősen csökkenti.

A másik talajfajta egy szürke, kötött agyag, az ingoványoknak azon a részén rakodott le, amely tőzeggel volt beborítva. Ez a sík víz alatt alakult iszap nagyon szegény, még vas is kevés van benne, ezért termőereje csekély. Szelvényében eredetileg nem volt beosztás, mert egyenletesen rakodott le, tehát anyaga egyforma szemcsékből áll, de a mezőgazdasági művelés hatása alatt felső rétege ennek is humuszossá vált, altalaja elmeszesedett, ehhez az átalakuláshoz azonban sokkal hosszabb időre van szükség, mint a többi talajfajtáknál.

A kétféle talajfajta között átmenetet alakít a **kotustalaj**. Ezzel a névvel olyan talajt jelölünk meg, amelyben 10%-nál több szerves anyag van. A szerves anyag tulajdonképpen földes tőzeg és éppen ez a földtartalma őrizte meg attól, hogy elégjen, vagy pedig, hogyha lecsapolás után, télen a fagy apró darabokra porlaszthassa és a tavaszi szelek elhordják. Az Alföldön ugyanis a tőzeges talajnak az volt a sorsa, vagy megégett, vagy pedig tavasszal, ha a téli fagy elporlasztotta, akkor a tavaszi szelek felkavarták és elvitték úgy, hogy végül a tőzeg alatti nyers föld került a felszínre. A kotusföld jó termőtalaj. Szelvénye nagyon változó, sokszor két méter vastag kotusföldet is találtam, melybe a botfúró könnyen beleszaladt, nem is kellett leverní. Kotustalaj ma már nagyon kevés van az országban, még a Körösök Sárrétjében van a legtöbb.

Az elszikésedés az Alföldön. A rétségeknél és a mocsári erdők talajának átalakulását nagyon siettette az utolsó évszázad végén árvízvédelmi szempontból befejezett folyószabályozás és belvíz-lecsapolás. A mezőgazdasági használattal járó trágyázás és az Alföldnek kiszáritásával kapcsolatos nagyobb mértékű porhullás nagyban fokozta az átalakulásnak menetét, úgy hogy ma a régi erdőtalajoknak nagyobb részéből termékeny mezőségi talaj lett. A régi erdők és mocsarak helyén végeláthatlan termékeny puszták támadtak, melyeken a híres és páratlan tiszavidéki búza terem.

Az Alföld talajának kiszáritása bár sok százezer holdnyi területtel növelte az országnak a termőterületét, más oldalról azonban

nagy és országos érdekű bajnak vált szülőokává. A folyók árvizeinek töltések közé foglalása, továbbá a mélyedvényekben összegyűlt csapadékvizeknek gyors levezetése, nemcsak a felszíni vizeket tüntette el, hanem még az Alföld altalajában télen raktározott talajvizeknek gyors elpárologását is maga után vont, ezzel együtt a földárja szintjének lesüllyedését is okozta. Szóval az Alföldnek nemcsak a felszíne vált szárazzá, hanem az altalaja is kiszáradt. A kiszáradással kapcsolatban egy új baj jelentkezett, nevezetesen a *szikeseedés*. A szikes területek az Alföld talajának kiszárítása előtt is megvoltak, de nem lehetett őket észrevenni, mert a talaj telve volt vízzel és a vizes szik, mint ismeretes, jól terem, ha mást nem, hát nagy fűtermést ad. De amint a talajban a nedvesség megcsökkent, a szikes foltok már a nyár közepén kikopaszodtak s a szikes legelő tarka lett a sok kopár folttól. A talaj kiszáradásának fokozódásával azután fokozatosan növekedett a kopár foltoknak a terjedelme is.

A szikesedés terjedése az Alföld víztelenítését célzó munkálatok befejezése után, különösen napjainkban vált feltűnővé. Azelőtt, míg az altalajban raktározott téli nedvesség megvolt, a szikeseken is termett bőven fű, késő őszig elég élelmet talált a legelő állat rajta; a felszántott részeken pedig holdankint 8—10 mázsa búzatermés nem ment ritkaságszámba. De abban a mértékben, amint fogyott a víz az altalajban, a termések is alábbszálltak s végül a szik kiszáradt és terméketlenné vált. A hazai szikeseken a terméketlenségnek oka nem abban rejlik, hogy a szikes talajban sok só van, hanem abban, hogy 35—50 cm. mélységben egy kolloidokkal átítatott réteg van, mely a vizet nem veszi be. A téli félév alatt a víz nem tud beleivódni a talajba, hanem a talaj felszínén marad s vízállásokat alakít, a középső tömött agyagréteg száraz marad, szóval a felsővíz nem éri el az alsó vizet, nyáron a növények gyökerei nem tudnak száraz szikfokon keresztül hatolni. A téli csapadékokból ami kicsi mégis beleszivárgott, azt a növények már a nyár derekán teljesen felhasználják s a szik kiszárad. Száraz talajban pedig semmiféle növény sem tud megélni, akármilyen gazdag és termékeny legyen is az illető talaj. A szikesek altalajában összegyűlemlett sók nem okai a terméketlenségnek, hanem csak kísérő jelenségei, a szikes talaj nem azért nem terem, mert sok só van az altalajban, hanem azért, mert a felső réteg kiszáradt és nem veszi be a vizet; a sók azért halmozódtak fel az altalajban, mert ebben a száraz talajban nincsen talajkilúgzás, így a csapadékvizek a szikes

talajból nem moshatják ki a sókat úgy, amint azt a mellettök lévő jó talajból kilúgozzák s a földárjában elviszik.

Az elmondottak igazolására szolgál az a tény, hogy a kopár foltok alatt soha sincsen sós réteg, ellenben a zöld foltok alatt, melyeken még nyáron is zölden marad a fű, mindenütt 20—30 cm. vastag sóval átitatott rétegek vannak. De a sókeverékekben csak ártalmatlan neutrális sók vannak; konyhasó, mely kártékony hatású, csak nyomokban fordul elő bennök.

A szikesek vízviszonyainak tanulmányozása alapján azonban egy olyan fontos tapasztalatra jöttünk rá, amely vigasztalásul szolgál a szikesek javításának kérdésében és ez az: *„hogy ha sikerül a szikes talajban a téli nedves félév csapadékainak vizét raktározni, akkor a szikesek termékenysége biztosítva van“*. A mai szikjavítási mód, mely a kormány szikjavítási akciójának alapjául szolgál, a *„Treitz-féle“* szikjavítás meszezéssel vagy márgázással, éppen azt célozza, hogy a szik vegye be mind azt a vizet, amely a téli félév alatt ráhull. A mész a sziket vízáteresztővé teszi, a csapadékvizek a meszezett szikes talajba a téli félév alatt beleszüremkednek, az altalajban raktározódnak s tavasszal és nyáron vízzel látják el a növényeket, szóval helyreállítja a sziknek elveszett termékenységét. *A szikesedés terjedése tehát nem országos veszedelem, hanem muló baj, melyet egy okszerű országos talajjavítási akcióval meg lehet szüntetni.*

A szikes talajoknak megjavítása után még egy nevezetes jelenségre lehetünk elkészülve, t. i. arra, hogy a belvizlevezető csatornák a tavasz és a nyár folyamán üresen maradnak és lassankint fölöslegessé válnak. Az Alföldön ugyanis olyan kevés a csapadék, hogy a talaj nemcsak azt a vízmennyiséget tudja elnyelni, ami most tényleg leesik, hanem fel tudná szívni baj nélkül ennek kétszeresét is. Ha tehát a talaj mind beissza azt a vizet, ami rá esik, akkor nem jut majd víz a csatornába, mert ma csak az a víz folyik le bennük, amit a talaj nem vett be és a felszínen gyűlt össze. De ha ezzel a módszerrel meg tudjuk fogni mind azt a csapadékot, ami az Alföldön le hull, akkor nemcsak a szikeseknek termékenységét emeljük, hanem fokozzuk a jó területeknek a termékenységét is, mert tapasztalás szerint, a termés nagysága az Alföldnek legnagyobb részén az évi csapadék mennyiségétől függ. Ebből kiviláglik, hogy a kormány országos szikjavítási akciójának nemcsak a szikes talajtulajdonosok veszik hasznát, hanem minden alföldi gazda és közvetve mindenki, aki a mezőgazdasággal kapcsolatban van.

A termőtalaj.

Az ember használatában levő talajok.

Mindazokat a talajokat, melyek az ember kuturmunkájának közreműködése nélkül alakultak ki, *ősi talajok* néven egy különálló csoportba kell soroznunk, amennyiben minden tekintetben és összes tulajdonságaikban különböznek azoktól a talajoktól, amelyek ma az emberi lakóhelyek körül található, amelyeket az ember életszükségleteinek megfelelőleg átalakított. Ősi talajokat a jelenkorban csak az emberi lakóhelyektől távoleső helyeken lehet még feltalálni.

Azok a talajok, melyeket az ember életszükségletének megfelelőleg átalakított, egész külön osztályba kell sorolni és **termőtalajok** vagy **kulturtalajok** neve alatt tárgyalni.

Az erdészet, a mezőgazdaság és a kertgazdaság valamennyien a talaj kihasználásával foglalkoznak. Mind a három üzemből növényeket ültetnek, végeredményben a termelt növények testének vagy termésének értékesítéséből kapják a föld termékenységének járadékát.

Ezelőtt, még nem is olyan régen, mind a három üzemből használt talajt egyformának tartották és megítélés és értékelés alkalmával nem tettek különbséget az erdő, a szántó és a kert talaja között. Egyedül az erdőtalajt választották a szántó és a kert talajától külön, azon az alapon, hogy az olyan rossz talajt, amely már szántóföldnek nem használható, azt erdőtalajnak mondták. A talajvizsgálat fejlődése ezt a régi felfogást megdöntötte s ma már tudjuk, hogy az erdő, a szántó és a kert talaja között lényeges különbség van. Az eltérés oly mélyreható, hogy emiatt a háromféle talajt nem is lehet együttesen tárgyalni, hanem mindegyik külön elbírálást, külön ismeretést igényel.

Az erdő fái egész más jellegű talajt kívánnak és az erdei talaj tulajdonságai és szerkezete még legközelebb áll az ősi talajokéhoz. A kertnek és szőlőnek talaja a forgatás következtében egészen megváltozik, szerkezeti, fizikai és kémiai tulajdonságai teljesen átalakulnak. A *kerti talaj valóságos mesterséges talaj*, mely szerkezetére nézve közelebb áll a virágcserepbe töltött talajhoz, mint a szántóföldi talajhoz. A szántóföldi talaj az erdő és a kerti talaj között foglal helyet,

a talajmivelő eszközök csak a legfelső réteget forgatták meg, míg a szerkezete, szelvénye változatlanul megmarad.

Ebben a munkában csupán csak a szántóföldi termőtalajokkal fogunk foglalkozni.

A termőtalaj alkatrészei.

A talajnak alkotórészei származás tekintetében két csoportra oszlanak, az egyik csoportba tartoznak a kőzetek elporlásának termékei, ezek alkotják a talajnak ősi alkatrészét, minőségükre nézve ezek legtöbbször kristályos szerkezetűek. A második csoportba tartoznak a kőzeteknek elmállásakor alakuló termékei, ezek a talajnak másodlagos, vagyis új alakulású részei, röviden a mállási termékek. Ezek alakjukra nézve nem kristályosak, hanem kolloidos állományúak, melyeknek fizikai tulajdonságai az enyvnek tulajdonságaihoz hasonlítanak, ezért nevezték el ezeket a testeket az enyvnek görög neve után = kolla = kolloid, vagyis enyvszerű testeknek. Minden termőtalajban van ezenkívül még szerves anyag is, egyrészt elhalt növények testének részei, másrészt ezeknek bomlási termékei, ez az utóbbi alkatrész a termőtalaj agyagos részéhez kötődik. Végül vannak még benne mindig élő szervezetek is, melyek az élők világának legkülönbözőbb osztályaiba tartoznak.

A porlási termékek a kőzeteknek és az ásványoknak mechanikai úton való szétzúzódása és megőrlése alkalmával alakult részecskéi, melyeknek kémiai alkata a porlási folyamat alatt változatlan marad, tehát azonos annak az ásványnak alkatával, melynek elporlása révén alakult.

A porlási termékeknek összességét *talajváznak* nevezzük, mert ez mintegy vázát alkotja az egész talajnak, mert e közé rakodnak le az elmállás alkalmával alakult mállási termékek.

Ezzel szemben az ásványok az elmállás folyamata alatt teljes vegybontást szenvedtek, annyira, hogy a mállási termék vegyalkatából sohasem lehet megállapítani azt az ásványcsoportot, vagy kőzetet, melynek elmállásából alakult volt.

Az elporlás termékei.

A talajnak kristályos alkatrészei.

A kőzetek elporlása alkalmával nemcsak a kőzet aprózódik el, hanem elporlanak maguk a kőzetet alkotó ásványok is. A fizikai szét hullás folyamán alakuló törmelék szemcséinek térfogata nagyon sokféle.

A különböző méretű törmelékek következőképen neveztetnek :

Kőtuskó, átmérője nagyobb, mint	100 mm.
Kőtörmelék (szegletes), kavics (legömbölyített), átmérője	100—20 „
Murva (szegletes), dara (legömbölyített), szemcséi- nek átmérője	20—2 „
Durva homok (kőmiveshomok), szemcséinek át- mérője	2—0·5 „
Futóhomok, szemcséinek átmérője	0·5—0·3 „
Repülő homok, „ „ „	0·3—0·1 „
Ásványpor, „ „ „	0·1—0·02 „
Ásványliszt, „ „ „	0·02—0·002 „
Agyagos rész, „ „ „ kisebb, mint.	0·002 „

Az ásványlisztnek legkisebb (0·002 mm-nyi) szemcséinél azonban vannak a talajban még sokkal apróbb ásványszilánkok is, de ezek a parányi szilánkok már a mállási termékektől igen nehezen választhatók külön, ezért az elemzés alkalmával a mállási termékekkel együtt *az agyagos részekhez csatoltatnak*. Bár ezek a parányi szemcsék is még megőrizték az ásványszilánkoknak bontatlan állományát, csak-hogy testük olyan parányi, hogy az apróbbakat közülök még a legjobb mikroszkóp segítségével sem lehet meglátni. Hogy meddig mehet az ásványoknak elaprózódása, arról éppen ez okból kifolyólag csak számítás útján kaphatunk felvilágosítást. Magától értetődik, hogy a lehető legkisebb ásványszilánknak is nagyobbnek kell lennie, mint az illető ásvány molekulájának térfogata.

A fizikokémikusok megállapítása szerint egy földpátmolekula nagysága $\frac{1}{32,000,000}$ milliméter, ha a legkisebb ásványszilánk ármérőjét százszor nagyobbnak vesszük, mint az illető ásványnak molekulája, akkor is csak $\frac{1}{320,000}$ (egy : háromszázhuszszezred) milliméter átmérőjű parányt kapunk, ez oly picinység, hogy ezt el sem tudjuk képzelni.

Az agyagos részben tehát az elmállás termékein kívül a fent elmondottak szerint még az ásványoknak nagyon sok olyan kristályszilánkja is van, melyeknek átmérője 0·002 mm. és 0·00003 mm. határértékek között ingadozik.

Az ásványszilánkoknak anyagi tulajdonságai mind egyenlők, akár nagytestű szilánkok a szemek, akár pedig piciny parányok. Kémiai összetétele a picinyeknek ugyanaz, mint a nagyoknak; valamennyi kristályos anyag, ennél fogva a picinyeknek a keménysége, a fénytörése ugyanaz, mint a nagyoknak. De már oldhatóságuk tekintetében igen nagy különbségeket találunk közöttük, mert a parányi szemcsék sokkal könnyebben oldódnak, mint a nagyok. Minél kisebb ugyanis a szilánk teste, annál nagyobb a testéhez viszonyítva annak a felülete és minél nagyobb a felület, annál nagyobb felületet támadhat meg az oldószer.

Egy ugyanazon súlyú anyagból ugyanannyi idő alatt annál többet old fel valamely oldószer (tiszta víz, vagy savas víz, vagy más folyadék), minél nagyobb az oldószer hatásának kitett felület, minél nagyobb az oldást szenvedő testnek a felülete a test tömegéhez viszonyítva, azaz minél finomabb lisztté őrlöttük meg az anyagot. Ebből következik, hogy a finomabb szemcsékből álló porlasi termékek jobban és könnyebben elmállanak, mint a gorbóbb szemcsékből állók, több kolloidos alkatrész alakul bennük, vagyis, hogy az agyagos talajoknak a talajváza általában sokkal finomabb ásványszilánkokból áll, mint a vályogtalajoknak, vagy a homokoknak a váza.

A térfogat és a hozzátartozó felület közötti arányról a legtisztább képet úgy kaphatjuk, ha egy táblázatot készítünk arról, hogy miképpen nő azoknak a szemcséknek a felülete, melyek egy ugyanazon edényt töltenek ki, ha az edényben levő szemcséknek átmérője fokozatosan csökken. A számítás egyszerűsítése céljából feltételezzük, hogy minden egyes szemcse kockaalakú. Mellékelt táblázatban egy köbcentiméternyi teret kitöltő különböző nagyságú szemcséknek felülete és térfogata közötti arány van feltüntetve.

Egy köbcentiméternyi teret kitöltő kockáknak		
ha az oldalhossza	akkor száma,	és a felülete....
1 cm	$1 \times 1 \times 1 = 1$	6 cm <input type="checkbox"/>
1 mm	$10 \times 10 \times 10 = 1000 = 10^3$	60 cm <input type="checkbox"/>
$\frac{1}{10}$ mm	$100 \times 100 \times 100 \times 1,000.000 = 10^6$	600 cm <input type="checkbox"/>
$\frac{1}{100}$ mm	$1000 \times 1000 \times 1000 = 1$ milliárd = $1000^3 = 10^9$	6000 cm <input type="checkbox"/>
$\frac{1}{1000}$ mm	$10.000 \times 10.000 \times 10.000 = 1$ billió = $10.000^3 = 10^{12}$	60.000 cm <input type="checkbox"/> vagyis 6 m <input type="checkbox"/>
$\frac{1}{10.000}$ mm	$100.000^3 = 10^{15} =$ 1000 billió	60 m <input type="checkbox"/>
$\frac{1}{100.000}$ mm	$1.000.000^3 = 10^{18} =$ 1 trillió	600 m <input type="checkbox"/>
$\frac{1}{1.000.000}$ mm	$10.000.000^3 = 10^{21} =$ 1000 trillió	6000 m <input type="checkbox"/>

Az elmállásnak termékei.

A talajnak kolloidos alkatrészei.

A természetben általában mindenütt kolloidos anyagokkal találkozunk, az életnek minden mozzanatában közreműködő anyagoknak állománya *kolloidos*. Így például az állatoknak és növényeknek a teste kolloidos anyagokból van felépítve, az állati táplálék nagyrészt kolloidos anyag; az állati és növényi táplálkozás kémiája tisztán kolloid-kémia, az orvosi tudományban a legsodálatosabb hatások egyes gyógyszereknek kolloidos természetéből erednek stb. Ezért a kolloidos anyagok tulajdonságainak ismeretét a mezőgazdaságnak egyetlen ágában sem nélkülözhetjük.

A kolloidos anyagok tulajdonságai.

A kolloidos anyagoknak fizikai tulajdonságai teljesen eltérnek a kristályos anyagoknak fizikai tulajdonságaitól, ezek a különbségek akkor válnak legszembetűnőbbekké, ha a kristályos anyagoknak oldatait hasonlítjuk össze a kolloidos anyagoknak oldataival.

A kolloidos anyagok vizsgálatának első idejében azt hitték, hogy minden kolloidos anyag a legtöbb tulajdonság tekintetében egyformán viselkedik s ennél fogva a kolloidos anyagokat a testek beosztásában egy egészen különálló osztálynak tartották.

Az újabb időben végzett vizsgálatoknak eredményei beigazolták azt a tényt, hogy a kolloidos anyagok csoportja nem egységes csoport, hanem hogy a kolloidos alak a kristályos testeknek csak egy állapota, továbbá, hogy a kristályos testek és a kolloidos testek között a lassú átmenetnek minden alakja megtalálható. Így például kolloidos testeknek vízzel való keverékei között a zavarodás, melyet a nagy szemcsék okoznak a vízben és a kristályos sók oldata között, melyben a só molekulái lebegnek, minden átmeneti formát meg lehet találni.

Ugyanilyen átmeneteket tapasztalunk a kolloidos anyagoknak oldata és a sók valódi oldatának egyéb tulajdonságai tekintetében is, úgy, hogy sem a fénytani, sem egyéb jelenségek alapján nem állítható fel éles határ a kristályos sók oldata és a kolloidos anyagok oldata között.

Az újabb vizsgálati módszereknek segítségével azonban sikerült megállapítani azt, hogy a testek fizikai tulajdonságainak nyilvánulási formái az anyag részecskéinek diszperzitási fokától, vagy más szóval

az elosztódás (elaprózódás) mértékétől függ. De legnagyobb fontossága ennek a felfedezésnek a kolloidos anyagok természetrajzának kiépítésében nyilvánult, amennyiben e módszerek alkalmazásával sikerült most már végérvényesen megállapítani a kolloidoknak mibenlétét.

Ezzel eljutottunk tehát az első és legfontosabb kérdésnek megfejtéséhez, nevezetesen annak a megállapításához, hogy voltaképen miféle anyagok tehát a kolloidos anyagok ?

A kolloidos testek tulajdonságai. A talajtan szempontjából legfontosabb tulajdonságokat egy, a talajismeret köréből vett példán gondolom legérthetőbben megismertetni.

Vegyünk kb. 100 gr-nyi agyagos földet, öntsünk reá fél liter esővizet vagy desztillált vizet s rázzuk az egészet legalább egy negyed-óráig. A kísérlethez legcélszerűbb *friss talajt* venni, melyben még bent van a természetes nedvesség. A rázás után egy nagyon zavaros folyadékot kapunk, melyben különféle nagyságú talajszemcsék lebegnek, melyek testi méreteiknek megfelelőleg kisebb vagy nagyobb idő eltelté után ülepednek majd le a vízben. 24 órai csendes ülepités után minden szemcse leülepszik az edény fenekére, amely három-ezred mm-nél nagyobb, csak az ennél kisebb szemcsék maradnak még tovább is lebegő állapotban a vízben. 24 órai ülepités után tehát a zavaros vízben a következő talajalkatrészek vannak : 1. a három-ezred mm-nél kisebb talajszemcsék, melyek bontatlanul lebegnek a vízben ; 2. mindazok a vízben oldható sók, melyek a talajban bent voltak ; ez utóbbiak teljesen feloldott állapotban. A lebegő szemcsék között vannak mindazok a kolloidos anyagok, melyek egyrészt az ásványok elmállásakor származtak, másrészt pedig a szerves anyagok elbomlásakor alakultak.

A zavaros vízben lebegő kolloidos anyagoknak egy kis részét a következő eljárással vehetjük ki a keverékből :

Szűrjük meg a zavaros folyadékot előbb közönséges szűrőpapíron. A szűrőpapíron átcsöpögő folyadékot szűrjük meg azután másodszer egy porcellánfilteren. A szűrőpapír likaesain átmenő, de a porcellánszűrőn fennmaradó szemcsék átmérője egy-tizezred mm-nél nagyobbak s így mikroszkóp alatt még egyenként megláthatók, míg a porcellánszűrőn átmenő részecskék testi mérete egy-tizezred mm-nél kisebb, ebben a részletben bent vannak a kolloidos anyagoknak és a kristályos sóknak oldata is. Ha most ezt a zavaros folyadékot egy állati hólyagba öntjük bele s ezt beelölgatjuk desztillált vízbe, akkor a hólyag pórusain átmennek mindazok a szemcsék, amelyek egy-milliomod mm-nél kisebbek s a hólyagban maradnak meg azok,

amelyek egy-milliomod mm-nél nagyobb méretűek. Az *egy-tízezred mm-nél kisebb és egy-milliomod mm-nél nagyobb szemcsék a testeknek az a csoportja, amelyet kolloidos anyagoknak nevezünk.*

A zavaros folyadékban tehát eredetileg a legkülönbözőbb méretű szemcséknek keveréke lebegett, a keveréknek alkotórészeit fokozatosan kisebbedő nyílású szűrők segítségével választottuk külön. A különválasztott három részlet vízzel újra felhígítva, egymástól eltérő fizikai tulajdonságokat tanúsít.

Magát a még szét nem választott zavarodást, amelyben mind a három részlet benne van: „*diszperzus rendszernek*“ nevezik. (Elosztódási rendszer.)

Az első részletnek zavarodásában a lebegő szemcséknek méretei egy-tízezred mm-nél nagyobbak, de hat-tízezred mm-nél kisebbek. Ezeknek a legnagyobb testű szemcséknek, valamely folyadékkal alkotott elegyét, zavarodását „*nagyszemcséjű diszperzió*nak“, más néven mechanikai diszperziónak, mechanikai zavarodásnak nevezik; a vízben lebegő egyes szemcséket mikroszkóp alatt még jól megláthatjuk s a papírszűrő visszatartja, felfogja őket.

A második részletnek zavarodásában lebegő szemcséknek méretei egy-ezred és egy-milliomod milliméter között ingadozik. Ezek a szemcsék mindenféle papírszűrőn átmennek, nagyrészüket porcellánszűrőn is átmegy, de már az állati hártyán nem mennek át, ez a részlet tehát *nem dializálható*; * ennek a részletnek besűrített állapotban *diffúzió** képessége* sincsen. A porcellánszűrőn átesőpögött, zavarodásban lebegő szemcsék közönséges mikroszkóp alatt már nem láthatók meg, ellenben ultramikroszkóp segítségével még meg lehet őket egyenként is látni és egy bizonyos térben lebegőknek s számát meg is lehet olvasni.

* Dializálásnak mondjuk azt a műveletet, midőn kolloidos anyagnak zavarodásából és valamely sónak oldatából készített keveréket egy állati hólyagba tesszük s vízbe látjuk. Bizonyos idő alatt az oldható só kimegy a hólyag falában levő pórusokon keresztül a vízbe s a hólyagban csak a kolloidos anyagnak diszperziója (zavarodása) marad. A kristályos sók oldata dializálható, a kolloidos anyagok nem dializálhatók.

** Diffúzióknak nevezzük oldatoknak vagy gázoknak azt a tulajdonságát, mely szerint egymás fölé helyezve, egy idő múlva összekeverednek, egymásba diffundálnak. Ha egy pohárba alul rézgálic oldatát öntjük, fölé pedig vizet, de olyan óvatosan, hogy a beöntés alkalmával össze ne keveredjenek, egy-néhány óra eltelte után azt fogjuk tapasztalni, hogy a rézgálic oldata mégis összekeveredett a vízzel, azaz a kristályos só molekulái belediffundáltak a vízbe. Ezzel szemben, ha egy edénybe alul gummi arabicum híg oldatát öntjük s e fölé valami anilinszínnel vagy tintával megfestett vizet, akkor azt fogjuk tapasztalni, hogy a víz és a gummi arabicum oldat néhány óra múlva sem keveredtek össze. A gummi arabicum kolloidos test s mint ilyennek nincsen diffúzióképessége.

Az elmondott tulajdonságok alapján megállapíthatjuk azt, hogy *a vízzel felkevert talajnak ez a második részlete, mely a szűrőkön átment, de az állati hártján fennakadt, ez a talajnak kolloidos alkotórésze.*

A harmadik részlet, mely az állati hártya pórusain is átment, tehát dializálható volt, nagyon parányi részecskékből áll; testi méreteik az anyag molekuláinak méreteivel egyeznek, egy-milliomod milliméternél kisebbek. Ennek a részletnek diffúziós képessége teljes s minthogy dializálás révén választottuk a többtől külön, tehát jól dializálható is. Ezt a részletet tulajdonságaik alapján „*molekuláris diszperzió*nak“ nevezik.

A természetben éles határok nincsenek, csak átmenetek vannak, ennél fogva a fent megállapított határértékek sem pontosak, hanem csak célszerűségi okokból választottak.

De eltekintve ettől, a megejtett vizsgálatok alapján meggyőződhattünk arról, hogy a kolloidos test nem valami különleges összetételű anyag, hanem hogy a kolloid név a testeknek csak bizonyos állapotát jelzi. Tehát tulajdonképpen nem kolloidos anyagokról kellene beszélnünk, hanem a kolloidos állapotban levő testekről, mert minden testnek lehet kolloidos állapota is!

Az elmondottakból kitűnik, hogy a kolloidos állapot a testek elaprózódásának vagy elosztódásának, latinul diszperzitásának egy bizonyos fokát jelenti s különleges tulajdonságainak változása az elcszódásnak, vagyis a diszperzitásnak a kezdetlegestől a tökéletesig való fejlődésben leli magyarázatát. De ha ez igaz, akkor nyilván mindenféle anyagból kell hogy lehessen csinálni kolloidos oldatot. Ez valóban így is van, ma már tudnak aranyból, ezüstből, minden fémből kolloidos oldatot készíteni s a legtöbb kristályos testnek ismerjük már a kolloidos alakját is. Így *a talajban előforduló mindenféle ásványnak mállási terméke lehet csakugyan kolloidos anyag is.*

Koaguláció. Ha egy kolloidos anyagnak oldatához valamely kristályos sónak, vagy egy másik kolloidos anyagnak oldatát keverjük, akkor a kolloidos anyag kiválik az oldatából; a sima oldat kezdetben megzavarodik, később felhőszerű alakulatok támadnak benne, végül megalvad az egész, mint a vér, vagy a tej. Ezt az állapotot úgy jelezzük, hogy a *kolloid koagulált*, vagyis megalvadt. A kolloidos anyagok oldatát nem lehet megszűrni, mert eltömi a szűrő pórusait, a megalvadt anyagról azonban a folyadékot könnyen le lehet szűrni.

A különböző sóknak a kolloidokat megalvasztó ereje nem egyforma, egyiké erősebb, úgyhogy kevesebb kell belőle a kolloidos oldatok

megalvasztásához, másiké gyengébb s ez utóbbiból aránytalanul több kell ahhoz, hogy ugyanazt a hatást érijük el vele, mint az erősebbel. A tapasztalat azt tanította, hogy a megalvasztó hatás fokozódik a megalvasztáshoz használt só kémiai vegyértékének nagyságával. Az egy vegyértékű fémsók oldatának van legkisebb hatása (kálium, nátrium, ammóniák), a két vegyértékű sóknak már nagyobb (mész, magnézium sói) s a több vegyértékű fémek sóinak (aminők pl. a vas, az alumínium) a kolloidokat megalvasztó hatása a legnagyobb.

A koagulációval kapcsolatban még két jelenséggel kell megismerkednünk, nevezetesen a *peptizáció*, vagyis az *elfolyósodás fogalmával* és a koagulált kolloidok viselkedésével, melyet újra való elosztódást célzó hatásokkal szemben kifejtenek.

A koagulált kolloidos testeket „gel“-eknek nevezik s a diszperziós állapotban levő geleket „sol“-oknak mondják. A megalvadtt gelek könnyebben, vagy nehezebben bár, de újra átalakíthatók solokká. A koagulációnak ellentétes jelenségét *peptizációnak* nevezik s ez abban nyilvánul, hogy a soloknak elosztódási fokát növeli. Peptizáló hatást gyakorol pl. a sziksó a talaj humuszos anyagaira, a humuszos anyagok az alkáliák szénsavas sóinak hatására peptizálódnak.

Ha azonban a megalvadtt kolloidos testek a megalvadás után kémiai elváltozást is szenvednek, akkor többé nem alakíthatók solokká. Ilyen esettel állunk szemben pl. a szikes agyagtalajoknak szénsavas mésszel, vagy vasgáliccal való kezelése alkalmával. A szénsavas mészből a talaj kolloidos anyagai a meszet lekötik s a szénsav elszáll. Ugyanúgy történik a vasgálicának a szétbontása is a kolloid-testek által; a vas lekötődik s a kénsav szabaddá válván, valamely szénsavas vegyületet bont meg, abból a meszet vagy a nátriumot köti le s a szénsav újra szabaddá válik. A szénsavas mész is, meg a kénsavas vas is koagulálják a szikes agyagtalaj kolloidos anyagát. Ezekben a megalvadtt anyagokban a vas olyan finom eloszlásban van benne, hogy minden egyes szemcse tartalmaz vasat. Amidőn tehát a megalvadtt kolloidos anyag kiszárad és a légkör oxigénjével jön érintkezésbe, akkor a bennük levő vas oxidálódik. A vas oxidációja után ezek a vassal átítatott kolloidos anyagok nem hozhatók többé diszperzióba, akármennyi vízzel kezeljük őket, megalvadásuk állandó marad.

A koagulált kolloidos anyagok tehát megalvadásuk után egy újabb elfolyósítással szemben tanúsított viselkedésük alapján két osztályba sorolhatók. Egyik osztályba tartoznak az úgynevezett *reverzibilisek*, melyek koagulálás és kiszáritás után újra diszperzióba hoz-

hatók. A másik osztályba tartoznak az *irreverzibilis* kolloidos anyagok, melyek koagulálás, vagyis megalvasztás után többé nem folyósíthatók el.

A talajművelés szempontjából rendkívül fontos, hogy a termőtalaj kolloidjainak megalvasztási módja irreverzibilis legyen, hogy a téli nedves időszak nagytömegű csapadékvíze többé el ne folyósíthassa őket.

A talaj agyagos részének tulajdonságai.

A talaj alakulásáról szóló régebbi tanítások szerint az elmállás pontos kémiai törvények alapján történik, melyek úgy szólnak, hogy a földpát elmállásakor egyrészt alumíniumszilikát, vagyis kaolin alakul, másrészt pedig alkálihidroszilikát, melynek összetétele a zeolitokéval egyezik s viselkedésüket is a természetes zeolitokéval egyezőnek tartották. És csakugyan némely talajban találtak is kaolint, azonban ez csak a ritkább esetek közé tartozott és csak olyan helyen fordult elő, ahol geológiai erők által kaolinizált kőzet a térszínre bukkant.

A kolloidkémianak fokozatos fejlődése mind több és több fényt vetett az elmállásnak még eddig homályban levő folyamataira s ma már mindinkább általánossá válik az a felfogás, hogy az elmállás folyamatai nem az *általános kémia*, hanem a *kolloidkémia törvényei alapján* mennek végbe.

A kolloidkémia ugyancsak azt tanítja, hogy az ásványok felbontásakor felszabaduló bázisok és savak újra egyesülnek s másodlagos eredetű új vegyeket alakítanak. Azonban az újonnan történő egyesülésük alkalmával az egyes alkatrészek arányát nem a kémiai vegyértékek törvénye, hanem az egymásra ható anyagoknak mennyiségbeli aránya szabja meg. Minél több van az egyik anyagból az egyesülés pillanatában jelen, annál több köttetik le belőle a másik hatóanyag által; az új vegyület összetétele tehát attól függ, hogy mennyi van az egyesülés pillanatában a vegyületbe lépő elemek egyikéből vagy másikából.

Ennek a szabálytalan egyesülésnek azután az az eredménye, hogy az újonnan alakult vegyületeknek összetétele annyiféle, ahány talajt vizsgálunk. Azonban a sokféle összetétel között bizonyos csoportokat mégis lehet különválasztani, az idevágó vizsgálatok azt igazolták, hogy a hasonló összetételű talajok hasonló klimatikai tényezők hatása alatt alakultak ki.

Az agyagos részben a kolloidos vegyületeken kívül még változó mennyiségű olyan ásványzilánk van, melynek a szemcsenagysága három-ezred milliméternél kisebb.

De minthogy a parányi ásványzilánkok mindegyike kolloidokkal van beburkolva, ennél fogva ezek az ásványzilánkok is szintúgy viselkednek, mintha maguk is kolloidos anyagból állnának s emiatt az agyagos rész fizikai sajátosságaira nem gyakorolnak észrevehető befolyást. Eddig nincs olyan elemzési eljárásunk, amelynek segítségével a parányi ásványzilánkokat a valódi kolloidális talajalkatrészekről külön lehetne választani. Így azután nem marad más hátra, minthogy ezt a két talajalkatrészt, nevezetesen a három-ezredrészénél kisebb méretű ásványzilánkokat, valamint magát a tiszta kolloidális anyagot is, „agyagos rész“ név alatt összefoglalva tárgyaljuk.

Az agyagos résznek kémiai szerkezete. Az agyagos rész kovasavas ásványoknak elmállásakor alakult. Az elmállás alkalmával a legtöbb olyan vegyület, mely vízben oldható volt, kimosódott a málló anyagokból s így csak olyan vegyületek maradtak bent, melyek vízben oldhatatlanok, ezek: kavasahidrá, alumíniumhidrát, vasoxidhidrát és humusz. Mindezek a vegyületek természetesen kolloidos állományúak és a kolloidkémia törvényei szerint alakítanak vegyületeket.

Az agyagos részben a kovasav, az alumínium, a vas és a humusz alkotják a törzsvegyületet és ehhez vannak a többi elemek és bázisok lekötve, így: a káli, a nátrium, az ammóniák, a mész, a magnézium, a vasoxid, a foszforsav és a humusz. A felsoroltakon kívül benne foglaltatnak még mindazok a sók is, amelyek növényi tápanyagul szolgálnak. Mindezek a felsorolt elemek és sók a kolloidkémia törvényei alapján vannak a törzsvegyülethez kötve, az egész egy „*adszorpciós kolloid-vegyület*“, melyet legújabban a zeolitokhoz való hasonlósága révén „*humusz-zeolit-komplexum*“ névvel is jelölnék. Az agyagos rész csak egy tulajdonságában hasonlít a zeolitokhoz, nevezetesen abban, hogy bázisai kicserélhetők (l. báziscsere), különben a zeolitok kristályos ásványok, az agyagos rész pedig kolloidos test. A mezőgazdasági használatban nincsen ilyen komplikált latin névre szükségünk, megjelölésére „*a termelőtalaj agyagos része*“ vagy csupán „*agyagos rész*“ teljesen megfelelő nevek, melyek éppen olyan tüzetesen megjelölik ezt a talajalkatrészt, mint akárminő latin név. A további tárgyalásaink során csak a magyar nevet fogjuk használni.

A talajoknak mindenféle tulajdonságait, mezőgazdasági használhatóságát és termékenységét az agyagos résznek kémiai szerkezete szabályozza, ennél fogva okvetlenül szükséges, hogy természetével tüzetesebben megismerkedjünk. Legfontosabb tulajdonságai koloidos szerkezetéből adódnak s ezért elsősorban azt a különbséget kell megállapítani, ami egy valódi kémiai vegyület és egy adszorpciós koloidkémiai vegyület között van.

A koloidok adszorpciós vegyületei és az általános kémia törvényei alapján alakult vegyületek között a következő alapvető különbségek vannak :

1. Az általános kémia törvényei alapján alakult vegyületek mind kristályosak vagy kristályosíthatók, az adszorpciós koloidvegyületek koloidos állományúak és nem kristályosíthatók.

2. Az általános kémia törvényei alapján alakult vegyületekben az egyes alkatrészeknek aránya mindig ugyanaz marad, akár mennyit keverünk az egyik, vagy a másik anyagból az egyesülés pillanatában össze. Ezzel szemben az adszorpciós koloidvegyületben abból az alkatrészből lesz a legtöbb, amelyből az egyesülés pillanatában is a legtöbb volt a keverékben, az adszorpciós koloidvegyületeknek összetétele tehát rendkívül változó.

3. Az igazi kémiai vegyületekből vízzel nem lehet az egyes alkatrészeket kivonni, akár mennyi vizet használunk a bontáshoz és akár milyen hosszú ideig kezeljük a vegyületet vele. Az adszorpciós koloidvegyületeket ezzel szemben a desztillált víz is felbontja, egyes alkatrészeket kivon a vegyülethől és pedig annál többet, minél több vizet használunk a bontáshoz és minél hosszabb ideig tart az áztatás.

4. Ha az adszorpciós koloid vegyületeket bizonyos neutrális sók oldatával kezeljük, akkor a koloidok megbontják a sókat és lekötik a bázist belőle és helyette egy másik bázist léptetnek ki, mely előbb bennük volt lekötve. Például, ha egy adszorpciós koloidvegyületet konyhasóoldattal kezelünk, akkor a koloidvegyület lekötöti a nátriumot, és helyette egy másik bázis lép ki a vegyülethől, vagy mész, vagy magnézia, vagy vas, vagy alumínium stb., mindig az a bázis, amelyből legtöbb volt a koloidvegyületben. Az igazi kémiai vegyületeknek nincsen meg ez a tulajdonságuk, kivéve a zeolitoknak. A talajnak agyagos részét éppen azért hitték és mondták zeolitnak, mert ez a tulajdonsága a zeolitokéval egyezik. Az agyagos résznek ez a tulajdonsága a termőtalajokban a tápanyagok lekötésekor játszik nagyon fontos szerepet, azért még egyszer visszatérünk rá.

Az agyagos résznek kolloidos humusztartalma rendkívül változó ; a mezősi fekete talajokban 10%-nál is magasabb, ezért azután a humusztartalom a termőtalajoknak minden tulajdonságát szabályozza és a termékenységre döntő hatást gyakorol.

A humusz.

Az agyagos részben a szerves alkatrészekon kívül van azonban a talajnak még egy másik kolloidális alkatrésze, nevezetesen a humusz. A humusz az elhalt növények testrészeinek bomlási terméke. A bomlás részint a talajfelszínen, részint pedig bent a talajban megy végbe. Az elbontást parányi szerves lények végzik, főként penészgombák és baktériumok. Ősszel, amikor az esőtől és harmatoktól a talajon maradt növényrészek átnedvesednek és megpuhulnak, akkor ráborulnak a talajra. A szárrészekre, levelekre és a talaj felső szintjét behálózó gyökerekre rátelepedett alsórendű lények, a gombák és a baktériumok felszívják a növényi részek anyagát és ebből építik fel testüket. Eközben a cellulózét felbontják szénsavvá és vízzé, a fehérnyanyagokból pedig ammóniákat készítenek. Életük befejezése után testük elfolyósodik, a talajnedvességben feloldódik s beleivódik a talajba, lerakódás után sötétszínűre festik meg a talajt. Ez a kolloidos anyag szolgáltatja a humusznak egy részét.

A humuszképződésnek ezt a formáját gabonát termő talajokban találni. Egészen más folyamatok játszódnak le olyan helyen, ahol a bomló szerves anyag a levegő oxigénjétől el van zárva.

A humuszképződésnek tehát két formája van :

1. Ha a szerves anyagok oly környezetben bomlanak, hogy bomlásuk közben elegendő oxigén fér hozzájuk, akkor teljesen oxidálódnak, azaz elégnak. Ezt a formáját a bomlási folyamatnak *korhadásnak* nevezzük.

2. Ha a szerves anyagok oly helyzetben is elbomolhatnak, ahol oxigén nem fér hozzájuk, akkor a szerves anyagok ugyanilyen esetben is oxidálódnak, oxigént vesznek fel, de ezt a hozzájuk keveredett ásványi anyagok rovására cselekszik. Olyan talajban, ahol a pórások mind vízzel vannak kitöltve, ott az oxidációhoz szükséges oxigént a talaj agyagos részének vastartalmától vonják el és ezzel a vasroszdat oxidulsvá redukálják. A bomlási folyamatoknak ezt a formáját általában redukációs folyamatoknak mondjuk. S a humuszképződésnek ezt a módját *rothadásnak* nevezik.

Normális termőtalajban a szerves anyagok mindig korhadnak, mert a termőtalaj morzsás szöveténél fogva légjárható, abban sok levegő van, így a bomló szerves anyagokhoz mindig elegendő oxigén fér. Rothadást csak igen kötött, tömődött szövetű talajokban tapasztalhatunk, melyeknek légjárhatósága csekély, az ilyen talajok rendszeren nedvesek is, nagy nedvesség a korhadást előidéző baktériumok tenyészetének nem kedvez, helyettük olyan fajta baktériumok szaporodnak el, melyek oxigén nélkül is meg tudnak élni. Természetes, hogy ilyen körülmények között életműködésüknek eredménye nem szén-sav és víz lesz, hanem egyéb gázok, így többek között metángáz és kénhidrogén, továbbá nitrogéngáz stb.

Vízállásos, mocsaras területen a szerves anyagok kizárólag rothadnak, míg nedves, kötött agyagtalajban a bomlás kis részben korhadás, nagy részben azonban rothadás lesz.

Az elmondottakból kitűnik, hogy minden bomlási folyamat mikroorganizmusok életműködésének eredménye, ebben a társaságban azonban a baktériumoknak van főszerepe, ő nélkülük nincs bomlás, nincs humuszképződés.

A humusznak kémiai szerkezete. A szerves anyagok főként szénből, hidrogénből és oxigénből állanak, ezenkívül van még bennük változó mennyiségű hamualkatrész; természetes tehát, hogy a szerves anyagok bomlási termékei is főként szénből, hidrogénből és oxigénből állanak. A hamualkatrészekből azonban a bomlás módja és a kilúgzás erőssége szerint csak bizonyos mennyiség marad bent. Nedves klíma alatt sok víz szüremkedik keresztül a talajon és sok hamualkatrészt mos ki a bomló szerves anyagokból, ellenben száraz klíma hatása alatt sok hamualkatrész marad bent a humuszban. A szerves anyagokból kikerülő hamualkatrészeket nem lehet különválasztani azoktól a sóktól, amelyek a talaj ásványainak elmállásakor szabadulnak ki az ásványszilánkokból, ezért külön való tárgyalásukat mellőzzük. Azonban a szerves anyagoknak vannak olyan alkatrészei is, amelyeknek rendkívül fontos szerepe van a talajban, ezek a nitrogéntartalmú vegyületek, a fehérnyefélék, amennyiben elbomlásuk után ezek adják a humusznak a nitrogéntartalmát.

A humusznak nitrogéntartalma. A szerves anyagoknak összetétele, valamint a bomlást kísérő változó viszonyok és körülmények szerint, más és más baktériumfajok fognak a bomló szerves anyagokon elszaporodni és ennek következtében változni fog a bomlás terméké-

nek, a humusznak összetétele is. Ha a bomló szerves anyagokhoz elbontáskor elegendő oxigén fér, akkor a különféle baktériumok a nitrogéntartalmú vegyületekből ammóniákat és ebből salétromsavat készítenek, az ilyen helyen alakult humusznak nitrogén tartalma magas.

Ha ellenben a bomló szerves anyagok az évnek nagyobb részében vízzel telített talajban bomlanak el, akkor oxigénhiány következtében a nitrogéntartalmú vegyületek teljes felbomlást szenvednek, úgyhogy végeredményben a nitrogén gáz alakjában válik ki belőlük, a cellulóze pedig elszesenedik. Az ilyen helyen alakult humusznak színe fekete és nitrogéntartalma csekély.

Hilgárd E. W. amerikai tudósok vizsgálatai szerint azt a szabályt állíthatjuk fel, hogy : a „humidus, vagyis a nedves klíma jobban kedvez a nitrogénvegyületeket teljesen felbontó baktériumok tenyésztésének, humid-klíma övekben a humusznak nitrogéntartalma alacsony. Ellenben az aridus, vagyis száraz klíma inkább a cellulózét bontó baktériumoknak kedvez. Aridus, vagyis száraz klíma hatása alatt keletkezett humusznak nitrogéntartalma magas“.

A talajművelésnek egyik főcélja az kell hogy legyen, hogy a bomlásban levő szerves anyagokhoz minél több oxigént juttasson, ezáltal az alsóbbrendű szervezetek azon fajtájának életét könnyítse meg, melyek oxigént kívánnak és a nitrogéntartalmú vegyületekből maradandó nitrogénsókat készítenek. Tömődött, rosszul szellőző és túlságosan vizes talajban az elbomló szerves testeknek nitrogéntartalmú vegyületei ugyanis kárba vesznek, mert nagy részük annyira felbomlik, hogy végül nitrogéngáz lesz belőle, mely használatlanul illan el. Ebből a bomlási formából a gazdának semmi haszna sincs, mert a humusz nitrogénje gáz alakjában száll el a levegőbe.

A talajban levő humusznak féleségei. A szerves anyagoknak bomlásakor többféle természetű bomlási folyamat működik közre, ennél fogva a bomlási termékek is változóak lesznek.

1. *A huminsavak.* A bomlási termékeknek egyrésze úgy viselkedik, mintha sav volna. Ez az alkatrész képes sókból bázisokat lekötni és a savakat felszabadítani. A humusznak ezt a fajtáját *huminsavnak* nevezik. Vízen és gyengén lúgos oldatban feloldódik, ha desztillált vízzel összerázzuk és leszűrjük, az átcsöpögő oldatot sárgára vagy barnára festi. Ilyen a szikes talajok humuszának nagyobb része. Ez a fajta humusz feketére vagy szürkére festi meg a talajt.

2. *Neutrális vagy termőhumusz.* Ha a szerves anyagok elbomlása bázisokban nagyon gazdag talajokban megy végbe, akkor a bomlási termék telítve van bázisokkal és így sem víz, sem a lúgos oldat nem képes azt feloldani, desztillált vízzel összerázva és szűrve, egészen tiszta szűrletet ad. Csak az esetben oldódnak fel, ha az előbb a humusz kolloidális részét lekötő bázisokat savval kivonjuk, a savat kimossuk és ezután öntjük rá a lúgos oldatot. Ilyen kezelés után lúgos hatású oldat ezt a formáját is fel tudja oldani és vele barna vagy fekete oldatot alakít. Ez a humuszfajta barnaszínű s csak barna vagy vörösbarna talajokban fordul elő. A legtermékenyebb talajoknak van ilyen fajta humusza.

3. *Szenes humusz,* fekete bomlási termék, mely különösen vizes természetű talajokban alakul, ahol a szerves anyagok oxigén hiján elszenesednek. Feketeszínű, lugokban nem oldható és a talajok tulajdonságaiban semmiféle szerepet nem játszik.

Minden termőtalajban ennek a három humuszféleségnek keveréke szerepel. A termékeny talajokban a második csoport van túlsúlyban, mely sem vízben, sem lugokban nem oldható és a talajoknak kötöttségét sem fokozza. A kötött fekete agyagtalajokban, valamint a szikes talajokban is a savas viselkedésű bomlási termékek vannak túlsúlyban, melyek a talajoknak kötöttségét és vízrekesztő voltát fokozzák. Az e fajta humuszt *telítellen humusznak* nevezik, mert kevesebb bázis van benne, mint amennyit le tudna kötni. A szikes talajoknak meszezése alkalmával ezt a telítetlen humuszt mésszel telítjük és ezzel megalvadását okozzuk, aminek bekövetkezése után a talajnak vízrekesztő sajátsága megszűnik. Ezen a hatáson alapszik a szikes talajoknak mésszel való javítása

A termőtalajok fizikai és kémiai tulajdonságai az agyagos résznek minőségétől függenek. Vannak olyan homokos talajok, melyek rendkívül kötöttek, dacára annak, hogy csak kevés agyagos rész van benne. Viszont vannak olyan agyagos talajok, amelyekben nagyon sok az agyagos rész és mégis könnyen művelhetők, mert az agyagos résznek és a humusznak bázistartalma magas, ennél fogva megalvadt állapotban foglaltatnak a talajban. Az ilyen talajnak a szövete morzsás, nem szárad ki, nem repedezik össze, mindig tartalmaz annyi nedvességet, hogy a növények ne pusztuljanak el benne. Ebből látható, hogy a talajnak tulajdonságát az agyagos résznek kémiai szerkezete szabja meg.

A termőtalajnak tulajdonságai.

A talajnak szerkezete, szövete és összeállósága.

A fizikai tulajdonságok leírása alkalmával három fő tulajdonságra kell figyelmünket kiterjeszteni, nevezetesen a talajoknak szerkezetére, szövetére és összeállóságára.

A szerkezet alatt azt értjük, hogy valamely talajban mennyi a kristályos rész és mennyi az agyagos rész, továbbá, hogy a kristályos rész milyen szemcsékből áll. Vannak-e benne nagy kőzetdarabok, vagy a talaj váza csak nagyon finom homok és ásványpor? A talajoknak szerkezetét mechanikai elemzés segélyével ismerjük meg. A talajt vízzel felfőzzük és a zavaros oldatot egy magas hengerpohárba öntjük, ahol a különböző nagyságú szemcsék egymástól eltérő idő alatt szállnak le a fenékre. A homokszemek gyorsabban, a kőpor és kőliszt szemcséi pedig lassabban.

Szövet (textura) alatt a talajnak azt a tulajdonságát értjük, amelyet talajművelő eszközök használata alkalmával tanúsít. Bizonyos talajok, bármilyen időben szántják és boronálják őket, mindig apró morzsákra hullnak széjjel. A vetésre való előkészítés nem kíván túlságosan nagy munkát, a tárcsásborona, vagy szögesborona az ilyen talajban hamar síma felületet készít, a felületen csupa apró borsónyi, vagy mogyorónyi nagyságú morzsák vannak. Ezeket a talajokat *morzsás szövetű talajoknak* nevezik. Ha egy ilyen talajból a felszínen egy diónyi nagyságú száraz rögöt kikeresünk, ezt az ujjaink között kis nyomással könnyen szétmorzsolhatjuk. A morzsás szövetű talajoknak szántás alatti része is hasonló szerkezetű, sok hézag, pórus és üreg van benne és sok levegőt tartalmaznak.

Ezzel szemben áll az olyan talaj, amelyet csak éppen bizonyos nedvességi állapotban lehet megművelni, akkor is nagy rögöt feszít ki belőle az eke, melyeket sem a tárcsásborona, sem a fogasborona nem tud elaprózni, még a gyűrűshenger sem tud rajta síma felületet előállítani. Ezeknek a talajoknak rögeit ujjak között nem lehet szétnyomni és a vetésre való előkészítés rendkívüli munkaerőt igényel, ezek a kötött természetű agyagtalajok. Szövetük tömődött, likacs és hézag kevés van bennök, a vizet nehezen veszik be, nem légjárhatók, a kolloidok nagy része elfolyósodott állapotban vannak s kiszáradáskor ezek ragasztják össze egy tömeggé a talajt.

A kétféle viselkedésű talajok összetételét vizsgálva azt látjuk, hogy a morzsás szövetű talajok agyagos részében a kolloidális kova-savas vegyületek, valamint a kolloidális humusz is telítve van bázisokkal, ennél fogva kolloidos anyagok megalvadtt állapotban foglaltatnak a taljában. A megalvadásnak mechanikai folyamatát legjobban a tejnek megsavanyodása és a túró készítése alkalmával ismerhetjük meg. Ha a tej megsavanyodik, akkor a tejben levő kolloidos anyag, a fehérszínű megalvad. Ha most ezt forraljuk, akkor a megalvadtt kolloidos anyag pelyhekké és a pelyhek morzsákká állanak össze. Ha most az egész megalvadtt anyagot felöntjük egy szitára, akkor a víz kicsurrog belőle és megalvadtt fehérszínű túró lesz, mely apró morzsákat alakítva szilárdul meg. Ugyanezek a folyamatok ismétlődnek meg a talajban a kolloidos testeknek megalvadása alkalmával, ha az agyagos rész bázisokkal telítődik.

A kötött talajokban, amelyeknek göröngyét nem tudjuk szétmorzsolni, a kolloidos alkatrész telítetlen állapotban foglaltatik bent. Ilyen talajban nincs annyi bázis, mint amennyit kolloidos alkatrész le tudna kötni, ennél fogva a kolloidos anyagoknak csak egy része van megalvadtt állapotban, a másik része azonban még elfolyósodott állapotban van. Kiszáradás alkalmával az elfolyósodott kolloidok összeragasztják a megalvadtt alkatrészek morzsáit, úgy mint a cement összeköti a betonban a kavicsot és ilyen módon kötött talajféleséget alakít belőle.

A laza talajokban a kolloidos testek mind telítve vannak bázisokkal és megalvadtt állapotban foglaltatnak a talajban. A telítetlen talajokban a kolloidos testek burokként veszik körül az ásványi alkatrészeket és kiszáradáskor hézag nélkül ragasztják össze egy testté az egész talajt. Ha ellenben bázisokkal telítjük a kolloidos testeket, akkor a kolloidok megalvadnak. Kezdetben parányi kis pelyhecskékké tömörülnek, ezek még olyan picinyek, hogy a még a legerősebb nagyítás alatt sem láthatjuk meg őket. A pelyhecskéké azután pelyhekké és sok-sok ezer pehely parányi morzsákká áll össze, a morzsák nagyobb szemekké egyesülnek és kiszáradás alkalmával a morzsák is hantokká kötődnek össze. De milyen nagy különbség van egy kötött talaj és egy laza talaj hantja között! A kötött talaj hantjában nincsen hézag, a laza talaj hantja pedig telides-teli van parányi hézagokkal, lika-csokkal és hajszálcsovekkel, a pelyhek és morzsák csak egy-egy ponton érintkeznek benne és így az összefüggés nagyon laza. Ezért lehet telített talaj hantjait ujjaink között könnyen széttörni.

A morzsás szövetű talajba a víz könnyen beivódik, sok vizet tud elnyelni, nem is szárad ki teljesen, nem repedezik össze. A kötött talajok kiszáradás alkalmával összehúzódnak és nemcsak a hantok repedeznek össze, hanem maga a talaj is. A szántott réteg alatt, a kolloidális alkatrész összezsugorodása következtében mély repedések keletkeznek és ebben az állapotban ez a talaj is beveszi a vizet. De amint beáll a nedves időszak, akkor ezek a repedések megtelnek vízzel, a le nem kötött telítetlen kolloidok vizet vesznek fel és megduzzadnak. Duzzadáskor térfogatuk megnövekedik, a repedések bezáródnak és a talaj újra vízrekesztővé válik. Az ilyen szerkezetű talajok felszínén nyáron, amikor a talaj össze van repedezve, akármilyen nagy eső után sem áll meg a víz, mert a repedések elnyelik, ellenben ősszel és télen már a legkisebb eső után is vízállások alakulnak rajta, ősszel a kolloidok vizet vesznek fel, megduzzadnak és a repedések bezárulnak.*

A kötött agyagtalajok és a morzsás szövetű agyagtalajok között mindenféle átmeneti forma előfordul. A kötöttség nem attól függ, hogy mennyi a homok a talajban, hanem attól, hogy a kolloidos anyagoknak mekkora hányadrésze van telítve bázisokkal, illetve, mennyi van belőle elfolyósodott és mennyi megalvadott állapotban. A telített és az elfolyósodott állapotban levő két résznek az aránya szabja meg minden körülmények között a talajnak kötöttségi fokát.

Tapasztalati tény, hogy a meszezése megszünteti a kötött talajnak kötöttséget. A mész feloldódik a csapadékok szénsavas vizében és amidón ez a meszes víz átjárja a talajnak felső rétegét, átadja mésztartalmát a kolloidos alkatrészeknek, amelyek lassankint telítődnek mésszel, a talaj morzsás szövetet kap és ezzel kötöttsége megszűnik.

A talajoknak kolloidos állományú alkatrészeit többféle sóval lehet elfolyósíthatlan (irreverzibilis) módon megalvasztani: gipsszel, vasgáliccal, dolomitporral, veresszínű vasas közszenalakkal s. i. t., de ezek közül a sók közül csak a szénsavas mésztartalmú kőzetek, ú. m.

* Ősszel a talaj kolloidos alkatrészei nem a csapadékvizektől nedvesednek át, hanem azoktól a vízpáraktól, amelyek a talaj: Isó, melegebb rétegeiből szállnak felfelé és az őszi hideg éjszakák beköszöntése után minden éjjel lecsapódnak a lehűlt felső rétegekben. A párás levegő átjárja az agyagnak legfinomabb hajszálcsoveit is és átnedvesíti a kolloidos alkatrészekben leggazdagabb szikes agyagot is. Nyáron csak csákvánnyal lehet a szikes agyagban gödröt ásni, ősszel, még ha nem is volt eső, úgy átnedvesedik, hogy olyan könnyen lehet ásóval ásni, mint akármelyik más agyagtalajt.

a termésmárga, a lész, a tavi kréta, a sárgaföld, vagy a porózus mészkönek a lisztje jöhetnek tekintetbe, mert csak ezeket a kőzeteket lehet bármilyen nagy mennyiségben termelni és mert csak a szénsavas meszet lehet bármily nagy tömegben a talajba keverni anélkül, hogy az nagy mennyiségénél fogva a növényzetnek ártana. A dolomit lisztje magnéziatartalmánál fogva ártalmas a növényekre.

A szénsavas mész, ha fölöslegben van a talajban, akkor állandóan koagulált állapotban tartja a kolloidos alkatrészeket, ilyen szerkezetű talaj pedig, akármennyi benne a kolloid, mindig porhanyó, víz-áteresztő és légjárható.

A szénsavas mésznek azonban még egy más fontos kémiai hatása is van, nevezetesen amint a mész a szénsavval telített talajnedvességben feloldódik, érintkezésbe jut a humusznak azzal az alkatrésszel, amely a kötött talajokban elfolyósodott állapotban foglaltatik bent. De ez a humuszfajta mindig tartalmaz vasoxidult lekötve. Amikor az agyagos rész ezt a szénsavas meszet leköti, akkor az agyagos részben és humuszban elnyelt vasoxidulvegyek lekötése meglazul, a mész kicelja a lekötésből. Ennélfogva az oxigén hatásának jobban ki van téve, mint a mész belépése előtt. Minthogy a vas az agyagos résznek minden egyes parányában felszabadult és oxidálódott, emiatt az agyagos résznek a színe megváltozik, az eredeti fekete szín vörösbarnára változik. A színváltozás jelzi, hogy a talaj megjavult, elvesztette kötöttségét, morzsás szövetű, laza talajjá vált és ezzel termékenysége is fokozódott.

A mész- és vasoxidtartalmú humusznak még egy harmadik igen fontos tulajdonsága is van, nevezetesen az, hogy a talaj mikroflórájának igen alkalmas összetételű tenyészalapul szolgál, melyen a hasznos parányi szervezetek igen buján tenyésznek s ezzel hathatósan fokozzák a termékenységet. Már a legrégebb feljegyzések is azt tanítják, hogy a mésztartalmú termőtalaj a legtermékenyebb talajfajta. „Kalkiges Land, reiches Land“, tartja a közmondás. (Meszes vidék, gazdag vidék.)

A termőtalaj kötöttsége. Kötöttség alatt a talajnak összeállóságát értjük, azaz azt az ellenállást, amelyet le kell győznünk, ha a szemcséket egymástól el akarjuk választani (pl. szántás vagy kapálás alkalmával).

A talaj kötöttségének két tényezője van: az egyik a homoktartalom mértéke, a másik az agyagos résznek kémiai szerkezete.

Minden olyan talaj, amelyben 83%-nál több homok van, általában lazának mondható, ennél kisebb homoktartalom mellett a kötöttséget az agyagos résznek a minősége szabja meg. Ha az agyagos résznek elegendő mésztartalma van arra, hogy a koloidos alkatrészeket elfolyósíthatatlan állapotban tartsa, akkor a talaj sohasem kötött, akármennyi az agyagos rész benne.

Ha ellenben a talajnak koloidos alkatrészei elfolyósodott állapotban vannak, akkor a koloidos anyag a szemcséket ugyanolyan módon köti össze, mintha enyv volna. Kiszáradáskor az egész talaj egy tömeggé ragad össze, melyet csak igen nehezen és nagy erő igénybevételével lehet göröngyökre szétválasztani, azaz morzsás szövetűvé alakítani. De ez a morzsás szövet, melyet nagy mechanikai erő alkalmazásával tudtunk csak létrehozni, nem állandó, mert az első eső elpusztítja. Esővízben a koloidos alkatrész újra elfolyósodik és kiszáradáskor újra összeköti a talajszemcséket, úgybogy az egész talajlazítást kezdhetjük újra. Az összes talajtípusok között a mésztelen agyagtalajok a legkötöttebbek, ilyenek: a réti agyag, a nyirok, a szikes agyag stb.

Kötött agyagtalajokat morzsás szövetűvé változtatja a fagy is, mert a nedves talaj, midőn megfagy, akkor a likacsiban alakult jég szétveti a göröngyöket, apró morzsák alakulnak belőlük s a talaj morzsás szövetűvé válik. Azonban ez a morzsás szövet nem állandó, mert a morzsák a tavaszi nagy nedvességben szétfolynak. Állandó morzsás szövetet csak meszezéssel lehet készíteni.

A fajsúly.

A talaj fajsúlya azt mutatja, hogy valamely talajból egy köbdeciméter mennyivel nehezebb, mint egy köbdeciméter víz. A fajsúly meghatározása alkalmával a talajban levő pórusok nem jönnek figyelembe, hanem az egész lemért tömeg úgy számítódik, mintha egy pórus nélküli tömött test volna. A talajok fajsúlyában azoknak az alkatrészeknek fajsúlya jut érvényre, melyek legnagyobb mennyiségben fordulnak elő benne:

Humuszos homok ...	2·45	Meszes homok	2·68
Vályogos homok ...	2·67	Agyagföld	2·70
Homok	2·65	Vasas agyag	2·76

A térfogatsúly.

A talaj térfogatsúlyát az a szám fogja megadni, mely azt mutatja, hogy egy liter száraz talaj természetes állapotában, tehát a benne levő pórusokkal együtt, mennyivel nehezebb egy liter víznél. Minél lazább egy talaj, minél több hézag és likacs van benne, annál kisebb lesz a térfogatsúlya; minél tömődöttebb, ülepedettebb, annál nagyobb. Az erősen homokos talajok nehezebbek, a humuszos talajok könnyebbek.

A térfogatsúlyt úgy határozzuk meg, hogy egy liter űrtartalmú vashengert beverünk a földbe, azután alul és felül simán levágjuk a földet s kiszárítjuk; a lemeréskor kapott szám adja a talajnak térfogatsúlyát.

A talajnak térfogatsúlya változni fog a tömődöttségi állapot szerint, a szántott réteg a leglazább, lefelé minden réteg tömődöttebb és ez okból térfogatsúlya nagyobb. Legtömődöttebb az erdei talajoknak felhalmozódási szintjei és a szikes talajoknak altalaja.

Mélység	Homoktalaj	Vályogtalaj	Réti agyag	Szikes agyag
0—10 cm ..	1·18	1·32—1·09	1·16	1·17
20—30 „ ..	1·41	—	—	1·40
40—60 „ ..	1·56	—	1·45	1·59
60—70 „ ..	1·61	1·45—1·55	—	1·60
80—90 „ ..	1·69	—	1·55	1·71

A homoktalaj tömődöttsége változik a mélység szerint, a felszíni szántott rétegnek térfogatsúlya pl. 1·18, az altalajé 80—90 cm. mélységben 1·69. Az agyagtalajoknak térfogatsúlya még nagyobb ingadozásoknak van alávetve. Pl. egy folytonosan lazán tartott agyagtalaj szántott rétegének térfogatsúlya 1·16, szikes agyag altalajának tömődött és sziksótartalmú sárgaföldje 1·75. Mezőségi klíma-övben az agyagtalajokban a szántás talpa szokott nagyon összeüledni, térfogatsúlya sokszor 1·65. Az altalajnak tömődöttsége miatt ez a tömődött réteg igen hamar kiszárad, úgyhogy a téli nedvesség nem tud behatolni s tavasszal a csirázó mag gyökere csak nehezen tudja keresztültrónni s a vetés satnya marad, a mag könnyen megszorul. Az ilyen szerkezetű talajokban a mély művelésnek csodás hatása van, mert áttöri ezt a tömődött réteget s utat nyit a gyökereknek lefelé, megnyitja az altalajt a csapadékvizeknek.

A porozitás.

A térfogatsúly mértékül szolgál a talajoknak likacsosságára, vagyis a porozítására nézve. A kicsi térfogatsúly azt jelenti, hogy a talajban sok a hézag, a likacs vagy pórus, ennél fogva a talaj könnyű; ha nagy a térfogatsúly, akkor a talaj tömődött, ülepedett, likacs és pórus kevés van benne. Ilyen talajba se a levegő, se a víz nem tud behatolni s ezért termékenysége rendszeren csekély, csak bizonyos nedvességű években tudja teljes termőerejét kifejezni.

Futóhomok térfogatsúlya forgatott és ülepedett állapotban igen nagy különbségeket mutat. A forgatott homoknak porozitása 40, ülepedett állapotban pedig csak 20 súlysúlyalék. Ezek a számok is világosan bizonyítják, hogy a homokterületeken is milyen rendkívül nagy fontossága van a forgatásnak.

A talajnak porozitását a következőképen számítjuk ki: Veszünk egy 10 cm. magas és 10 cm széles acélhengert, beverjük a földbe, egy éles nagy késsel simára levágjuk az alsó és a felső felületét. A kiemelt földnek térfogata 785 kcm. Ha ebben a földben nem volna pórus, akkor a súlya 785 \times fajsúllyal, például tiszta homokot véve példának, 785 \times 2.65 = 4411.7 grammal volna egyenlő, de leméréskor 1020.5 grammot kaptunk, a hézagok tehát (4411 - 1020.5) = 3391.5 gramm anyagnak felelnek meg. Ennek a volumenje: 3391.5 : 2.65 = 128 cm³. 785 cm³ homokban az egyes szemek között tehát 128 cm³ hézag van, ezért kaptunk sokkal kisebb számot, t. i. 1020.5 grammot. A kapott szám annál kisebb lesz, minél több hézag van a homokban. A porozitást százalékban kifejezve: (785 : 128 = 100 : x) = 16.3 térfogatszázalék, azaz 23.4 súlysúlyalék.

A talaj és a víz.

A kis átmérőjű csöveknek, az úgynevezett hajszál vagy kapilláris csöveknek olyan tulajdonságuk van, hogy ha egyik végüket vízbe mártjuk, akkor a víz a tapadás, illetve kapilláris erő törvénye alapján felemelkedik bennük. Azonban a víznek a mozgása nem egyforma gyors, vékonyabb csövekben lassabban mozog, de magasabbra emelkedik, vastagabban, gyorsabban emelkedik, de sokkal alacsonyabban megáll. Ez azért van, mert vékony csövekben kis tömeg folyadék mozog, melynek a tömeghez viszonyítva, igen nagy a felülete, kis tömegre ható nehézségi erő kisebb, mint a nagy felület által okozott surlódás, ennél fogva a folyadék a csőben emelkedni fog és pedig

annál magasabbra, minél vékonyabb a cső, azaz minél nagyobb a víznek a felülete a csőben, tömegéhez viszonyítva. De természetesen ennek is van határa, mert ha a cső egy bizonyos méretnél vékonyabb, akkor már egyáltalában nem emelkedik benne, mert ebben az esetben a surlódás nagyobb lesz, mint a kapilláris erő s ezért az ilyen túlságosan vékony csövekben a víz többé nem szívódik fel.

Nagyon fontos ez a jelenség a szikes agyagtalajokra nézve, mert ezek oly tömöttek, a pórusok benne oly finomak, hogy vízbe téve napok alatt sem nedvesednek át.

A kapilláris erőnek e törvényén alapszanak a talajnak a víz iránt kifejtett összes tulajdonságai, nevezetesen:

1. a vizet áteresztő képesség,
2. a vízfoghatóság, vagy vízettartó képesség,
3. a vizet elpárologtató képesség.

A vízáteresztő képesség. A talajnak ama tulajdonságát, amely szerint a vizet gyorsabban vagy lassabban eresztli magán keresztül, vízáteresztő képességnek nevezzük. Minél több és minél nagyobb nyílások és likacsok szövik át a talajt, annál könnyebben és gyorsabban eresztli át a vizet. A durva szemcséjű, a köves és kavicstalajok, a morzsás szövetű vályogtalajok könnyen, az agyagos talajok nehezen eresztik át a vizet. A felső rétegek teljes kiszáradása nagyban meggátolhatja a víznek behatolását. Ha például egy záporosó után az út porán levő tócsákat vizsgáljuk, azt látjuk, hogy az csak néhány milliméternyire nedvesedett át, fenn a víz megáll, alatta a por teljesen száraz. Ugyanilyen jelenséget tapasztalhatunk a futóhomokon is, záporosók után a száraz homokon a víz megáll. Ezt a jelenséget a cseppfolyós testek molekuláris törvénye alapján magyarázhatjuk meg. A cseppfolyós testek felületén sűrűbb a folyadék, mint a belsőjükben s ezért úgy viselkednek, mintha bőrrel vagy burokkal volnának körülvéve. Ismeretes példa, hogy vízzel telt pohár felszínén egy teljesen száraz varrótű óvatosan ráhelyezve, úszni fog. Egy már előbb megnedvesített tű minden körülmények között rögtön alámerül. Ha a talajt porrá törjük és arra egy csepp vizet ejtünk, a csepp gurulni fog rajta, anélkül, hogy beivódnék a poros talajba. Ez a törvény adja magyarázatát ama nevezetes jelenségnek, hogy a nyári záporosók a futóhomokdombokat csak kevéssé nedvesítik át. A buckalejtő száraz felszínén csak egy vékony réteg nedvesedik át s ezen folyik le a völgybe a záporosók vize. Az ilyen homokokat olajos homokoknak nevezik. Sík területen a homok sohasem szárad ki ennyire, a homok-

szemcséken mindig van egy kevés nedvesség, ennél fogva a ráhulló csapadékvíz rögtön beivódik.

A különböző helytálló talajok vízáteresztő képessége nagyon változó. Legegyenletesebben nedvesedik át a sík felületű felszántott homoktalaj. Vályogtalajok felszántott rétegében a nedvesség a morzsák közötti üregeken hamar átfut, de az alsó szántás alatti rétegben már lassabban halad, itt is főként a gyökerek mentén és a rovarok által fűrt lyukakon át ereszkedik lefelé s e vízvezető csatornák mentén ivódik be a talajba.

A szikes agyag, ha nyáron kiszárad, összeropedezik és ősszel, amidőn ezek a repedések megtelnek vízzel, akkor a talaj megduzzad s a repedések bezáródnak, ekkor a talajnak megszűnik a vízáteresztő képessége s minden csapadékvíz ezután már megáll a felszínen.

A vizet tartó képesség. A talajra hulló csapadékvízből minden talaj egy bizonyos mennyiséget megköt, visszatart, nem engedi, hogy keresztülhúzódjon rajta. A talajnak ezt a tulajdonságát *vízfoghatóságnak* nevezzük, ez neki a *vízraktóképesége*. A talaj a vizet kétféleképpen tartja vissza: egyrészt kapilláris üregeiben, másrészt pedig a szemcséknek a felületére tapadó vízburok alakjában.

Természetesen minél több a kapilláris üreg valamely talajban, annál nagyobb lesz annak a vízfoghatósága. Homoktalajokban a tapadás révén visszatartott vízmennyiség lesz a nagyobb, agyagos talajokban ellenben a kapilláris erő fog több vizet megtartani. Továbbá a morzsás szövetű talaj többet, tömődött talaj kevesebbet fog visszatartani. Így például 100 gr.

laza vályogtalaj	59·0 gr.
ugyanaz, ha tömődöttebb	45·8 „
ugyanaz, ha le van döngölve	37·9 „
laza homoktalaj	36·0 „
tömöttebb állapotban	28·0 „
ha le van döngölve	24·0 „

vizet tud a felöntött vízből visszatartani.

Láptalaj sokkal több vizet tud megkötni: 100 gr. láptalaj, ha le van döngölve, csak 132 grammot, ellenben ha laza, akkor 221 grammot tart meg a felöntött vízből.

Ezek a számok világosan mutatják annak a jelentőségét, hogy a talajt mindig ősszel, még a tél beállta előtt kell mélyen fel-

szántani, mert akkor, fellazított állapotában, a téli csapadékokból mindig kétszer annyit tud megőrizni, mintha télen át bolygatatlan és tömődött állapotban marad.

A vízfoghatóságnak két foka van : 1. a legnagyobb vízfoghatóság, amelynél minden üreg vízzel van teli ; 2. az abszolút vízfoghatóság, amelynél csak az igazi kapilláris üregek vannak vízzel tele.

A növények olyan talajban tenyésznek legbújjában, amelynek víztartalma a víztartóképeseknek 50—60%-ának felel meg, ha a talajban a víztartóképeség 80%-ának megfelelő víz van, ezt a növények már soknak találják és megsínylik. Ha pedig a talaj tele van vízzel, azaz annyi a víz benne, amennyi legnagyobb vízkapacitásának megfelel, akkor abban csak nád, sás, káka vagy savanyúfüvek tudnak gélni.

Általában azt mondhatjuk, hogy a visszatartott vízmennyiség térfogata akkor fog egyezni a talajban lévő pórusok térfogatával, ha a talajban lévő pórusok mind kapilláris átmérőjű üregek. Minél több hézag és likacs van a talajban, mely nagyobb mint a hajszálcső, akkor vízfoghatósága annál kisebb lesz. Ezt a szabályt alábbi példa világosan mutatja. A különböző nagyságú kvarcsemekből álló homok a következő víztartó képességet mutatja :

2—2	mm. átm.	homok	pórusainak	3.6	%-át	kitöltő	víz	köt	meg
0.50—0.25	„	„	„	4.38	%-át	„	„	„	„
0.17—0.11	„	„	„	6.03	%-át	„	„	„	„
0.01—0.07	„	„	„	35.50	%-át	„	„	„	„
			Keverék	11.89	%-át	kitöltő	víz	kötött	meg

Legtöbb vizet tehát a kőliszt kötött meg, melynek szemeséi 0.01—0.07 mm. átmérőjűek voltak, mert a szemesék által bezárt összes hézagoknak mérete a hajszálcsővékével egyezett meg.

Azonban a különböző strukturájú talajokban a kapilláris üregeken és csatornákon kívül még nagyobb üregek és hézagok is vannak, amelyeket nem a talajalkotó szemesék, hanem a talajban lévő morzsák zárnak körül. Morzsás szövetű talajnak vízfoghatósága mindig nagyobb, mint a tömődött talajé.

A kapilláris üregek mennyiségén kívül még a humusztartalom is befolyásolja a talajnak vízkapacitását. Főként az a rész ez, amelyen még a növényi származás meglátszik, de már humuszodásnak indult. Fokozza még víztartóképeségét a humusznak teljesen elbontott kolloidális állományú része is. A kolloidos anyagok vízben felduzzadnak s a duzzadáskor felvett vizet nagyon nehezen vesztik el. Innen magya-

rázható, hogy a talajoknak térfogata vízfölvétel alkalmával sokszor megnövekedik. Minél több kolloidos anyag van benne, átnedvesedés alkalmával, annál jobban fog megduzzadni.

Ezért vízrekesztők általában az agyagtalajok. Vízfelvételkor felduzzadnak a duzzadás teljesen elzárhatja bennük az üregeket és hézagokat. Ebben az esetben ez a talaj teljesen vízrekesztő lesz, nem bocsát át magán semmi vizet. Ilyen tulajdonsága van a fekete szikes agyagokban lévő középső szintnek, az úgynevezett agyagkőrétegnek.

Legnagyobb duzzadást azok a talajok szenvedik vízfelvétel alkalmával, melyekben legtöbb az elfolyosódó kolloidális agyagtartalom. Ezek a talajfajok kiszáradáskor összezsugorodnak és összeropedeznek, ha átnedvesedéskor felduzzadnak a repedések újra bezáródnak bennük s a talaj újra vízrekesztő lesz.

Különböző összetételű talajok átnedvesedéskor következő térfogatnövekedést mutatták :

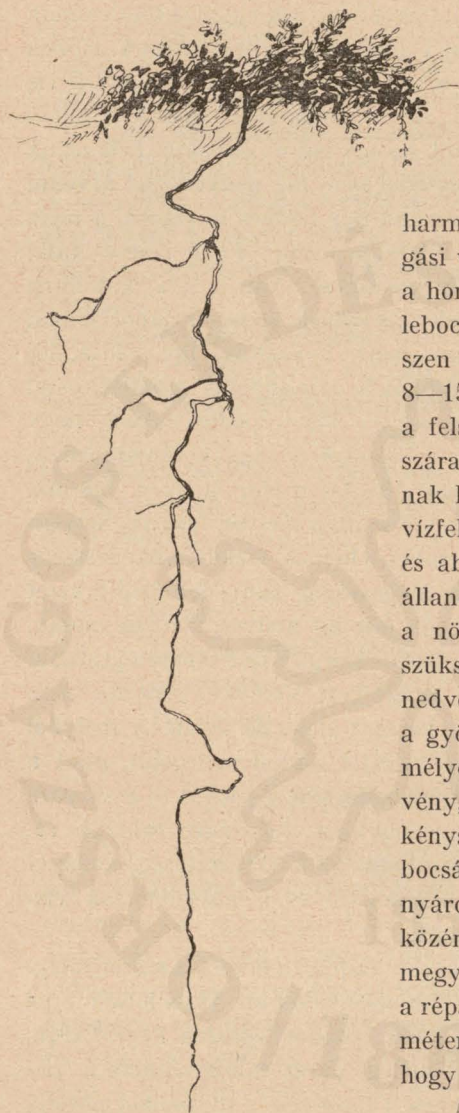
	Térfogat	
	szárazon	nedvesen
Homok.....	1	1
Vályog (lősz termőrétege)	1	1.13
Agyagtalaj	1	1.24
Humuszos talaj	1	1.34

A talajnak vízfelszívó képessége.

A víz minden talajban képes egy bizonyos magasságig felhúzódni, azt a tulajdonságot, melynél fogva egy talaj a vizet bizonyos magasságra képes magában felszívni, vízfelszívóképességnek mondjuk. Valamely talajban a víz annál magasabbra tud felszívódni minél vékonyabbak a hajszálesővek benne. Ha egy talajban az üregek mind kapilláris méretűek, akkor annak vízfelszívó képessége nagy lesz, ha pedig a szemcsék által körülzárt üregek és hézagok nagyobbak mint a kapilláris csövek, akkor a vízfelszívó képessége csekély lesz. Minél finomabbak az üregek, annál lassabban bár, de annál magasabbra emelkedik bennük a víz, minél nagyobbak, annál gyorsabban, de annál kisebb magasságra. A víz emelkedése végre annál lassúbb lesz, minél magasabbra emelkedett már fel. A morzsás szövetű talajnak tehát kisebb a vízfelszívóképessége, mint a tömődött talajé, ennél fogva a tömődött talaj (a tarló) sokkal hamarabb kiszárad, mint a felszántott, a fekete ugar.

A különböző összetételű talajrétegek, melyek egymás fölé vannak települve, szintén nagy befolyással vannak a talaj felszívására. Ebben a tekintetben főszabály az, hogy a durvább szemcséjű rétegből a víz átmehet finomabb szemcséjűbe, de a finomabb hajszálesővekből a bővebbekbe nem megy át. Például, ha egy száraz szivacsot helyezünk egy nedves téglára, a szivacs a téglából nem fog nedvességet átvenni ellenben ha egy száraz téglát helyezünk egy nedves szivacsra, a téglá a szivacsnak összes nedvességét fel fogja szívni. Félig nedves talaj jobban vezeti a vizet, mint a teljesen száraz. Ami a talaj kapilláris vízfelszívását illeti, az a növények vízellátása szempontjából sokkal alárendeltebb fontosságú, mint azt eleinte képzelték. Így a lősztalaj is, mely mechanikai összetétele alapján a legnagyobb kapillaritással bír, alig vezeti 2·25 méter magasságra a vizet, pedig tudjuk, hogy benne az állandóan nedves réteg, melyből a növények táplálkoznak, ennél sokkal mélyebben, gyakran 10—16 méter mélyen fekszik. A homokterületeken a buckákon a víz szintén mélyen fekszik, helyenként 5—10 méter mélyen, ezzel szemben a homok vízfelszívóképessége csak 50—100 cm., azaz csak ilyen magasságig tudja felhúzni a vizet az altalajból. A homok azért mégis mindig nedves, dacára annak, hogy a növények a feltalajból nagymennyiségű vizet elpárologtatnak. A homok- és lősztalajokban az elpárolgott víznek a pótlása nem felszívódás útján történik, hanem harmat alakulás útján. A mélyből felfelé emelkedő vízgőzös talajlevegő éjjel sokkal melegebb, mint a felső talajréteg, ennél fogva amint a felsőbe bele ér, lehül és a vízpára kicsapódik belőle a hidegebb szemcséknek felszínére rakódik rá. Ilyen módon minden éjjel visszapótlódik az a vízveszteség, amelyet a talaj a nappali felmelegedés alkalmával és a növényeknek vízelzívása következtében szenvedett.

A Duna-Tisza-Közén vizsgálataim alapján a homok 1 méter mélységben nyáron állandóan 20—22^o C hőmérsékkel bír. Ha a felszín éjjel 10—50 cm. vastagságban nagyon lehül, sokszor egészen 10—5^o C-ra, akkor a mélyből felfelé emelkedő meleg, párás talajlevegőből a vízpára lecsapódik a homokszemcséknek a felületére s ily módon pótolja azt a vízveszteséget, melyet a nappali felmelegedés okozott. A homok porusai ugyanis nagyon nagyok, semhogy bennök a víz a hajsövesség törvényei szerint ilyen magasra felemelkedhetne, e helyett a víz gőz alakjában száll fölfelé bennök és amint a levegőnél hidegebb rétegbe érkezik, ott a páratartalom egy része harmat alakjában rárakódik a szemcsékre. A lősz természetes állapotban szintén nagyobb csövekkel,



26. kép. Parti laboda, a Nagy Alföld tiszántúli részéből. A növény 16—20 cm. magas, a gyökere 4 m. mélyen volt kifejthető, de biztosan lement a vízig, mely $6\frac{1}{2}$ m. mélyen volt.

pórusokkal van áthálózva, mint amekkorák a szemcse összetétele szerint neki megfelelőnének. A nagyobb szemcsekben ugyancsak vízpára alakjában mozog a víz s éjjel harmat alakjában pótolja a párolgási veszteséget. A fák és a szőlő úgy a homokban, valamint a löszben is lebocsátják vízszívó gyökereiket egészen az állandó nedves réteggig, 8—15 m. mélységig és nyáron amikor a felső talajrétegek már annyira kiszáradtak, hogy növények nem tudnak belőlük több vizet elvonni, akkor a vízfelszívó gyökerek lépnek munkába és abból a 8—16 m. mélyen fekvő, állandóan nedves rétegből szívják fel a növények életének fenntartására szükséges vizet. Ha ez az állandóan nedves földréteg magasan van, akkor a gyökér nem megy le mélyre, de ha mélyen van lent, akkor minden növény, ha nyáron meg akar élni, arra kényszerül, hogy vízszívó gyökereit lebocsássa egészen addig a réteggig, mely nyáron is vizes marad. A Duna-Tisza-közén a szőlő gyökere 6—8 m. mélyre megy le, Dunántúl lösz területen a búza, a répa 4—6 m., a gyümölcsfák 18—20 méter mélyre eresztik le gyökereiket, hogy a szükséges vizet felvehessék.

A talajvíz párolgása. A talajban levő nedvesség a felszínen a légköri tényezők hatása következtében párolog. A víz különböző összetételű talajokból különböző gyorsasággal párolog, a gyorsaság következő tényezőktől függ, ú. m.

1. A meteorológiai tényezők.
2. A talaj fizikai és kémiai alkata.
3. A talaj fekvése.
4. A növényi takaró formája.

A meteorológiai tényezők: a hőmérsék, a légkör páratartalma és a szél. Minél magasabb a hőmérsék, szárazabb a légkör és erősebb a szél, annál nagyobb a párolgás. Csendes időjárásban a talajpárolgás diffúzió útján történik, tehát meglehetősen egyenletes és lassú. Szélben gyors és egyenletlen, mert a páratelt talajüregek fölé minduntalan új és új száraz légrétegeket hoz a szél, a párolgás tehát folytonos és gyors lesz. A talajnedvesség párolgása annál nagyobb, minél szárazabb és melegebb a szél, annál kisebb, minél párateltebb a légkör és esendesebb az idő. A fizikai tényezők közül legnagyobb befolyást gyakorol a párolgásra a talajnak mechanikai szerkezete és a struktúrája, vagyis a talajnak szöveti állapota. Ha a talajt áthálózó csövecskék és üregek hajszálcso tulajdonságúak, akkor a talajvíznek párolgása gyors lesz, mert a felszínen elpárolgó víz a hajszálcsoveken keresztül alólról gyorsan pótlódik, ilyen körülmények között a talaj 1—2 m. mélységig egészen kiszárad. Minél több nagyobb átmérőjű olyan nyílás és cső van a talajban, melynek már nincsenek kapilláris tulajdonságai, annál lassabban párologtatja a vizét, annál nehezebben szárad ki, mert a felső réteg kiszáradása után kapilláris cső hiányában az alsó rétegeknek vize nem tud felhúzódní a felszínig, hogy az elpárolgott nedvességet pótolja, hanem lent marad s a talaj nem szárad ki.

A leggyorsabban párologtatja vizét az agyagtalaj, ez szárad ki leggyorsabban, mert sok benne a kapilláris cső, melyek a vizet még két méter mélységről is felhozzák a felszínre. Száraz években az agyagtalaj 2—2,5 m. mélységig kiszárad és összeropedezik. Leglassúbb a talajnedvességnek a párolgása a homoktalajban, mert üregei nagyobbak a hajszálcsoveknél, a víz nem mozog bennök. A futóhomok területeken még a legaszályosabb nyáron is a talajnak csak a felső 15—20 cm. vastag rétege szárad ki, az alatta levő réteg mindig nyirkos marad. A felső száraz talajréteg takaróként működik és megóvjja az alatta levő nedves réteget a kiszáradástól.

Agyagtalajokon a kiszáradás megakadályozására állandóan porhanyítani kell a feltalajt, ezzel az agyagtalajnak hajszálcsoveit megszakítjuk és nagyobb üregeket alakítunk benne, mint a hajszálcsovek. Az ilyen talaj nagyon könnyen beveszi a vizet, sokat tud belőle raktározni és mert nehezebben veszti, párologtatja a vizét, mint a

tömödött talaj, tehát benne a növények jobban kibírják a szárazságot és az időjárásnak minden viszontagságát. Ugyanezt a célt szolgálja a forgatás is. A forgatás még nagyobb mértékben lazítja meg a talajt és emiatt még sokkal jobban gátolja a talajnedvesség elpárolgását, emellett a forgatott talaj aránytalanul több vizet tud elnyelni, mint a szántott.

Ha a talajt valaminő takaróval látjuk el, akkor szintén csökkentjük a párolgást. Forró égőv alatt a talajt vízhatlan papírral takarják le és a papírszalagok közé ültetik el a palántákat, dohányt, ananászt stb. Mérsékelt égőv alatt kapálással védekeznek a párolgás ellen, a talaj felszínén egy laza, száraz réteget készítenek, amely éppen úgy működik, mint a papírtakaró, csak hogy persze nem olyan tökéletesen s porhanyó állapotát minden nagyobb eső után kapálással újra helyre kell állítani.

Az Alföldön tapasztalásból tudják, hogy egy kapálás felér egy öntözéssel, ezért a kapálást száraz öntözésnek is nevezik.

A hengerelés a kapálásnak éppen ellenkezőjét okozza, hengereléssel minél több hajszálcsövet készítenek a talajban, így az alsó réteg nedvességének felszállását tesszük lehetővé. Hengerelni tavasszal szoktak, amidőn télen a talaj felfagyott és felül egy laza réteg támadt, mely a rövid gyökereknek vízellátását megnehezíti. Ha most lehengereljük a talajt, akkor a hajszálcsöveket helyreállítjuk és a víznek a felemelkedését megkönnyítjük. A zsenge vetés ilyenkor nagyon felüdül. Természetesen ez a művelet a talajnedvesség párolgását is fokozza; hogy ez bajt ne csináljon, azért fogasoljuk meg a vetést, néhány nap múlva a hengerelés után.

A kapált talaj felszíne rögös, darabos, a göröngyök összeilleszkedésüknél üregeket zárnak körül. Ezekbe az üregekbe nyílnak az alsó rétegek hajszálcsövei, a párolgó víz legelőbb ezeket tölti meg vízgőzzel. A vízgőz innen csak diffúzió útján jut a levegőbe s ennek folytán csak igen lassan veszti el páratartalmát. A kapált száraz réteg tehát megakadályozza az altalajból a hajszálcsöveken át a felszínre húzódó víznek elpárolgását.

A talaj és a meleg.

A talajnak legfőbb hőforrása a nap, a talajnak melege a napsugaraktól ered. A felszín a napsugaraknak a hatása alatt felmelegszik és a felső talajrétegek ezt a meleget lassan átadják az alatta fekvőknek. A kopár talaj a napsugaraknak a hatása alatt rendkívüli módon fel-

melegedik. Így például a futóhomok felszíne a nyáron 52—56 C° fokra is felmelegedik. A növényzettel borított talaj felmelegedését a beárnyékolás csökkenti, mentül teljesebb a beárnyékolás, annál alacsonyabb marad a talaj hőmérséke.

A talaj hőmérsékének ingadozása. A felmelegedett felső talajrétegek lassankint átadják a meleget az alsóbb rétegeknek. Az átadás igen lassan történik, úgyhogy lefelé a legnagyobb felmelegedés időpontja mindig késik. A felszín legmelegebb 1—2 óra között délután, leghidegebb pedig napfelkelte körül. A napi hőmérsék ingadozások csak 1·5 m. mélységig haladnak lefelé.

Az évi ingadozás hatása. 30 m. mélységben már az évi ingadozások sem vehetők észre, ebben a mélységben a talaj hőmérséklete állandó és megegyezik a helynek átlagos évi hőmérsékletével.

Az altalajnak hőmérséke ősszel mindig melegebb, mint a felső rétegeké, melegebb, mint a levegőé. Télen pedig a mélyből felszálló meleg őrzi meg az altalajt a megfagyástól, az altalaj tehát raktározza a meleget, tavasszal és nyáron a felvett meleget lefelé vezeti, ezt a felraktározott meleget ősszel és télen újra átadja a felsőbb rétegeknek.

A talajnak hőforrásai. A besugárzáson kívül még a Föld melegét is tekintetbe kell vennünk. Azonban ennek a melegnek a felfelé való haladása olyan lassú, hogy a felső rétegekben hatása nem mutatható ki. Éppen azért növénytermelési szempontból nem jöhet tekintetbe.

Fokozhatja azonban a talaj hőmérsékletét az a meleg, mely a szerves anyagok korhadásakor szabadul fel. Minél nagyobb a bomlásban levő szerves anyag tömege, annál inkább érezhetővé válik az a hőemelkedés, amit okoz. Így például nagyon nagy tömeg istállótrágya alászántásakor a talaj hőmérséklete a környező nem trágyázott talajokkal szemben, egy fél vagy 0·4 Celsius fokkal emelkedhetik. Sokkal nagyobb tömeg szerves anyag kerül a talajba zöldtrágya alászántásával, mely a vizsgálatok szerint, 1·4 Celsius fokkal is emelheti a talaj hőmérsékletét. A korhadó szerves anyagok által termelt meleget a kertészetben használják fel melegágyak készítésekor.

A talaj színének hatása a felmelegedésre. A talajnak hőkapacitását vagy felmelegedését legerősebben a talajnak a színe szabályozza. A talaj színét a vasvegyületek és a kolloidális humusztartalom adja. A vastartalom 5—10% között váltakozik. A vályogtalajok megfestéséhez 5% vas kell. Az agyagok megfestéséhez több kell (10%). A homoktalajokat pedig már 1—2% vas is megfesti. A humusból 3—4% kell ahhoz, hogy a talajnak színt adjon. 5% humusz már egész feketére

festi az agyagtalajt. Mennél sötétebb a talajnak a színe, annál jobban felmelegszik, ugyanazon sugárzás hatása alatt. A talajnak ezt a tulajdonságát a kertészek használják ki a talaj felmelegedésének fokozására és ezzel a kerti termények érésének siettetésére a talaj felszínére kormot hintenek; a korom feketére festi a talajt és fokozza a felmelegedését. Ugyanezen a fizikai törvényen alapszik az a szokás, hogy dinnyetermeléskor az egyes dinnyék alá fekete pala lapokat, vagy bekormozott cserepet, vagy téglát tesznek, ezáltal a gyümölcsnek minden része egyformán felmelegedik és a cukortartalomban nem lesznek olyan nagy eltérések, mint enélkül.

Nagy hatással van még a felmelegedésre a talajnak a fekvése. A déli lejtőn fekvő talajok sokkal jobban felmelegednek, mint az északi oldalon fekvők, mert a napsugarak a déli lejtőn a talajt 90 fok alatt érik el. Közismert dolog, hogy az egyes hegyeken például a szőlő és egyéb gyümölcs a déli oldalon sokkal ízesebb és több cukrot termel, mint az északi oldalon. A napsugarak az északi lejtőt mindég csak ferde szög alatt érhetik el, emiatt a talaj nem melegedik annyira fel, mint a déli oldalon, ezenkívül a napsütés tartama az északi oldalon sokkal rövidebb, mint a déli oldalon.*)

A talajok hővesztésege. A talajok azt a meleget, amit a napsugaraktól kaptak, éjjel megint elveszítik, az éjjeli lehűlés kisugárzás alakjában történik. A kisugárzás minden talajfajtnál meglehetősen egyforma, annál nagyobb, mennél tisztább a levegő: a köd és a felhő megakadályozzák a kisugárzást, ezzel együtt a talajoknak lehűlését. Ha tavasszal és ősszel felhőtlen az égbolt, akkor a kisugárzás olyan nagy lehet, hogy a talaj megfagy, hőmérséke 3 C^0 fokra is lesüllyedhet. Ezek a jelenségek okozzák a tavaszi fagyokat. A talaj káros kisugárzásának megakadályozására, illetve hőmérsékletének 0 fok alá való lesüllyedésének megakadályozására a szőlőkben és a kertekben mesterséges ködöt csinálnak. Nedves galyat, kátrányos szalmát gyújtanak meg, szóval olyan anyagot, mely nagy füstöt csinál, ha a füst a talaj

*) Tavak és folyók partján levő hegyek és dombok lejtőin nappal a meleg sokkal nagyobb, éjjel pedig a hővesztés sokkal kisebb, mint a víztől távolabb esőkön. Ez okból a vizekre néző lejtőkön kényesebb és hőigényesebb növények is megteremnek. Például a Balatonra és a Fertőre, továbbá Ausztriában a Dunára ereszkedő lejtőkön a szőlő sokkal több cukrot termel és zamatosabb bort szüretelnek, mint a víztől távolabb eső környékbeli szőlőkben. Még sok példát lehetne felsorolni, amelyek ezt a szabályt igazolják. Ennek a jelenségnek az a magyarázata, hogy a vízfelület a fényt megkészezezi s ezzel a növényeket fokozottabb munkára készíti, továbbá a tükrözés révén jobban felmelegedett talaj éjjel kevésbé hűl le, mert a nagy vízfelület párával telíti a levegőt és páras légkörben a kisugárzás kisebb, mint száraz levegőben.

fölött lebeg, akkor a kisugárzás csökken, a talaj megfagyását megátolja. Tapasztalás szerint ilyen napokon a füstölést már akkor el kell kezdeni, ha a talaj hőmérséke 2 fok C alá süllyedt.

A talajnak kémiai tulajdonságai.

A talajnak a legfontosabb kémiai tulajdonsága a kémhatás. Minden nedves talajnak van bizonyos kémhatása vagy savanyú, vagy semleges, vagy pedig lúgos. A talajoknak ez a tulajdonsága a kolloidos alkatrészeknek kémiai szerkezetével és a kolloidos testeknek egyéb általános tulajdonságával van kapcsolatban. Ezért a kémhatás tárgyalása előtt ezeket a tulajdonságokat kell megvizsgálni.

A kolloidos testeknek talajkémiai szempontból egyik legfontosabb tulajdonsága az, melyszerint gázokat, folyadékokat és szilárd testeket olyan erővel képes lekötni, hogy a mosóvíz vagy egyáltalában nem képes belőle kimosni, vagy csak hosszú áztatás és sok víz felhasználásával a lekötött anyagnak egy nagyon kicsiny hányadát. A kolloidos testeknek ezt a tulajdonságát „*sorbtió-nak*“ nevezik. A sorbtió kétféle; van olyan sorbtio, amely tisztán fizikai törvényen alapul, ezt „*adsorbtiónak*„ nevezik; továbbá vannak a talajban egyes bázisok olyan lekötésben is, melyben a lekötés kémiai alapon történt. A lekötésnek ezt a formáját „*absorbtiónak*“ nevezik.

A kolloidos testeknek sorbtiójával van kapcsolatban a talajoknak egy másik rendkívül fontos tulajdonsága, nevezetesen a „*báziscsere*“. A talajok ugyanis felbontják a sós oldatokat, a bázisokat lekötik belőle és a savat pedig, melyhez a lekötött bázis előzőleg kapcsolva volt, felszabadítják. De a lekötés alkalmával a talajból egy másik bázis lép ki és vegyületbe lép azzal a savval, amely a bázis lekötése alkalmával fölszabadult. Szóval a talajoknak valamely semleges sóval való kezelésekor báziscsere történik, a sónak bázisát leköti a talaj és a talajból pedig egy másik lép ki az oldatba.

A talajnak kémhatása a kolloidos alkatrészeknek ezen a két sajátságán alapul nevezetesen: a talajoknak a sorbtióján és a báziscserén. A kémhatás tárgyalása előtt tehát szükséges lesz a talajnak ezt a két tulajdonságát tüzetesen megvizsgálni, annyival is inkább, mert ezeknek a tulajdonságoknak a növények táplálkozása alkalmával is nagyon fontos szerepük van.

Fizikai adsorbtió.

A gázoknak megkötése szilárd testekben felületvonzáson alapszik, ebben az esetben az adszorbeált gázok és folyadékok nem lépnek kémiai kötésbe az adszorbeáló szilárd testtel.

Gázoknak lekötése a humusznak és az agyagos résznek kolloidos anyagával van kapcsolatban. A kolloidos anyagoknak rendkívül nagy felülete van és minden egyes szemcse felületén megsűrűsödik a gáz, mintegy sűrűbb gázból álló burok veszi a szemeket körül. Finom lisztte őrölt talajnak pora nagyon jól mutatja ezt a gázszűrítő képességet. Ha ilyen pert edénybe tesszük és össze akarjuk nyomni, akkor az összenyomó szerszám úgy elsüllyed a porban, mintha vízbe tettük volna és a por kiemelkedik a szerszám körül az edényből. Ha ilyen száraz porra egy ólomgolyót helyezünk, akkor egészen elsüllyed benne.

A sűrűbb levegőből álló gázburkok akadályozza meg az esőcseppeknek behatolását az út száraz porába, nyáron az országút pora száraz, nehezen nedvesedik át és a víz tócsákban megáll a por felett s a nedves réteg alatt szárazon marad a por. Az átnedvesedés akkor következik be, ha lehülés következtében előbb harmat alakul a szemcsék felszínén.

A termőtalaj gázadsorbtiójának rendkívül nagy élettani fontossága van, mert megsűríti a növény táplálékául szolgáló gázokat a kolloidos alkatrészek felületén: a szénsavat, az ammóniákat és az oxigént és megőrzi őket azután is, ha a talaj már kiszáradt.

Nemcsak a gázok, hanem a folyadékok is alakítanak egy sűrűbb állományú rétegből álló burkot a szemcsék körül. Ha finom ásványlisztet öntünk bele a vízbe, akkor fenékre száll ugyan, de igen nagy teret foglal el, mert a szemek körül levő sűrűbb állományú vízburok nem engedi őket összeüledni. Az összeüledés csak több órai állás után, vagy ha nagyon finom volt a liszt, akkor több napi állás után következik be.

A szilárd testek, különösen a kolloidos állományú testek, oldatokat is meg tudnak sűríteni a felületeiken. Az adsorbtióknak ez a fajtája is csak felületvonzáson alapszik.

A sóknak híg oldatában az egyes alkatrészek különválnak (dissotálódnak). Pl. ha a kénsavas meszet vagy gipszet oldunk fel, akkor az oldatban a mész-ion különvállik a kénsav-iontól, a só dissotálódik. A dissotált oldatban az elemek sajátos viselkedésük révén ionoknak neveztetnek, szóval az oldat ionizálódik. Minden híg sóoldat ilyen

szerkezetű. *A kolloidos anyagok a hig oldatokból egyes ionokat lekötnek és megalvadnak.*

Az ionok ugyanis elektromos töltéssel vannak ellátva, a bázisok pozitív töltéssel és a savak negatív töltéssel. Midőn valamely dispersióban lévő kolloid részecskéi a vizes oldatban ellenkező villamossággal töltött ionokkal találkoznak, akkor egyesülnek velök, nagyobb pelyhes tömeggé tömörülnek, kiválnak az oldatból és a fenékre szállanak, s a víz kitisztul. Ha azonban olyan sóknak az oldatát öntjük a talajnak zavarodásához, melynek töltése egyezik a kolloidok töltésével, akkor a hig oldatokban zavarodás, azaz a kolloidos anyagoknak megalvadása nem következik be. Ezt a jelenséget egy példán lehet legjobban megmagyarázni.

Készítsünk egy agyagtalajból kolloid dispersiót és osszuk két részre, az egyikhez öntsünk méshidroxidot, a másikhoz hig gipszoldatot. Ekkor azt fogjuk tapasztalni, hogy abban az edényben, amelybe a méshidroxidot öntöttük a zavarodás változatlan marad, nem tisztul ki. Viszont a másik edényben, amelybe gipszoldatot öntöttük, egy kis idő múlva felhős zavarodás támad, azután pelyhek alakulnak, melyek lassankint az edény fenekére ülepednek.

A kolloidos anyagoknak megalvadását az oldatban levő sóknak ionjai okozzák. Fizikai módon absorbeált ionok azonban csak reverzibilis, azaz mosóvízzel felbontható megalvadást okoznak, a megalvadás csak akkor válik irreverzibilissé, azaz felbonthatatlanná, hogyha a bázisok lekötésük után kémiai elváltozást is szenvednek.

Kémiai absorbtió.

A talajnak kolloidjai a szilárd testek oldatából a sóknak bázisait úgy is le tudják kötni, hogy velük kémiai egyesülésbe lépnek. A lekötött bázis ebben az esetben mosás útján már nem vonható ki többé a talajból. Különösen a szénsavas sóknak és a hidroxidoknak az oldatából kötődnek le ilyen módon a bázisok. A lekötést a humusz és az agyagos rész végzi, csakhogy a kémiai absorbtió alkalmával a lekötött bázisok nem maradnak az agyagszemcsék felületén, hanem belépnek a szemcséknek testébe. Ha egy agyag talajnak zavaros vizes oldatát pl. beleöntjük méshidroxid hig oldatába, akkor az agyagos résznek minden egyes paránya meszet fog lekötni. De a méshidroxid megalvadása nem okoz pelyhes csapadékot, a zavarodás változatlanul síma marad. Ha ezt az eljárást háromszor-négyszer megismételjük, az agyagos zavarodást

mindig új mészvízbe öntjük bele, akkor az agyagos rész minden egyes paránya egészen 1·25% meszet tud felvenni anélkül, hogy megalvadás következne be. Az ilyen módon elnyelt mészoxidot mosással nem tudjuk többé a talajból kivonni és a mésszel telített agyagos rész tiszta desztillált vízben éppen úgy megmarad lebegő állapotban, mint a mésztelen agyag. Ez esetben tehát a mész az agyagos résznek testébe lépett be és fizikai eszközökkel nem vonható ki belőle. Különösen nagy fontossága van ennek a kémiai absorbtiónak a talaj szöveteinek kialakulása alkalmával.

Az agyagos talajnak a szövete kötött, mert az agyagos résznek parányai nincsenek telítve olyan bázisokkal, amelyek az agyagos résznek kolloidos anyagát felbonthatatlanul megalvasztanak. Ha azonban az ilyen talajt megmeszezzük, akkor az agyagos rész meszet vesz fel, a talaj kolloidjait időlegesen megalvasztja. Kiszáradás után a megalvadásakor keletkezett morzsák között likacsok támadnak és ezek a likacsok megtelnek oxigéntartalmú levegővel. Az oxigéntartalmú levegő azután a mésszel telített agyagos résznek vasát oxidálja, ezáltal a megalvadást felbonthatatlanná, elfolyósíthatatlanná változtatja.

Báziscsere.

A talajban levő kémiaiilag lekötött bázisok vízzel nem moshatók ki belőle, ellenben ha más sónak az oldatát öntjük rá, akkor másfajta bázis által kitolhatók a helyükből, melyet a ráöntött oldat bázisa foglal el. A talaj agyagos részének a bázisa tehát kicserélődik, ezt a folyamatot nevezzük *báziscserének*. A báziscsere a növények táplálkozásakor nagyon fontos szerepet játszik.

Az egyes bázisok a talaj agyagos része által nem egyforma erővel köttetnek le, egyik erősebben, a másik gyengébb erővel köttetnek meg. Kísérletek alapján a következő sorrendet állapították meg: mész, nátrium, magnézium, kálium és ammónium. A mész tehát leggyengébben kötődik le és minden utána következő erősebben mint az előtte álló.

Termékenység szempontjából nagyon fontos tény az, hogy a kálium és az ammónium minden más bázisnál erősebben köttetnek le. Az ammóniákat vízzel nem lehet a talajból kimosni, ellenben a növény ki tudja vonni, mert a gyökere szénsavat választ ki, a szénsavas víz pedig a gyökér körül egy bizonyos mennyiségű ammóniumot és káliumot felold a lekötésből s ezt azután a gyökér fel tudja szívni.

Addig tehát, ameddig a talajban nedvesség van, addig ennek a két lekötött tápanyagnak a felvétele folytonos lesz.

A báziscserének ezt a sorrendjét azonban tömeghatással meg lehet változtatni. Ha valamely sónak töményebb oldatát öntjük a talajra, akkor az olyan bázisokat is felszabadít, amelyet a talaj erősebben köt le mint azt, amelyet ráöntöttünk. Pl. ha meszezünk, akkor a mész a káliumnak és az ammóniumnak a lekötöttségét csökkenti, oldhatóságát növeli, ebben rejlik a mésznek egyik termésfokozó hatása. Ugyanilyen módon működnek azok a mész- és magnéziasók, amelyek nyáron az altalajból a felemelkedő altalajvízzel együtt kerülnek a felső humuszos rétegbe.

Báziscsere savanyú talajokban. Ezek a felsorolt folyamatok mind bázisokkal telített talajokra vonatkoznak, amelyekben a vason és az alumíniumon kívül elegendő mennyiségű egyéb bázis is van. A humidus klímának övében azonban a podzolos talajok nagyon kevés bázist tartalmaznak, bázisokban szűkölködnek, ennél fogva ha podzolos talajokat kezelünk bizonyos sókkal, akkor a báziscsere alkalmával az agyagos részből vas és alumínium szabadul fel és ezek lépnek az oldatba. A vasnak és az alumíniumnak kénsavval és sósavval alakított sói, továbbá a szerves sói is savas kémhatásúak, ennél fogva a talajnak is savas hatást kölcsönöznek.

Mezőgazdasági szempontból ennek a ténynek igen nagy fontossága van a telítetlen podzolos talajoknak műtrágyázása alkalmával. Ha egy podzolos talajt pl. ammóniumsulfáttal, vagy káliumsulfáttal, vagy szuperfoszfáttal megtrágyázunk, akkor a kihintett sóknak bázisaiból több kötődik le, mint a savból és a savnak egy része felszabadul. De emellett azonban báziscsere is történik és a talaj agyagos részéből vas és alumínium lép ki, mely azután a felszabadult savionnal alakít vas- és alumíniumsót. A vasnak és alumíniumsónak oldata savas hatású lévén, a talajoldatnak is savas hatást kölcsönöznek. A szuperfoszfát foszforsavas mészből (18%) és gipszből (80%) áll. A szuperfoszfát kiszórása alkalmával a talajnak agyagos része a gipsznek meszét köti le és a kénsavat felszabadítja. A talaj telítetlenségének oka szerint a felszabaduló kénsav több vagy kevesebb alumíniummal és vassal alakít sót és ilyen módon különböző mértékben növeli a podzolos telítetlen talajoknak savanyú hatását.

Báziscsere mezőségi talajokban. A száraz klímaövekben a bázisokkal kellőképpen telített mezőségi talajokon ezeknek a műtrágyáknak savanyító hatása nem következhetik be, mert midőn az oldat a

talajjal érintkezésbe lép, akkor az agyagos részből mindig szabadul fel annyi mész, magnézium, ammónium, kálium vagy nátrium, amennyi a kiszórt sóból felszabaduló sav-ion lekötéséhez és a savas reakció semlegesítéséhez szükséges. A talaj kémhatásának változása tehát nem következhetik be.

Összefoglalás. A talajoknak sorbeciós tulajdonságai olyan fontos szerepet játszanak a tápanyagok megkötése alkalmával és a műtrágyázás szempontjából hogy szükségesnek tartom a fontosabb törvényeket még egyszer felsorolni.

1. A termő talajban a sóknak és a bázisoknak lekötését mindig a talajoknak kolloidos alkatrészei végzik.

2. A lekötésben úgy fizikai, mint kémiai természetű folyamatok vesznek részt, a fizikai lekötsést adszorbciónak, a kémiai lekötsést pedig absorbciónak mondjuk.

3. Fizikai törvényeken alapulnak a gázoknak, oldatoknak és sóknak lekötsése. Ezek a lekötsött anyagok feloldódnak a talajnedveségben, mert lekötsésük csak fizikai és így a növények gyökereikkel igen könnyen felvehetik őket. Ilyen módon köttetnek le a gázok közül a szénsav és az oxigén ; a sók közül a szénsavas ammóniák, kénsavas ammóniák és a salétomsavas sók.

4. Kémiai törvényen alapszik a bázisoknak lekötsése, ilyen módon vannak lekötsve a talajban : a vas, az aluminium, a mész, a magnézium, a nátrium, a kálium és az ammónium, továbbá a foszforsav is. Azonban különbséget kell tennünk a podzolos talajokban és a mezősegi talajokban lekötsött bázisoknak viselkedése között.

5. A podzolos talajokban nagyon kevés bázis van mert ezek kilúgozott és telítetlen talajok. A telítetlen talajok mindazokat a bázisokat, amelyek bennök lekötsve vannak, sokkal erősebb kötésben tartják, semhogy azokat vízzel ki lehetne belőlük mosni. A podzolos talajoknak igen nagy a báziséhsége és ez a báziséhség kétféle irányban érvényesül ; minthogy a talaj nagyon erősen köti le a káliumot, a meszet és az ammóniumot, a növények nem képesek őket a gyökereikkel kivonni, ezért a podzolos talajokban a növények mindig nitrogén- és kálszükségben szenvednek. A gazdasági üzemben a gazdának ezeket a tápsókat mindig pótolni kell, az e fajta talajok hálálják meg legjobban a káli- és nitrogén-műtrágyákat.

A podzolos talajokban csak két bázis van könnyen mozgó kötésben, a vas és az aluminium. Ha ilyen természetű talajokra kénsavas kálit, kénsavas ammóniákat hintünk, akkor báziscsere történik. A talajok-

nak kolloidos alkatrésze leköti a kálit vagy az ammóniákat és felszabadítja a sav-iont, a lekötött kálival vagy ammóniákkal pedig arányos mennyiségű vas és alumínium szabadul fel, melyek a sav-ionnal egyesülve vassót és alumíniumsót alakítanak. Mind a két fajta só savas hatású, ennél fogva fokozza a talajnak savas kémhatását. Ugyanilyen módon növeli a talajnak a savas kémhatását a szuperfoszfát is, gipsztartalma alapján.

A podzolos talajokban a mészhiány következtében a foszforsav is oldhatlan vegyületté alakul át. A talajnedvességben feloldódó foszforsavas meszet a podzolos talajoknak agyagos része felbontja, a meszet leköti, a foszforsav felszabadul és a vassal meg az alumíniummal egyesül. A foszforsavas vas és a foszforsavas alumínium vízben oldhatlan vegyületek, melyeknek oldhatatlansága akkor lesz a legnagyobb, ha egyszer már kiszáradtak. Ezért nincsen az ilyen természetű talajokban száraz években a szuperfoszfátnak termésfokozó hatása. A szuperfoszfátnak hatását csak olyan módon biztosíthatjuk, ha ezeket a nagy bázisúságban szenvedő talajokat előbb megmeszezzük, bázisúságukat csökkentjük.

6. A mezőiségi talajok, melyek bázisokban bővelkednek, amelyekben az agyagos rész és a humusz telítve van bázisokkal, kálitrágyára nem reagálnak, mert rendszeren fölös mennyiségű káli van bennük. A mésztrágya sem fejthet ki bennük feltűnő hatást. Ezekben a talajokban a foszforsav is mindig mészhez van kötve. A mészfoszfát szénsavas vízben könnyen oldódik, ezért a növények a foszforsavnak ezt a formáját egész tenyészeti időszakuk alatt felvehetik. A mezőiségi talajokban a kiszórt foszforsav nem alakít oldhatatlan vegyületet. A felsorolt okokból kifolyólag a bázisokban bővelkedő mezőiségi talajoknak legjobb foszforműtrágyája a szuperfoszfát.

Továbbá minthogy elég mész van a talajban, a műtrágyául használt többi só sem a vasat, sem az alumíniumot nem űzi ki lekötéséből, hanem egy másik bázist, mely a talajnak kémhatását nem változtatja meg.

A talajnak kémiai reakciója.

A mezőgazdaságban a legrégebb idő óta ismernek savanyú talajokat, olyan talajokat neveztek savanyúnak, melyeken sóska-félék, savanyú füvek, sás- és kákafélék nőttek. De a talajnak savanyúságát kémiai módszerekkel csak akkor tudták meghatározni, ha olyan nagymértékű volt, hogy még a kék lakmuszpapírt is megpirosította.

Az utolsó két évtizedben azonban ilyen irányú vizsgálatokkal foglalkozó kémikusok a módszereket annyira tökéletesítették, hogy velük a talaj kémiai reakciójának eddig nem is sejtett finom árnyalatait is meg tudták határozni.

A talajoknak a kémhatása a koloidos alkatrészeknek sorbcíós tulajdonságain és a báziscserén alapulnak. A talajnak koloidos alkatrészei a humusz és az agyagos rész szénsavat kötnek meg és ha a talajnak nincsen elegendő szabad bázisa, amely ezt a lekötött szénsavat semlegesítene, akkor a vízben felszabaduló szénsav a talaj oldatát savas hatásúvá változtatja. Ezek a legsavanyúbb talajok. Ezt a fajta savanyúságot „nyíll vagy egyenes“ savasságnak mondjuk. Már ebből a megállapításból is kitűnik, hogy a podzolos fakószürke talajok csoportjába tartozóknak a savanyúsága lesz a legerősebb.

A savanyú talajoknak második csoportjába tartoznak azok, amelyeknek vizes oldata nem savanyú ugyan, hanem savanyúságuk csak akkor jelentkezik, ha valamilyen neutrális sóoldatot öntünk rájuk. Ha a talajnak koloidos alkatrészei nincsenek egészen telítve bázisokkal, akkor felbontják a sót és lekötik belőle a bázist, a savat pedig felszabadítják. A felszabadított sav mennyiségét meg is lehet mérni és ez a szám adja a talajnak *rejtett savanyúságát* és nyílt savanyúságát együttvéve. Ez a talajnak a „teljes savanyúsága“.

Van azután még egy fajta savanyúság, mely a koloidos alkatrészek bázisainak kicserélődésén alapul. A podzolos talajokban nagyon kevés bázis van, ezek között csak a vas és az alumínium van olyan laza kötésben, hogy valamely neutrális só oldatának hatása alatt kilépnek a kötésből és vegyületet alakítanak a podzolos talaj által felbontott sónak a savmaradékával. Az alumíniumnak és a vasnak vegyületei nagyobbbrészt savas hatásúak és midőn a talaj nedvességben feloldódnak, növelik savasságát. Ennek a savasságnak káros hatását növeli az a körülmény, hogy a vas- és alumíniumsóknak egy része növényi mérég, amint tehát a talajnedvességben feloldódnak, a gyökereken keresztül belejutnak a növényekbe és kifejtik mérgező hatásukat. Ilyen talajban a vetés, ha nem is pusztul ki, de megritkul és satnya marad. A savanyúságnak ezt a fajtáját *kicserélődési savasságnak*, vagy röviden *cseresavasságnak* nevezik.

A talajok savasságát csak meszezéssel lehet megszüntetni. A savasság mértékének meghatározása arra szolgál, hogy megállapíthassuk vele, hogy mennyi mészre van az illető talajnak szüksége, mert magától értetődik, hogy minél nagyobb valamely talajnak a

savassága, annál több mész fog kelleni a savasság csökkentésére. A savasság minőségének meghatározása pedig arra szolgál, hogy vele a talajnak hibáját kikutassuk és megismerve a termést gátló körülményt, védekezhessünk ellene.

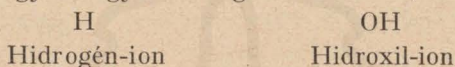
A talajok kémiai reakciójának megismerése olyan fontos adat a növénytermesztésben, hogy ennek ismerete nélkül nem lehet a termés fokozását sikerrel végrehajtani. Ezért szükségesnek tartom a kémhatás megállapítására szolgáló módszereket is röviden ismertetni.

A termőtalajok kémhatásának meghatározása.

A kémiai reakció fokát a vizes oldatban szabadon lévő hidrogén-ionok mennyiségével, azaz koncentrációjával szokták kifejezni. A hidrogén-ion-koncentráció fogalmát a következőképpen lehet érthetővé tenni :

Minden só és minden anyag vízben disszociál, azaz részben elemi alkotrészeire bomlik szét.

A kiszabadult elemeket ion-oknak nevezzük s azt mondjuk, hogy a só vagy sav vízben ionizálódik. Például maga a víz is ionizálódik. A víznek a szerkezete két hidrogén és egy oxigén (H_2O), az ionizálás úgy történik, hogy az egyik hidrogén különválik, ez lesz a



a másik pedig együtt marad az oxigénnel és vele a hidroxil-iont formálja.

A savanyú kémhatást a folyadékokban jelenlevő fölös mennyiségű hidrogén-ionok okozzák, a lúgos hatás pedig úgy jön létre, hogy a hidroxil-ionok jutnak valami oknál fogva túlsúlyra. Minél több szabad és lekötetlen hidrogén-ion van egy oldatban, annál nagyobb lesz az oldat savanyúsága, viszont minél több szabad hidroxil-ion van az oldatban, annál nagyobb lesz a lúgossága.

A desztillált vízben mindig ugyanannyi szabad hidroxil-ion szabadul fel, amennyi a hidrogén-ion s a hidroxil-ionok teljesen semlegesítik a hidrogén-ionoknak savanyú hatását, ennél fogva a valóban tiszta desztillált víz csakugyan teljesen semleges hatású, se nem savanyú, se nem lúgos.

A folyadékokban levő szabad hidrogén-ionok mennyiségét meg is lehet mérni, pontos mérés eredményeként azt találták hogy a desztillált vízben egy literben 1×10^{-7} gr. hidrogén-ion és 1×10^{-7} gr.

hidroxil-ion van. A savaknak vizes keverékében több hidrogén-ion van, mint hidroxil-ion és pedig annál több, minél több sav van a vízben, így például egy keverékben, melyben literenkint 3·63 gr. sósav van, abban a hidrogén-ionok mennyisége literenkint $0\cdot064 \times 10^{-1}$. A lúgos hatású folyadékokban is van szabad hidrogén-ion, de ezekben a hidroxil-ionok mennyisége van túlsúlyban, azért lúgos az illető folyadék kémiai reakciója. Azonban a kémiai használatban ezeknek a lúgos folyadékoknak reakcióját is a hidrogén-ionoknak literenkinti mennyiségével szokták kifejezni.* Így azt mondjuk, hogy egy olyan folyadékban, melyben literenkint 4·0 gr. lúgkő van, abban literenkint $8\cdot6 \times 10^{-14}$ gr. szabad hidrogén-ion van. Azonban ezek a számok: $0\cdot086 \times 10^{-1}$; $1\cdot36 \times 10^{-3}$; 1×10^{-5} ; 1×10^{-7} ; 1×10^{-10} mind olyanok, melyeket nagyon nehezen lehet megjegyezni, ennél fogva *Sörenssen* dán tudós ajánlatára e számok helyett általában ezeknek logaritmus értékét használják, azzal az önkényes változtatással, hogy a — (minus) jelet a számok előtt elhagyják és a nyert számokat P_H jellel (= Hidrogén exponens) jelzéssel közlik. A P_H számok értelme a következő:

$P_H = 3\cdot5 - 4\cdot5$	nagyon erősen savanyú
$P_H = 4\cdot5 - 5\cdot5$	erősen savanyú
$P_H = 5\cdot5 - 6\cdot0$	savanyú
$P_H = 6\cdot0 - 6\cdot8$	gyengén savanyú
$P_H = 6\cdot8 - 7\cdot2$	neutrális
$P_H = 7\cdot2 - 8\cdot0$	gyengén lúgos
$P_H = 8\cdot0 - 8\cdot5$	lúgos
$P_H = 8\cdot5 - 9\cdot5$	erősen lúgos
$P_H = 9\cdot5 - 11\cdot0$	nagyon erősen lúgos (szikso kivirágzás).

Ezek a számok mértékül szolgálnak a kémiai reakció fokának megjelölésére. A $P_H = 6\cdot8 - 7\cdot2$ számok jelentik a neutrális reakciót, a kisebb számok a savanyúsági fokokat, a nagyobbak a lúgossági fokokat.

A talajoknak savanyúsága azonban közönséges mértékkel mérve, nagyon csekély. Hogy a savanyúság mértékéről képet alkothassunk magunknak, sorozatba állítottam a hidrogén-ion-koncentráció számainak megfelelő víz- és ecetkeverékeket és a lúgosság mértékének megjelölésére különböző erősségű szódaoldatokat.

* Minthogy a hidrogén-ionok és a hidroxil-ionok mennyisége között szoros kapcsolat van, ezért lehet a lúgos folyadékok lúgosságának fokát is csupán a hidrogén-ionok koncentrációjával kifejezni.

Alapmértékül 100 liter, vagyis 1 hl. oldatot vettem, mert ha kisebb mennyiséget veszek, akkor a savanyításhoz, illetve lúgosításhoz olyan csekély mennyiség kell, melyet csak olyan kicsiny törtszámokkal lehet kifejezni, hogy nem tudjuk őket jól elképzelni.

$P_H = 4$	megfelel	olyan keveréknek,	melyben	1 hl.	vízben	2 deciliter	ecet van
$P_H = 5$	„	„	„	1 hl.	„	70 cem.	„ „
$P_H = 6$	„	„	„	1 hl.	„	30 cem.	„ „
$P_H = 7$	„	„	víznek,	1 hl.	„	sem ecet, sem szóda	nincs
$P_H = 8$	„	„	oldatnak,	1 hl.	„	0·07 gr.	szóda van
$P_H = 9$	„	„	„	1 hl.	„	0·3 gr.	„ „
$P_H = 10$	„	„	„	1 hl.	„	1·0 gr.	„ „

A savanyúság fokai rendkívül csekélyek. A $P_H = 5$ jelzésű talaj olyan savanyú ugyan, hogy a lakmuspapírt rögtön megpirosítja, mégis savanyúsága közönséges mértékkel mérve, rendkívül csekély, ilyen savanyúságú vizet úgy készíthetünk, ha 100 liter desztillált vízbe beleöntünk 4 pálinkáspohár közönséges asztali ecetet. De a talajbaktériumok már ezt a csekély savanyúságot is nagyon megérik, a nitrogénkötő azotobakter például ilyen savanyú talajban mind egy szálig elpusztul. A baktériumok a lúgossággal szemben már nem olyan érzékenyek $P_H = 9\frac{1}{2}$ -ig egészen jól megél a legtöbb fajta; csak a $P_H = 9\frac{1}{2}$ -en felüli lúgosságban kezdenek már elpusztulni, úgy a baktériumok, valamint a növények is. Ebből következik, hogy a savanyú talajoknak savas kémiai reakcióját enyhíteni kell, lehetőleg annyira, hogy savassága $P_H = 6\frac{1}{2}$ -re csökkenjen. A túlságosan lúgos talajoknak a lúgosságát is csökkenteni kell, mert a túlságos lúgosság is termést gátló akadállyá válhatik, a túlságos lúgosságot gipsz kiszórásával lehet csökkenteni. A talaj savasságának meghatározására kezdetben csak az elektrometrikus módszert használták, mely azon alapszik, hogy az egyes sók a villamos árammal szemben változó erősségű ellenállást fejtettek ki. Ehhez a módszerhez rendkívül komplikált szerkezetű műszert kellett használni és ezért a vizsgálatok nem is tudtak elterjedni. A bajon segítő, az amerikai agrikultur vegyészek több kolorimetrikus módszert dolgoztak ki, melyeknek segítségével a savanyúságnak rendkívül finom árnyalatait is meg tudták határozni. A gyakorlatban ez a módszer vált be legjobban és ez is van legjobban elterjedve.

A kolorimetrikus módszer az elemző kémiában használt festanyagoknak színváltozásán alapszik, melyet a változó savanyúsági és lúgossági fokokban tanúsít. Vegyük példának a legismertebb festanyagot, a lakmuszt. Ha kék lakmusszal megfestett folyadékba nagyon hig

savat csepegtetünk, akkor a folyadéknak a színe lassankint kékeslilára, majd lilára, azután piroslilára, végül pirosra változik. Ezek a színváltozások mind egy-egy reakciófoknak felelnek meg. A kék szín $P_H = 8$. A kékeslila $P_H = 7.5$, a lilaszín $P_H = 7$, a piroslila $P_H = 6$, a piros szín $P_H = 5$. Vannak azután olyan festanyagok is, amelyeknek színváltozása még feltűnőbb, például methylvörös $P_H = 4$ -nél biborpiros, $P_H = 5$ -nél vöröslila és $P_H = 6$ -nál kénsárga.

Az amerikai agrikulturnyervegyészek sorozatokat állítottak össze olyan festékekből, amelyeknek érzékenysége különböző és felölelik az egész sort $P_H = 3$ -tól egészen $P_H = 9$ -ig. Újabban Scherf E. dr. és Kühn I. dr. magyar geológus nyervegyészek egy új sorozatot állítottak egybe, amely még a sziksós talajoknak reakcióját is felöleli. Az ő festanyag sorozatuk $P_H = 3.5$ -től $P_H = 11$ -ig terjed. $P_H = 11$ -en túl terjedő lúgosságot már titrálással is jól meg lehet határozni.

A talaj teljes savasságának meghatározására a kolloidos alkatrészeknek sőt felbontó tulajdonságát használják fel. A vizsgálandó talajt káliumkloridnak normál oldatában áztatják és azután megszűrik az oldatot és meghatározzák benne a felszabadult savmennyiséget. Sokkal jobb eredményeket kapunk a semlegesítéshez szükséges mérs mennyiségnek a kiszámításához, ha káliumklorid helyett kalcium-acetátot (ecetsavas meszet) használunk. Ezzel a módszerrel állapíthatjuk meg a gyakorlatnak legmegfelelőbbben a holdankint kiszórható mérs mennyiségét.

A talajnak kémiai tulajdonságairól elmondottakból kiviláglik, hogy a többtermelés lehetősége és sikere a talajunk kémhatásának ismeretén alapszik. De nemcsak a műtrágyázás sikere, hanem gazdaságunk talajának megfelelő nemesített vetőmagnak kiválasztása is csak akkor lesz megfelelő, ha a talajok kémhatásával tisztában vagyunk. Mert a nemesített vetőmag gazdaságunkban csak akkor fogja összes jó tulajdonságait kifejteni, ha olyan nemesítőtelepről szereztük be, melynek talaja ugyanolyan kémhatást tanúsít, mint a saját gazdaságunké. Ha a két gazdaság talajának reakciója nagyon különbözik egymástól, akkor az új vetőmag már az első évben sem lesz képes összes jó tulajdonságait kifejteni, az utántermés pedig annál hamarabb és annál jobban elfajzik, minél nagyobb különbség van a két talajnak kémhatása között. A talaj kémhatásának a megállapításával olyan értékes útmutatást adott a gazdasági kémia a gazda kezébe, mely minden eddigi talajvizsgálati eredménynél használhatóbb és értékesebb.

V. FEJEZET.

A termékenység.

A termőtalaj származásának, szerkezetének és tulajdonságának tanulmányozása után elérkeztünk tehát ahhoz a kérdéshez, hogy minő összetételű talaj lesz a legtermékenyebb? Erre a kérdésre azonban csak akkor tudunk megfelelő választ adni, ha a termékenységnek összes tényezőit megismertük.

A termékenységnek tényezői a következők:

1. Klimatikai tényezők: A világosság, a meleg, a nedvesség és a porhullás mértéke.
2. Kémiai szerkezet: a tápanyag-gazdagság.
3. A termőtalajnak élő alkatrésze.

Bármilyen kedvező klimatikai tényezők uralkodnak is valamely termőtalaj felett, mégsem lesz termékeny, hacsak megfelelő számú parányi szervezet nem él benne és nem működik közre segítő szervként a növények tenyésztésében, nem látja őket el a szükséges szénnel és nitrogénnel.

Számtalan kísérlettel beigazolták már azt a tényt, hogy a sterilizált mag olyan talajban, melyben az élő lényeket megölték, nem tud kifejlődni. Kicsirázik és él, fejlődik addig, ameddig a magban lévő tartaléktápanyagok megengedik, ekkor azonban megáll fejlődésében, elsárgul és végül elpusztul, mert nem kap elegendő szenet és nitrogént, mert megölték a talajban azokat az élő lényeket, melyek ezt a két fontos táplálékot szolgáltatják.

A klimatikai tényezőknek és a talaj tápanyag-gazdagságának hatását, melyet a talajnak tulajdonságaira és ezeken keresztül a termékenységre gyakorol, már az előbbi fejezetekben megtárgyaltuk. Most még csak a talaj élő alkatrészének összetételét, szerepét és hatását kell megvizsgálnunk.

Olyan humuszos talaj, melyet vagy futóhomok, vagy ártéri iszap lefödött és ilyen módon mélyebb altalajba került, elveszti termékenységét, mert a benne lévő mikrobák ilyen környezetben elpusztulnak és a talaj élettelen humuszos földdé válik. Mert különbséget kell tenni *talaj* és *föld* között.

A föld és a talaj.

Földnek nevezzük azt az élettelen anyagot, amelyből a felszínen érvényesülő természeti hatások a talajt kialakították. Tudományos

értelemben a föld a rajta fekvő talaj anyagközete. E szó szántóföld nem azt jelenti, hogy a szántónak a talaja, hanem a földbirtoknak azt a részét jelzi, melyen a szántók vannak telepítve. Ellenben talaj elnevezés alatt a földnek azt a legfelső részét értjük, mely a levegő hatása alatt áll s az itt érvényesülő sokféle tényezőnek munkája révén átalakult; *a földből a természet munkája talajt alakított.*

A föld élettelen anyag, változása oly lassú, hogy emberi mértékkel mérve, változatlanoknak látszik. Ezzel szemben a talaj a rajta és benne tenyésző szerves étellel együtt folyton változik és átalakul, átalakulása már rövid idő leforgása alatt oly gyors és tökéletes lehet, hogy a gazda saját szemei előtt láthatja és megfigyelheti. A talaj oxigént és nitrogént vesz fel a levegőből és szénsavat, meg ammóniákat lehel ki. Továbbá a levegő alkotrészeiből, szénből, nitrogénből, oxigénből és a csapadékok vizéből új szerves vegyületeket épít fel, melyek a talajnak egyik fontos alkotrészeivé, nevezetesen humusszá válnak.

Az elmondottakat egybevetve látjuk, hogy a föld élettelen holt anyagával szemben a talaj az ő folyton fejlődő, lélegző és alakuló természeténél fogva, az élő anyagot képviseli. Megítélését és kezelését tehát szintén ehhez kell szabnunk. Ennélfogva a talajnak az lesz a legjobb kezelési módja, az lesz a legtökéletesebb művelési eljárás, amely lehetővé teszi életjelenségeinek minél tökéletesebb módon való kifejlődését. Mezőgazdasági értelemben az a talaj lesz a legtermékenyebb, mely legerőteljesebben lélegzik és a levegőből legtöbb szén- és nitrogént köti le és bent a talajban a legtöbb szénsavat és ammóniákat fejleszt.

Mindebből pedig az következik, hogy a talajnak azt az alkotrészt, mely az ásványi alkotrészekon kívül a termékenységnek olyan fontos tényezője, részletesen meg kell vizsgálni és azt a hatást, amelyet a termékenységre gyakorol, meg kell ismernünk, mert csak ennek a tudásnak az alapján leszünk képesek arra, hogy talajunknak termőerejét megőrizzük és termékenységét fokozzuk.

A termőtalajnak élő alkotrésze.

A talajban levő élettelen alkotrészekon kívül rendkívül fontos szerepet játszanak a növény táplálkozásában azok a parányi szervezetek, melyek a termőtalajt benépesítik. Közülök a fontosabbak a baktériumok, a gombák (penészgombák), az algák vagy moszatok, a protozoák vagy őslények, a nematodák és egyéb alsóbbrendű

rovaroknak sok száz fajtája. A talajban élő társaságnak összeségét „edaphon“-nak nevezik. Az „edaphon“ nevet Francée Rezső, külföldön élő tudós hazánkfia használta legelőször, aki az edaphonnak legalaposabb kutatója és ismerője.

A talaj termékenységének szempontjából legfontosabbak a baktériumok. Minden talajban, amelyben növények élnek, baktériumok is tenyésznek, mert baktérium közvetítése nélkül nincsen növényi élet. A vizsgálatok kimutatták, hogy a baktériumoknak spórái a légkörben mindenütt el vannak terjedve. Grönland jégtakarója fölött a levegő éppen úgy tartalmaz baktériumspórákat, mint a földnek bármely pontján, amelyet növényzet borít. A magas hegységben, 3400 méter magasságban gyűjtött talajpróbákban is nagyszámban lehet a baktériumokat kimutatni.

A baktériumoknak a szerepe a talajban rendkívül sokféle, azonban mindazok a fajták, amelyek a növényeket táplálkozásuk közben segítik, oxigént kívánnak tenyészetükhöz. Ezeket aerobok-nak, (aerobiták-nak) nevezik. A másik csoportot, amelyeknek tagjai oxigénnélküli környezetben is meg tudnak élni, anaerobok-nak nevezik, ez utóbbiaknak a növények tenyészetében nincs szerepe.

Az edaphonnak összes tagjai életműködésük közben szénsavat lehelnek ki, ebből a szénsavból veszik a növények annak a szénmennyiségnek egyrészét, amelyből testüket felépítik. Mennél nagyobb számú az edaphon valamely talajban, annál több szénsavat fejleszt és abból kifolyólag annál termékenyebb lesz a talaj. Az edaphonnak tagjai azonban nem egyformán hasznosak, sőt életműködésük alapján két csoportra oszthatók. Az egyik csoportba tartoznak a hasznosak, melyek közreműködésükkel a növények táplálkozását elősegítik; a másik csoportba tartoznak a károsak, amelyek a növények segítő-társait, a baktériumokat és a gombákat felfalják és ezáltal a talaj termékenységét csökkentik. Az edaphonnak hasznos tagjai közé tartoznak a baktériumok, a gombák és a moszatok; a káros tagjai közé tartoznak az őslények (amöbák), azután az ostoros állatok (ciliáták és flagelláták). A gazdának tehát arra kell törekedni, hogy talajában az edaphon hasznos tagjainak elszaporodását tegye lehetővé és hogy meggátolja a károsaknak elszaporodását.

Az edaphonkutatás feltárta azokat a feltételeket, amelyek a hasznosaknak elszaporodását megkönnyítik és a károsaknak, a baktériumfalóknak életét pedig megnehezítik. Az idevágó vizsgálatoknak eredményéből kitűnt, hogy a talajoldatnak kémhatása rendkívüli

módon befolyásolja a baktériumoknak életlehetőségét, nevezetesen, hogy savas kémhatású talajban a hasznos baktériumok nem tudnak megélni. A meszezésnek egyik termésfokozó hatása éppen abban mutatkozik, hogy a savas talajoknak káros savanyú hatását csökkenti, ezáltal lehetővé teszi a hasznos baktériumoknak elszaporodását. Az edaphonnak káros tagjai inkább savas hatású talajokban élnek könnyebben és szaporodnak gyorsabban, meszezéssel tehát a káros tagoknak életlehetőségét nehezítjük meg és meggátoljuk elszaporodásukat.

A talajbaktériumok és gombák.

A termőtalajban igen nagy tömegben élnek baktériumok; egy köbcentiméter talajban 10—20 millió baktérium él. A baktériumok száma a talajban a mélység növekedésével fogy. Az a mélység, ahol már baktérium nem él meg, a talaj minősége szerint változik; lőszben például még 4—5 méter mélységben is találni élő baktériumokat, mert a lősz porózus és az elhalt gyökerek helyén maradt csövekben a levegő oxigénje ilyen mélyre is lehúzódik, feltéve, ha a lősz száraz. Ezzel szemben nedves talajban már 2 méter mélységben néhány százra olvad le a számuk.

Cellulózét felbontó baktériumok.

A talajbaktériumoknak legfontosabb szerepe abban rejlik, hogy a talajban levő szerves anyagokat felbontják, szénsavat és vizet készítenek belőlük, a nitrogéntartalmú vegyekből pedig ammóniákat alakítanak. A szerves anyagokban levő cellulózét azonban a termőtalajban nem baktériumok, hanem penészgombák élik fel és testüket építik fel belőle.

Aratás után ha gödröt ásunk a szántóföldben, akkor azt tapasztaljuk, hogy a talaj át és át van hálózva fehér szálakkal, az elhalt gyökereket számtalan fehér szál veszi körül, a talaj olyan, mintha penészes volna. Mikroszkóp alatt ezek a fehér szálak gombamycéliumoknak bizonyulnak. Ezek a gombák egészen addig élnek, amíg a nagy őszi esők be nem következnek. Ha a talaj egészen átnedvesedik, akkor ezeknek a gombáknak a testét baktériumok támadják meg és lassankint elfolyósítják (nyilván enzimeknek a segítségével). A talajnedvesség az elfolyósodott gombatestet feloldja és lefelé viszi a talajban. De ez a kolloidos oldat csak addig jut el, amíg olyan réteget

el nem ér, ahol sok szabad bázis van, a bázisok feloldódnak a lefelé szivárgó talajnedvességben és rögtön megalvasztják a kolloidokat, ezek leválnak s szaporítják a humusztartalmat. Ez a termőtalajokban a humuszképződésnek módja.

Nedves talajokban, ahol a bomló szerves anyagokhoz nem jut elegendő oxigén, ott anaerobos baktériumok szaporodnak el és a cellulózt methángázzá és vízzé bontják fel, a bontási folyamatoknak ez a formája azonban csak levegőtől elzárt helyen alakul ki, tehát vízállások fenekén, a tőzegrétegekben és nagyon nedves rétek talajában.

A cellulózénak felbontásában a felsorolt szervezeteken kívül még olyanfajta baktériumok is részt vesznek, amelyek a kender és a len áztatásakor a rostsálakat leválasztják a farészről.

Cellulózét felbontó gombák. Az erdők harasztjában azonban legnagyobb részt csak penészgombák bontják el a harasztban felhalmozódó szerves anyagokat. A penészgombáknak ez a fajtája földszintes házaknak farészeiben is elő szokott fordulni és ott elpusztítja a fát; közönségesen *házigombának* vagy *fagombának* nevezik. Eddig nálunk ennek a fagombának nyolc fajtáját ismerik, mindegyik felszívja a fának az anyagát és testét építi fel belőle. Lomberdőben a harasztban az ág és gallyrészek mind ilyen fagombának gyökérszálaival van behálózva. Nagyon nedves klíma alatt a harasztnak az egész testét penészgombák myceliuma szövi át és összeálló réteggé köti össze. Az ilyen harasztot nyers humusznak vagy savanyú humusznak nevezik, mert a kémhatása nagyon savanyú. A savanyú kémhatású harasztban a szerves anyagok nagyon nehezen bomlanak el, mert ilyen savanyú közegben baktériumok nem tudnak megélni s a cellulóze elbontását kizárólag penészgombák végzik és ezek nagyon lassan dolgoznak.

A szén-savszolgáltatás fontossága a növénytermelésben. A növényeknek testük felépítéséhez a vízből és a szénből kell a legtöbb, mert a száraz növényi anyag 36—39%-ban szén és 53—55%-ban hidrogén és oxigén, ezzel szemben az eléghetetlen hamualkatrésze csak 4—5%. Minden 100 gr. szárazanyag felépítéséhez tehát 146—136 gr. szén-savat és csak 4—5 gr.-nyi ásványi sót kell a növénynek felvenni, tehát 20—28-szor annyit, mint ásványi sót. Minthogy a növénynek csirázástól magérlelésig vízzel együtt szénre is van szüksége, ebből önként következik, hogy az a növény fog legbüjebben és leggyorsabban fejlődni, melynek csirázástól magérlelésig legtöbb szén-sav áll rendelkezésre.

Az eddigi tanítás szerint a növények csak a leveleikkel veszik fel a szénsavat és megelégszenek azzal a szénsavmennyiséggel, amely a légkörben van. Ezt a felfogást azonban az újabb időben végzett vizsgálatok megdöntötték, úgyhogy a régi felfogást a vizsgálati eredmények alapján helyesbíteni kell.

A szénsav felvételére vonatkozó vizsgálatokból kitűnt, hogy a növények a szénsavat kétféleképpen veszik fel: egyrészt a levegőből a levelük segítségével, másrészt a talajból a gyökereik segítségével.

A talajnedvesség mindig telítve van szénsavval és a tápanyagok egy részét bikarbonátok alakjában tartalmazza s midőn a növény vizet szív és táplálékot vesz fel gyökerein keresztül, akkor bikarbonátok is kerülnek a növényi nedvbe, melyeknek szénsavát azután felhasználják szénsavszükségletüknek fedezésére.

A levegőnek 10 köbméterében átlagban 3 liter szénsav van; szélsőséges időben a növények ezt az átlagot leapasztják 2 literre és még ennél is kisebb hányadra. A levelek szénsavfelvételének mechanikáját eddig úgy magyarázták, hogy annak a légrétegnek a helyére, amelyben a levelek a szénsavtartalmat leapasztották, felülről olyan levegő tódul, amelyben még megvan az eredeti szénsavtartalom. A kihasznált levegőnek a pótlása áramlás, diffúzió útján történik. Ámde a gázok diffúziója rendkívül lassú folyamat, sokkal lassúbb, semhogy a növények képesek lennének a levegőnek diffúzió útján felújuló szénsavtartalmából ebbeli szükségletüket fedezni.

Egy négyzetméter levélfelület óránként 0·13 gr. szénsavat tud felvenni és feldolgozni. Hogyha a növényeknek szénsavszükségletük fedezése alkalmával a légkörnek csak a diffúzió útján pótlódó szénsav mennyiségére kellene várni, akkor naponta 1 négyzetméter levél nem tudna 1·5—2 gr. szénsavat felvenni, hanem ennél sokkal kevesebbet. Emiatt azután pl. a tavaszi gabona nem tudná testét 82—125 nap alatt felépíteni, hanem ehhez a munkához 300—360 napra is szüksége volna. Továbbá tekintetbe kell még vennünk azt a szénsavmennyiséget is, amely a növényeknek a tápanyagfelvételhez kell, amelyet a gyökereikből választanak ki, még ez is növeli a fejlődéshez szükséges szénsav mennyiségét. Egy hektár területen 2 millió búzató él és 100 nap alatt 60 mázsa szénsavat lehel ki gyökerein keresztül.

Az elmondottak alapján tehát nyilvánvaló, hogy a növények összes szénsavszükségletüket a légkörnek átlagos szénsavtartalmából nem tudják fedezni. Minthogy mégis fedezik, tehát kell egy olyan szénsavforrásnak lennie, amely eddig rejtve maradt a kutatók előtt.

A légkör szénsavtartalmának két forrása van : egyik a geológiai erőknek eredménye, a másik pedig a szerves élet terméke.

1. A szénsavnak egyik része a föld mélyéből ered, onnan, ahol a hőfok már oly magas, hogy kiüzi a kőzetekből a szénsavat, mely a szilárd kéreg pórusain és nyílásain keresztül kerül a légkörbe.

2. A szénsavtartalomnak másik része a föld felszínén élő növényeknek és állatoknak életműködéséből ered. A szerves élet által termelt szénsavnak egy részét azonban azok a parányi szervezetek termelik, amelyek a talajban élnek. Azoknak az élőlényeknek a súlya, amelyek egy holdnyi területnek 50 cm. vastag rétegében élnek, 40—50 mázsára tehető. Egy négyzetméter talaj óránként 1 gr. szénsavat termel. Ez hektáronként naponta 10 kg. és 100 nap alatt 10 mázsa. A tavaszi árpa termésében 24 mázsa szénsav van, a mikrobák tehát ebben az esetben az összes szénsavmennyiségnek körülbelül felét szállították. Persze minél több mikroba él valamely talajban, szénsavtermelése annál nagyobb. A szénsavtermelés legerősebb éjjel, mikor a levegő a talaj felett lehűl és a szénsavval telített melegebb talajlevegő felfelé áramlik ; ez az áramlás egész délelőtt tart, csak délben szűnik meg, ezután már csak diffúzió útján cserélődik ki a talaj levegője.

Újabban a természettudományokban a matematika mind nagyobb szerephez jut, ennek köszönhető, hogy a növénytaplálkozás terén ezek a fent felsorolt kérdések is felvetődtek és a tudósokat a régebbi vizsgálatoknak pontosabb és tökéletesebb eszközökkel való megismétlésére ösztönözték, a vizsgálatok eredményeit számításokkal ellenőrizték. Megvizsgálták az élő növényeket körülvevő levegőnek szénsavtartalmát óránként a napnak minden szakában. A vizsgálatok olyan meglepő eredményeket szolgáltatottak, hogy ezeknek alapján az összes régebbi megállapításokat helyesbíteni kellett. A vizsgálatok a következő eredményeket szolgáltatották :

1. A növényeknek tenyészidejük alatt sokkal több szénsavra van szükségük, mint amennyit leveleikkel a levegőnek átlagos szénsavtartalmából fedezni tudnak.

2. A szükséglet nagyobb részét a talajban élő mikrobák szolgáltatják, melyek életműködésük közben szénsavat és ammóniákat lehélnék ki. Ez a szénsav a növényeket környező levegő szénsavtartalmát megsokszorozza. A levegő átlagos szénsavtartalma 100 köbméter levegőben 30 liter s a növényzettel fedett talaj felett 30 cm. magasságban 198 litert találtak.

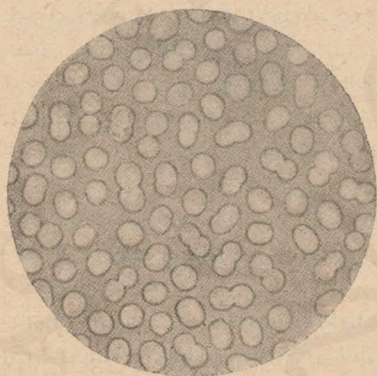
3. Minél több szénsavat kap a növény zsenge korában, annál gyorsabb és bujább fejlődésnek indul. Ez a gyors fejlődés különösen a tenyészeti időszak kezdetén fontos, mert erőteljesebb növényeket hoz létre, abban az időben, amikor a száraz időszakok elkezdődnek. A fejlettebb növények jobban ki tudják a nedves időszakokat használni és a szárazaknak sikerebben tudnak ellenállani. Az a növény, mely kora tavasszal erőteljesebb és kifejtettebb, mindig több magot hoz, mint az a másik, amely csak később fejlődik és fejlődésében elkésik.

Ammóniákat termelő baktériumok. A talaj termékenységére nézve legfontosabbak azok a baktériumok, amelyek a szerves anyagoknak nitrogéntartalmú vegyületeit, a fehérnyeféléket bontják fel. A felbontás alkalmával a fehérnyefélékből ammóniákat készítenek. A kiszabaduló ammóniákat elnyeli a szénsavtartalmú talajnedvesség és ebből lekötik a talajnak kolloidos alkatrészei, nevezetesen a humusz, meg az agyagos rész. A fehérnyeféléket azonban nemcsak baktériumok, hanem gombák is felbontják és szintén ammóniákat alakítanak belőlük.

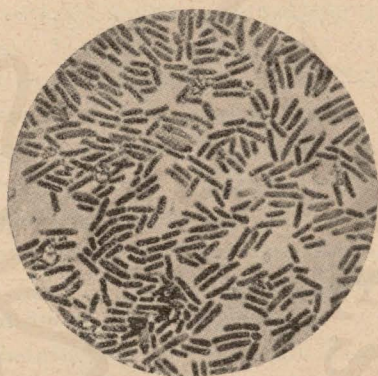
Végül meg kell emlékeznünk azokról a bacillus-fajtákról, amelyek az amidokat, a hűgysavakat és hippursavakat dolgozzák fel. Ezek közé tartoznak a gazdának azok a segítő munkatársai, amelyek a mésznitrogénnek az átalakítását végzik. Baktériumoknak segítségével a mésznitrogén a talajban változatlan és a növényzet számára használhatatlan anyag maradna. A mésznitrogén mészcyánamid, mely a talajban nedvességet szív magába és felbomlik előbb szénsavas mészre és cyánamidra, végül hűganyyra, ez utóbbi vegyületet azután már a baktériumok bontják fel ammóniákra.

Szabad nitrogéngázt lekötő baktériumok. A talajban nagy számban élnek olyan baktériumok is, amelyek képesek nitrogéngázt is lekötni és testük felépítésére felhasználni. Közülük legelőbb a *Clostridium Pastorianum* nevű baktériumot 1898-ban Winogradsky fedezte fel. Ez a baktériumfajta anaerobionta, azaz csak olyan légkörben képes megélni, amelyben oxigén nincsen. De a talajban mégis nagy számban fordul elő, ami életfeltételeivel ellentétben áll. További vizsgálatok kimutatták, hogy a *Clostridium P.* a talajban két másik parányi szervezettel együtt él, amelyek az általa lekötött nitrogénvegyeket használják fel, viszont a levegőt körülötte megtisztítják az oxigéntől, így ebben az életközösségben ennek az anaerobiontának a fejlődését és megélhetését is lehetővé teszik.

A nitrogénkötő baktériumok között azonban a mi klimánk alatt a legfontosabb az *Azotobakter chroococcum*, melyet Krüger 1901. évben fedezett fel. Az azotobakter növényi szerves anyagoknak bomlási termékeiből él és különösen a bomláskor alakuló szénhidrátoknak szénét használja fel asszimilációra. Mindezek a szénhidrátok a növényi rostoknak a talajban való korhadása alkalmával keletkeznek. A cellulózét bontó szervezetek és egyéb baktériumok megtámadják a szalmát és a növényi szárrészeket, különféle szénhidrátokat készítenek belőlük, ezeket a bomlási termékeket dolgozza fel az azotobakter és elszapo-



27. kép. *Azotobakter agilis* nitrogénkötő baktérium. A termőtalajnak egyik legfontosabb baktériuma. (1000-szeres nagyítás.)



28. kép. *Clostridium Pastorianum* nitrogénkötő baktérium, mely a talajban egy zöld moszattal együtt élve köti le a levegő nitrogénjét. (1000-szeres nagyítás.)

rodva, nitrogénvegyekkel gazdagítja a talajt. Az elmondottakból az a nagyon fontos tanulság adódik, hogy az istállótrágya tehát nemcsak azzal a nitrogéntömeggel növeli a talajnak a tápanyagtartalmát, amelyet kész só alakjában visz bele, hanem még nagyobb annak a nitrogénsónak a tömege, melyet a bomló növényi anyagokon megtelepült azotobakter készít. De az azotobakter csak olyan talajban tud megélni, amely porózus, légjárható és amelynek kémhatása neutrális vagy közel neutrális. Savas talajoknak a meszezése tehát azért is fokozza a termékenységet, mert csökkentve a talajnak savas hatását, lehetővé teszi az azotobakternek a megélhetését, ezzel a talaj nitrogénkészletének felszaporodását segíti elő.

Azonban az azotobakter nem minden talajban van; hiányzik különösen azokból a talajokból, amelyeket savas hatású erdőtalajoknak helyén telepítettek, bár a talajnak minőségére való tekintetben ebben meg tudna már élni, de még nem települt meg. Ilyen esetekben rendkívüli módon fokozza a talajnak termékenységét, ha a hiányzó azotobaktert ebbe a talajba beoltjuk. A beoltás nyomán nagyon gyorsan el fog szaporodni és a talajnak termékenysége a beoltással műtrágyázás nélkül is észrevehetően emelkedik. Természetesen idővel ilyen újonnan feltört erdőtalajban is meg fog az azotobakter telepedni, mert a szél elhozza ide is a spóráját; csak hogy ez mindig csak sok év elteltével történik, a gazda pedig nem ér rá várni. A beoltás sietteti a talajbaktériumoknak elszaporodását és a gazdának már két-három év alatt olyan terméseket biztosít, aminket beoltás nélkül csak 5—10 évi erős talajművelés és trágyázás után érne el.

A két felsorolt baktériumfaján kívül még sok más szervezet, az edaphonnak még számos tagja képes nitrogéngázt lekötni és abból nitrogéntartalmú vegyületet készíteni. Nagyon nedves klímájú tájakon, ahol a termőtalajnak kémhatása erősen savanyú, ott főképpen penészgombák csoportjába tartozó szervezetek végzik a levegő nitrogénjének lekötését.

A növények gyökerén élő nitrogénbaktériumok. A talajban nemcsak szabadon élő nitrogénbaktériumok vannak, hanem még több azoknak a baktériumoknak a száma, amelyek a növényeknek testében, vagy pedig csak a növény gyökerének a felületén élnek és itt közvetítik a nitrogénszükségletet. A baktériumok a növényektől ásványi sókat kapnak, ezzel szemben a talajlevegő nitrogénjét felszívják és ebből nitrogénvegyületeket alakítanak, melyeket viszont a virágos növények szívnek fel és ebből fedezik nitrogénszükségletüket. Ilyen baktérium nagyon sokféle fajta van, eddig azonban csak a pillangós növényeken élő baktériumokat, a „*Bacterium radicicola*“ fajtát tanulmányozták és ennek élettevékenységét derítették ki. A *Bacterium radicicola* a talajban él és ha pillangós növényt vetünk ebbe a talajba, akkor belehatol a gyökerébe és az anyanövényt gyökérgumók készítésére készíti. A baktérium ezekben a gyökérgumókban kifejlődik és nagyon elszaporodik. Virágzás után azonban, amikor a pillangós növények a magot nevelik, akkor a növény felszívja a baktériumoknak testét és a testükben levő nitrogéntartalmú vegyületet használja fel arra, hogy belőle a pillangós növények magjának magas fehérnyetartalmát kiépítse.

Eddigi vizsgálatok szerint, minden pillangós növényfajtának egy meghatározott külön fajta bacillusa van. Egyik növényről a másikra a bacillusokat nem lehet átvinni. De a magnak a megfelelő bacillussal való beoltása révén az illető pillangós növénynek lehetővé tesszük a fejlődését olyan talajban is, amelyben eddig ez a fajta nem termett; ezzel szemben a magnak beoltása nélkül ezt a pillangóást az illető talajban nem lehetne felnevelni.

Ilyen baktériuma van az ákácnak is. A duna-tiszaközi futóhomok-területen levő ákác-csemetekertekben sokszor tapasztaltam, hogy baktériumokkal telt gumók az ákác gyökerén csak olyan homokon alakulnak, melynek humusztartalma nagyon csekély, míg a fekete humuszos homokban, melyet a buckák közötti mély edényekben lehet találni, az ákácnak répagyökeréhez hasonló gyökérzete fejlődik, melyen gyökérgumó nincs. A csemeték mégis éppen ebben a homokban fejlődnek legjobban. Ebből a tapasztalatból egy nagyon fontos szabály adódik: *A pillangós növények csak akkor fejlesztenek gyökérgumókat, ha a talajnak nitrogénkészlete kevesebb, mint amennyi nekik a magban levő fehérnyetartalomnak felépítéséhez szükséges. Ha ellenben a növény a talajnedvességéből erre a célra elég nitrogént kap, akkor gyökérgumókat nem alakít.*



29. kép. A pillangósvirágú növények gyökerein levő gumókban élő *Bacterium radicolica* életformái.

A pillangósokon kívül még számtalan más növénynek is van olyan baktériuma, amely a gyökerekre rátelepszik és azon egy burkot alakít, mely hüvelyszerűen veszi körül a gyökér végét. Ezt a baktériumburkot „*Mycorrhiza*”-nak nevezik. Legismertebb ezek közül az égerfának, az oljafának (*Elaeagnus angustifolius*) baktériuma, mint a két fa gyökérgumókat is fejleszt olyan talajban, ahol erre szüksége van. Újabban a legtöbb erdei fáról megállapították már, hogy mycorrhizája van és minden olyan talajban, ahol szükséges, igénybe is veszi a baktériumoknak segítségét.

Kertekben, ahol gazdag a talaj, ott a gyökereken nincsen sem gumó, sem pedig baktériumburok; ott a fák a kellő mennyiségű

nitrogént fel tudnak venni baktériumok közvetítése nélkül is. De a humidus klímaöv kilúgzott és bázisosban szükölködő talajaiban a legtöbb erdei fának mykorrhizája van, mert ezek segítségével nélkül nem tudnának kellő mennyiségű nitrogént felvenni.

Nitrifikáló baktériumok. A talajban lekötött ammóniák azonban nem marad meg ebben a formában, hanem átalakulást szenved. Vannak bizonyos baktériumfajok, amelyek a talajnedvességben oldott ammóniáksókat oxidálják, előbb salétromos savat, azután ebből salétromsavat készítenek; ezt a munkát végző baktériumokat *nitrifikáló baktériumoknak* nevezik. Európában a nitrifikáló baktériumokat szintén Winogradsky fedezte fel 1904-ben és az ammóniákat salétromos savvá alakító baktériumokat *Nitrosomonas europea* néven ismertette, a salétromos savat salétromsavvá feldolgozó baktériumot pedig *Nitromicrobium germinans* néven. E két leírt fajtán kívül még több baktériumfajta van, amely ugyanezt az átalakítást végzi. Így a többi között Svédország fenyőerdeinek savas talajában is él egy fajta nitrifikáló baktérium, de ennek eddig csak működését ismerik, magát a baktériumot még nem tenyésztették ki tisztán.

A nitrifikáció csak semleges, vagy lúgos hatású talajban megy végbe, amelyben elegendő mész és magnézium áll a nitrifikáló baktériumok rendelkezésére; savanyú közegben ezek a fentemlített baktériumfajták nem tudnak megélni. A növények nitrogén szükségletüknek fedezésére fel tudják használni az ammóniáknitrogént is éppen úgy, mint a salétromnitrogént, azonban a kétféle nitrogén a termés minőségében igen nagy különbséget okoz. Salétrom nitrogénnel táplált búzának nagy a sikértartalma, a cukorrépának magas a cukortartalma, a szőlőnek cukortartalma és zamata, a dohányynak salétrom- és illóolajtartalma, továbbá zamata. A salétromnitrogénnel táplálkozó dohány jól ég, az ammóniáknitrogénnel táplált rosszul ég és bűdös. A termés mennyiségére nincsen hatással, akár ammóniáksóból, akár salétromsóból fedezi a növény nitrogén-szükségletét, de a termés minősége tisztán attól függ, hogy a termőtalaj jól nitrifikál-e.

Mészbaktériumok. Még egy nagyon fontos baktériumról kell megemlékeznünk, mely lúgos és neutrális talajban él. Ez a mészbaktérium.

A növényi testben oxálsavas mész is van és ezt az oxálsavas meszet a szerves anyagok elbontása alkalmával bizonyos fajta baktériumok támadják meg, az oxálsavat felszívják és szénsavvá alakítják át.

Egy másik baktériumfaj pedig a foszforsavas mészre telepedik rá és ezt alakítja át, a foszforsavat felszívja és a meszet szénsavas mész alakjában kiválasztja. Ennek az utóbbi baktériumnak különösen mészben szűköldődő taljban van nagy fontossága, ahol a foszforműtrágyáknak feltárásában fejt ki nagyon hasznos munkásságot.

A kénbaktériumok. Meg kell még emlékeznünk a kénbaktériumokról is, amelyek a nedves talajban mindenütt feltalálhatók. Vannak olyanok, amelyek kénhidrogént bontanak fel, illetve szulfidokat oxidálják kénsavvá és olyanok, amelyek rothadó, szerves anyagokban a fehérnye kéntartalmát bontják fel és kénhidrogént készítenek belőle. A kénsavas sókat felbontó baktériumok ként választanak ki, ezzel szemben vannak olyan baktériumok is, amelyek a tiszta kénport dolgozzák fel és kénsavas sókat készítenek belőle. Ezt az utóbbi fajtát azért említem meg, mert olyan országokban, ahol a kén olcsóbb, mint a kénsavas só, ott a kénport sikerrel lehet a kénsavas sóknak a helyettesítésére használni. Így például Észak-Amerikában a szikes talajoknak a javítása alkalmával a talajokat kénporral hintik be, a kénport a baktériumok megtámadják és kénsavas sókat alakítanak belőle, amelyek aztán a talajnedvességben feloldódnak és ilyen módon fejtik ki hatásukat.

A vasbaktériumok. A talajban vannak olyan baktériumok is, amelyek vastartalmú vízben élnek és a vasat felhalmozzák a testükben. A felhalmozott vas fejlődésüknek bizonyos szakában oxidálódik és vasrozsda lesz belőle. Vízállásos helyeken, ha csatornát ásnak, akkor a csatorna oldalán befolyó víz helyén gyakran látni sárgás, kocsonyás baktériumtelepeket. Idővel ezek a telepek annyira megvastagszanak, hogy beleszakadnak a csatornába és a víz elsodorja őket. Ebből a kocsonyás baktériumtelepből lesz a limonit, vagy gyepvasérc.

A baktériumok azonban sokszor fejlődésüknek csak első stádiumáig jutnak el és ilyenkor az állóvíz felszínén olajfolthoz hasonló, szivárványszínű hárttyát alakítanak. A víz ilyenkor úgy néz ki, mintha petróleumot öntöttek volna rá. Ezt a jelenséget csak azért említem meg, mert számtalan esetben küldenek be gazdák a Földtani Intézethez ilyen vizet, mint kifolyó petróleum jelét. A petróleumot nagyon könnyű szagáról megismerni; ha a hárttyás víznek nincs szaga, akkor a hárttyát a víz felszínén nem petróleum, hanem vasbaktériumoknak telepe alakítja.

A talajgombák.

A talajban élő hasznos baktériumok rendkívül érzékenyek a talajnak kémhatásával szemben úgy, hogy csak nagyon gyengén savanyú vagy neutrális és lúgos talajokban tudnak megélni, savanyú talajokban mindig kevés a hasznos baktérium. Minthogy savanyú talajokban a talajnedvesség még szegényebb növényi tápanyagokban, mint a lúgos talajokban, ennél fogva a növényeknek a táplálékfelvétel alkalmával közvetítésre és segítségre még nagyobb szükségük van, mint a tápanyagokban bővelkedő semleges és lúgos talajokban. A természet bölcs berendezése ezen a bajon is segített, mert savanyú kémhatású talajokban a baktériumoknak a szerepét a gombák veszik át. Ezek kötik le, halmozzák fel a testükben a levegő nitrogénjét, ezek telepednek rá virágos növénygyökér végeire, hogy a növényeknek nitrogénszükségletét közvetítsék.

Nagyon sok vizsgálat történt annak kiderítésére, hogy a gombafélék tudnak-e nitrogént megkötni és e vizsgálatok alkalmával kitűnt, hogy a semleges és lúgos hatású talajokban a gombák nem kötnek le nitrogént, de a savanyúakban igen. A talajban élő gombák között legfontosabbak *Cladosporium-félék*, amelyek az erdei harasztban és a komposztban szaporodnak el. Ezenkívül még sok gombafajta él a talajban, amelyek szerves anyagot bontanak fel és nitrogént kötnek meg. Ezek közül legismertebb az Erica gyökerén élő gomba, a „*Phoma-féle*“, mely a gyökérvégeken mycorrhizát alakít.

Továbbá nagyon sok penészgomba él az erdei harasztban és néhányan közülök a szerves anyagok elbontásával a humuszalakulást segítik elő. Leggyakoribbak a *Verticillum*-, *Botrytis*-, *Mucor*- és *Fusarium*félék. A penészgombák savas hatású közegben tudnak legjobban fejlődni, ennél fogva különösen savas kémhatású talajokban és olyan harasztban szaporodnak el, amely nagyon nedves klímájú erdőben halmozódik fel. Ilyen körülmények között a harasztnak növényi részeit myceliumaival át- és átszővi és olyan összeálló takarót alakít belőle, hogy ezt egy darabban le lehet a föld felszínéről emelni. A humusznak ezt a fajtáját, mely penészgombákkal van átszőve, *savanyú humusznak* vagy *vadhumusznak* nevezik.

Algák, vagy moszatok. A talajban rendkívül sok kovamoszat is él. R. H. Francé hazánk fia, az edaphonnak híres kutatója, eddig 85 fajtát állapított meg közülük, melyek a szántóknak és az erdőknek talajában élnek.

A kovamoszatok életműködésük közben szintén szaporítják a talajnak nitrogéntartalmát, amennyiben válladéuk, amelyet időnként testükből kiküszöbölnek, nitrogéntartalmú.

A kovamoszatokon kívül a zöld moszatok és a kék moszatok helyenként nagy tömegben élnek a talajban. Az összes eddig felsorolt szervezetek a humuszalakításban vesznek részt és a talajnak nitrogéntartalmát növelik.*

Az edaphonnak kártevő tagjai.

Az edaphonnak eddig felsorolt szervezetei életműködésük közben olyan anyagokat készítettek, amelyek közvetlenül vagy közvetve fokozzák a talajnak termékenységét, azaz a talajerő fenntartásához járulnak hozzá. Vannak azonban nagy számban olyanok is, baktériumok, gombák, moszatok és véglények szép számmal, amelyek életműködésük közben a talajnak termékenységét csökkentik.

Denitrifikáló baktériumok. Legfontosabbak ezek közül azok a baktérium- és gombafajták, amelyek a talajban alakított salétromsókat felbontják elemeire, úgyhogy végül a nitrogén gáz alakjában távozik a talajból. Eddig mintegy 83 fajta ilyen szervezet ismeretes, amelyek nemcsak a salétromot, de még az ammónsókat is felbontják.

A denitrifikáló szervezetek olyan talajban szaporodnak el, mely tömött, melyben nagyon kevés hézag van, úgyhogy az az oxigén, ami felülről ezekbe a talajhézagokba belehatol, hamar felhasználódik. A beálló oxigénhiány megakasztja azoknak a baktériumoknak a fejlődését, melyek oxigént vesznek fel. Ilyen körülmények között csak olyan fajta baktériumok tudnak megélni, amelyeknek életműködéséhez oxigén nem kell. Ezek a fajta szervezetek a salétromsavnak, a vasoxidnak és más oxigéntartalmú vegyületeknek felbontásakor felszabaduló oxigént veszik fel, ebből fedezik oxigén szükségletüket.

Az elmondottakból következik, hogy a denitrifikáló baktériumoknak kártevését azzal tudjuk legjobban megakadályozni, ha a talajt mély rétegekig meglazítjuk. Tehát a mély művelés és az altalajporhanyítás a denitrifikációnak leghatásosabb ellenszere.

* A zöld moszatok, melyek tavasszal és nyár elején a gabona között bevonják a talaj felszínét, úgyhogy egész zöld színűvé válik, nitrogént kötnek meg és így szaporítják a talajnak a nitrogéntartalmát. Aratás előtt is még a felső 3 cm vastag réteg sokkal lúgosabb kémhatást tanúsít ammóniaktartalma révén, mint a közvetlenül alatta következő réteg. Csermajor (Sopron megye) júniusban álló búza alatt a talajnak reakciója a következő volt: Felszín $0.3 \text{ cm } P_H = 6.6$; $5-10 \text{ cm } P_H = 6.0$; $10-30 \text{ cm } P_H = 5.5$; $50-60 \text{ cm } P_H = 6.0$.

A baktériumfalók, a véglények. (Protozoák.)

A talajban még nagyon sok olyan szervezet is él, amelyek azáltal csökkentik a talajnak termékenységet, hogy felfalják a baktériumokat, azokkal táplálkoznak. Minél jobban elszaporodnak ezek a véglények valamely talajban, annál több baktériumot pusztítanak el benne, annál nagyobb mértékben csökken a talajnak termékenysége. A véglények között legfontosabbak az amőbák, a ciliáták, mely utóbbiaknak két kis ostoralakú szervük van, ezeknek segítségével mozognak a talajban. Francé R. vizsgálatai szerint igen sok fajta protozoa él a talajban.

Ezeknek a káros szervezeteknek tanulmányozása alkalmával kitünt, hogy csak savanyú talajban érzik jól magukat. Az alföldi talajok vizsgálata alkalmával megállapíthattam, hogy ezekben protozoa nincs, vagy csak ritkán fordul elő. Ebből az a nagyon fontos útmutatás adódik, hogy savas talajoknak a meszezésével a protozoáknak elszaporodását meggátolhatjuk. A meszezésnek egyik termésfokozó hatása ebben a tényben leli magyarázatát.

A talajban ezenkívül még nagyon sok alsóbbrendű állat él, ezek közül legfontosabbak a nematodák, amennyiben a növényeknek fejlődését gátolják és ezért a talaj termékenységet csökkentik. Sőt némely növénynek a termelését teljesen lehetetlenné teszik. Ilyen pl. a répa-nematoda.

Földi giliszták. Darwin megfigyelései nyomán a giliszták a humuszszos talajt átalakítják. Akkori felfogás szerint földet esznek és ezáltal az ásványoknak elmállását siettetik és a humuszt szaporítják. Francé R. müncheni laboratóriumában Aichberger N. foglalkozott ezzel a kérdéssel. Vizsgálatai alapján megállapította, hogy a giliszták a talajban élő apró szervezetekkel táplálkoznak, baktériumokat, gombákat, moszatokat esznek. Azért nyelik el tehát a talajmorzsákat és a korhadó növényi részeket, hogy a rajta levő élőlényeket táplálékul felhasználják. A giliszták jelenlétükkel a talajnak edaphonban való gazdagságát jelzik. Minél több giliszta van valamely talajban, annál több parányi szervezet van benne és ezért mondják, hogy ahol sok giliszta van a talajban, az gazdag és termékeny talaj. Ez csakugyan így is van, mert a termékeny talajokban rendkívül nagyszámú parányi szervezet él, melyek bőséges táplálékul szolgálnak a gilisztáknak, ilyen helyen nemcsak hogy elszaporodnak, hanem hatalmas testűvé növekednek. A humuszalakításhoz minden esetre hozzájárulnak, azonban ebbeli működésük a baktériumokkal szemben csekély.

A természetes vagy klimatikai termékenység.

Minden talajnak van egy bizonyos termékenysége, melyet folytonos termelés mellett még akkor is megőriz, ha trágyát sohasem kap. Erre nézve sok kísérlet történt; Angolországban pl. a világhírű rothamstedi kísérleti állomáson 80 év óta termelnek rozstot egyugyanazon táblában, minden trágyázás nélkül. Kezdetben a terméseredmény leszállt 12 q-ról lassankint 6—8 q-ra hektáronként. De ennél a terméssel megállapodott s ma is annyit terem, mint ezelőtt 50 évvel. Jó évben többet, rossz évben kevesebbet. **Annak a talajnak tehát 6—8 q hektáronként a klimatikus termékenysége.** Németországban szintén végeztek ilyen kísérleteket, az Odera mellett levő kísérleti állomáson 50 év óta folytatnak rozstermelést trágyázás nélkül. Az eredmény hasonló. Eleinte a termés leszállott, azután megállapodott és most nagyon kevés ingadozás mellett állandó.

A klimatikus termékenység legfőbb tényezője az edaphon. Az edaphon tagjainak humuszalakítása és a humuszban levő nitrogéntartalmú anyagoknak felbontása ammóniákká és salétromsavvá, valamint a szénsavalakítás. A második főtenyező a felhasznált ásványi tápanyagok mennyiségének visszapótlása az évente lehulló por alakjában.

A mezőségi talajokban sokkal nagyobb a természetes termékenység, mint a podzolos talajokban. Több bennük a humusz, több a nitrogéntartalmú anyag, ennek feldolgozásával sokkal nagyobb számú alsóbbrendű szervezet foglalkozik, mint a podzolos talajban és sokkal nagyobb a hulló pornak évi tömege is. Ezekben a nagyon gazdag talajokon az ásványi tápanyagoknak a pótlása nem nagy eredménnyel járt. Így pl. nem járt eredménnyel Oroszországban a mezőségi övekben a műtrágya alkalmazása. A mezőségi övekben a hulló por ugyanis annyi növényi tápanyagot szállít, hogy a növényi tápanyagtartalomnak a fokozása nem növeli a termést. Ezzel szemben az istállótrágya itt is nagyon fokozta a termést. Ennek a ténynek abban rejlik a magyarázata, hogy az istállótrágya a szerves anyagokat felbontó parányi lényeknek számát növelte, melyek több szénsavat és több nitrogénsót szolgáltatnak a növényeknek, ezeknek teste így módon nagyobbra fejlődött. Ez a nagyobb testű növény több ásványi sőt tudott felvenni a mezőségi gazdag talajból és így végeredményben a termés is nagyobbodott. Az odesszai egyetem kísérleti telepén évek hosszú során át folytatott műtrágyázási kísérletek beigazolták,

hogy sem a káli-, sem a foszforsav-, sem pedig a nitrogén-műtrágyáknak nincsen termésfokozó hatásuk, csak egyedül az istállótrágyának van.

Magyarországon is folytak ilyen irányú kísérletek, melyek hasonló eredményeket szolgáltatottak. Így a Bánátban, Zsombolyán, az uradalom nagyszabású műtrágyázási kísérleteket indított meg 1896-ban. Mindenféle műtrágyázási módot megpróbáltak, de az eredmény olyan csekély volt, hogy a műtrágyázást egészen abbahagyták, mert nem fizette ki magát. Mikor azután tehenészetet állítottak be egyik majorba, akkor a major körül levő szántóknak búzatermése fokozatosan emelkedett; 5 év után 6 q-ról 9 q-ra és a következő 5 év után 9 q-ról 12 q-ra emelkedett a termésátlag holdankint. A terület talaja fekete agyag, humusztartalma 5%, nitrogéntartalma 0.5%, vagyis a nitrogénben bővelkedő istállótrágya emelte a termést egy olyan talajon, melynek éppen a nitrogéntartalma volt feltűnően magas. Hasonló kísérleti eredményekről számolnak be a jelentések Észak-Amerikában is.

Azonban a mai növénytermelésben a gazda nem elégedhetik meg a talajoknak természetes termékenységével. Okvetetlenül fokozni kell a talajoknak termékenységét úgy a podzolos természetű talajokon, valamint mezősgői talajokon egyaránt. *Vagyis a talajoknak természetes termékenységét mesterséges eszközökkel fokozni kell.*

Mesterséges termékenység.

A termékenység fokozására szolgáló módok és eszközök.

A termékenységet mesterségesen háromféle módszerrel lehet fokozni: fizikai módszerekkel, biológiai módszerekkel és kémiai módszerekkel.

A fizikai módszerek közé tartozik először a talajművelés, azután az alagsövezés és végül az öntözés.

Nedves klímájú tájakon a talajok mindig több nedvességet tartalmaznak, mint amennyi a gabonafélék termelésére szükséges. Nedves talajba nem tud annyi oxigén beférkőzni, mint amennyi az edaphonnak működéséhez nélkülözhetetlenül szükséges. Ennélfogva olyan baktériumok szaporodnak el benne, melyek a vasvegyületeket redukálják. A vasoxidulók a fölös talajvizben feloldódnak és a kényesebb növényekre, valamint a hasznos baktériumokra mérgező hatást fejtenek ki és ilyen módon a talajnak termékenységét csökkentik. Az eféle

talajoknak alagsövezésével a fölös vizet levezetjük és a talajnak levegőtartalmát megnöveljük, oxigént juttatunk az altalajba, amivel a könnyen mozgó vasvegyületeknek oxidációját segítjük elő. Alagsövezett talajokban azután a termésfokozások további módjai is mind sikerrel lesznek alkalmazhatók.

Aridus klímájú övekben nagyon gazdag a talaj. De gazdagság nem érvényesülhet, mert a talajnak nincs elegendő vize. Így tehát elsősorban a termésfokozás céljából a talajnak vizet kell adni., a vízmennyiséget kell pótolni. Ezért ebben a klímaövbén alagsövezni sohasem kell, mert úgyis mindig kevesebb a víz, mint amennyire a növényeknek szükségük volna.

Aszályos klíma alatt a gazdának a talajnedvesség megőrzésére kell törekedni. Ezt a célt szolgálja a „*Dry farming*“, magyarul: *száraz gazdálkodási módszer*, mely nem egyéb, mint a felszínnek folytonos lazítása abból a célból, hogy a termőréteget egy laza, morzsás talajréteg borítsa be, mely a termőrétegben lévő nedvességet nem engedi elpárologni. A *Dry farming* talajművelési módszer Északamerika nagyon száraz klímájú vidékén alakult ki és ott teljesen bevált. Ezen a vidéken e nélkül a talajnedvességet megőrző művelési módszer nélkül semmiféle gazdasági növényt nem lehetne termelni.

A *Dry farming* száraz talajművelési eljárásnak még egy nagyon fontos második hatása is van. Nevezetesen azáltal, hogy a talajt nem engedi kiszáradni, megmenti az edaphon tagjait az elpusztulástól.

A talaj kiszáradása a legtöbb hasznos baktériumfajtát megöli, különösen akkor halálthozó reájuk a kiszáradás, ha a szárazság magas hőmérsékkel párosul. Minél több baktérium pusztul el a talajban, annál inkább csökken a termékenysége. A száraz gazdálkodással tehát nemcsak a vizet őrizzük meg, melyre a növényeknek szüksége van, hanem megóvjuk a talaj parányi szervezeteit is az elpusztulástól, fenntartjuk életműködésük lehetőségét és ezáltal megőrizzük a talajnak termékenységet.

Biológiai eszközök. A természetes termékenység fokozásának egyik legfontosabb és legelterjedtebb módja a talaj edaphonjának növelése istállótrágyával. Az istállótrágyát mintegy 2000 év óta használják sikerrel. Eddig mindig azt hitték, hogy az istállótrágya a növényi tápanyagok mennyiségét növeli a talajban. Azonban tüzetesebb vizsgálatok beigazolták, hogy a sok istállótrágya alkalmazása emeli ugyan a növényeknek zöld tömegét, de a magtermést nem

fokozza abban a mértékben, amekkora a növények teste megnövekedésének megfelelően elvárható volna. Az istállótrágya ugyanis a sok edaphon csira és spóra mellett nagyon sok szerves anyagot is tartalmaz, amelynek felbontása révén az edaphonnak megsokasodott tagjai szén-savat és nitrogénsókat termelnek. A szénnek és nitrogénnek fokozott pótlása megnöveli a növények testét s a nagytestű növény, hogy magját megérlelje, több ásványi tápanyagot igényelne, mint amennyit az illető talaj könnyen fölvehető állapotban a növényeknek rendelkezésre tud bocsátani. Ezért nincs meg a tiszta istállótrágyának a várt hatása. Az agrokémikusok vizsgálatainak eredményei beigazolták azt a tényt, hogy a magtermés csak akkor emelkedik hirtelen és meglepetésszerűen, ha istállótrágya mellett még a hiányzó ásványi tápanyagokat is pótoljuk. A műtrágya alkalmazásának első idejében csak a foszfort pótolták, később került rá a sor a káliumra, legvégül pedig a mész pótlására is.

Mikor a műtrágyázást legelőször elkezdték, akkor azt hitték, hogy a műtrágyával képesek leszünk az istállótrágyát teljesen pótolni, de ma már tudjuk, hogy ez nem lehetséges. A műtrágya mellett vagy istállótrágya, vagy az istállótrágya hatását megközelítő pótanyagot, zöldtrágyát kell alkalmazni, mert csak ebben az esetben érhetünk el teljes eredményt.

A zöldtrágya.

Olyan gazdaságokban, ahol a talaj termékenységét nagymértékben kívánják fokozni és nem rendelkeznek elegendő istállótrágyával, ott ennek pótlására pillangósvirágú növényeket vetnek és amikor a vetés virágzásban van, akkor leszántják. A pillangósvirágú növények gyökerein élő baktérium-radicalda virágzáskor éri el fejlődésének tetőfokát és így vele ekkor kerül legtöbb nitrogén bele a talajba.

A zöldtrágya a talajnak baktériumtartalmát is rendkívüli módon szaporítja. A pillangós növények ugyanis fejlődésük közben a rajtuk áthaladó légáramlatokat megszűrlik, a levegőben lévő baktérium-spórákat felfogják a leveleken és szárrészekén s megtartják.

Mikor a vetést leszántják, akkor az a sok millió spóra a talajtakaró alatt kifejlődő nedves légkörben hamar kicsirázik és a friss zöld tömegben kitűnő táplálékot találva elszaporodik. A baktériumok a zöldtrágyának nitrogéntartalmú vegyületeiből ammoniákat és salétromsókat készítenek. Egy hektáron a zöldtrágya után

kifejlődő nitrogén mennyisége 70 és 115 kg. között váltakozik. A cellulózét bontó baktériumok pedig a fejlődő vetés szénsavszükségletét fedezik.

N ö v é n y	Zöldtömeg mmázsa	Szerves anyag mmázsa	Nitrogén mmázsa	Hamu mmázsa
Sárga csillagfürt, főnövény.....	230	32	1·15	1·95
Sárga csillagfürt, tarlónövény....	130	28	1·10	1·25
Fehér csillagfürt, főnövény.....	220	28	1·70	2·00
Kék csillagfürt, tarlónövény.....	150	22	0·95	1·20
Seradella, gabonába vetve.....	150	21	1·00	2·00
Borsó, tarlónövény.....	140	22	0·70	1·80
Svéd here.....	150	28	0·95	1·75

A zöldtrágya növénye annál hatásosabb, minél frisebb állapotban kerül leszántásra. Ha előbb lekasáljuk és megszáritjuk, akkor hatása csak $\frac{1}{4}$ vagy $\frac{1}{6}$ rész akkora lesz, mint a frissen alászántotté.

A zöldtrágya homokon sokkal nagyobb hatású, mint a kötött talajon, mert a homokban sokkal kevesebb a szerves anyag s ezzel együtt sokkal kevesebb a nitrogéntartalmú vegyület, Északamerikában azonban még a legkötöttebb réti agyagon is használnak zöldtrágyát. Természetesen az olyan talaj, amely könnyen bomló szerves anyagokban szükölködik, abban az edaphon is nagyon kisszámú. A zöldtrágya tehát mind a három termékenységi tényezőt növeli. Először igen nagytömegű szerves anyagot visz bele a talajba, másodsor sok nitrogéntartalmú vegyülettel gazdagítja a talajt és harmadsor ezeknek feldolgozására millió és millió baktériumot állít munkába.

A zöldtrágya még a talajnak fizikai lazításához is hozzájárul, amennyiben a legtöbb zöldtrágyanövényeknek karógyökere van, mely mélyen lehatol az altalajba. Mindebből következik, hogy a jól megválasztott zöldtrágyanövény, ha jól sikerül, akkor jobban emeli a talajnak termékenységét, mint a közönséges istállótrágya különösen akkor, ha hatását még ásványi tápsókkal is fokozzuk.

Zöldtrágyanövények. A megfelelő növény kiválasztásakor tekintettel kell lennünk a klímára és a talajra. Vannak ugyanis olyan pillangós növények, amelyek a meszet nem tűrik, ezek a nedves klímaöv mérszelen talajára valók, vannak azután olyanok, amelyek meszes talajt kívánnak, ezek a száraz klímaöv talajaira valók, melyek általában meszet tartalmaznak.

A nedves klímaöv zöldtrágyanövényei. Európa északi részein eddig a sárga csillagfürt (*Lupinus luteus*) vált be legjobban, mert

egészen mésztelen talajon is nagyon jól díszlik. A tengeri légáramok nedves klímája alatt levő glaciális eredetű szegény homokokon megbecsülhetetlen értékű a zöldtrágyanövény. A talajjal szemben igénytelen és mégis nagy zöld tömeget ad, karógyökere van és ezzel a talajt átluggatja és mélyen meglazítja. Csonka országunkban csak a Dunántúlnak nyugati részében lévő mésztelen talajokra és kavicsos homokra való. Hátránya, hogy sok vetőmagot kíván és ez nálunk drága.

A nedves klímának mésztelen talajain nagyon jól díszlenek még az egyes borsófajok, a svéd here, a szeradella. Újabban nem egyféle növényt vetnek, hanem keveréket. Tapasztalás szerint a keverék sokkal nagyobb zöld tömeget ad, mint a tiszta vetés. A nedves klíma övében, a tarlóba vetett zöldtrágyanövény rendszeren sikerül, mert a nyár e tájakon esős és nedves.

Száraz (aridus) klímaövekben a talaj rendszeren meszes és ezért csak olyan növények fognak rajta bevélni, amelyek a meszes talajt kedvelik, vagy kívánják és a szárazság iránt nem olyan érzékenyek. Ilyenek a borsónak néhány fajtája, a fehér csillagfürt és a kék csillagfürt. A csillagfürtök rendkívüli módon javítják a talajt, mert karós gyökerük van.

Újabban a csillagfürtféléket nagyon háttérbe szorítja a fehér mézskerep (*Melilotus alba* var. *americana*). A fehér mézskerep kétéves növény, azonban az északamerikai gazdák nemesítéssel egy olyan fajtát létesítettek belőle, mely egy évben kifejlődik és magot is hoz. Ez a nemesített fehér mézskerep rendkívül nagy zöld tömeget hoz, 150—180 cm. magasra megnő és amíg ilyen nagyra megnő, nagyon sok legelő állat megél rajta s még ezután is nagy zöld tömeget ad leszántáskor. Északamerikában 1927. évben tett tanulmányutam alkalmával Kanadában és Északamerika keleti részében a búzatermő terület északi határától kezdve le Washingtonig, alig volt gazdaság, amelyben egy tábla zöldtrágyának hagyott *Melilotus* ne lett volna. Júliusban a vetés már olyan magas volt, hogy az alacsony termetű hollandi tehének nem látszottak ki belőle. A nemesített mézskerep mésztelen talajon is jól megél, csak a nagyon savanyú kémhatású talajon nem tud kifejlődni, itt a talajt előbb meszezni kell.

Ásványi műtrágyák.

Az istállótrágya vagy a zöldtrágya csak akkor fogja a magtermést is kellő mértékben fokozni, ha a bennök foglalt tápanyagban lévő aránytalanságot előbb eltüntetjük. Mind a kettőben ugyanis a kálival

és a foszforsavval szemben túlsúlyban vannak a nitrogéntartalmú vegyületek, ezért kell pótolni a szerves trágyákkal együtt a kálit, a foszforsavat és legtöbbször még a meszet is. Természetesen ebben az esetben is figyelembe kell venni, hogy az illető talaj a nedves, vagy az aridus övben fekszik-e és a pótlást ehhez kell arányítani.

Mindenekelőtt tisztába kell jönni azzal, hogy a kálinak, a foszforsavnak és a nitrogénsóknak külön-külön milyen fiziológiai hatásuk van. A *nitrogénsók* a növényeknek a zöld tömegét növelik. A nagyobbtestű növények több gyökeret is fejlesztenek, mint a kistestűek és ezzel több tápanyagot tudnak kivonni a talajból. A nitrogénnel trágyázott növények több kálit és foszforsavat vonnak ki a talajból, mint a trágyázatlanok, ezért azt mondják, hogy a nitrogénsók a növénytermelésben ostor gyanánt szerepelnek, mert meghajtják a növényeket és ezek nagyon kiszarolják a talajt, a felvehető táplálékok mennyisége mindenesetre nagyon megapad benne. Ezért folytonos egyoldalú nitrogéntrágyázás nagyon megbosszulhatja magát, mert a talajt túlságosan kiszarolja az oldható foszforsav és a káli nagyon megcsökkenhet benne.

Ugyanilyen hatása van az istálló- és részben a zöldtrágyának is, azért erős istállótrágyázás után a kálit, a foszforsavat, esetenként a meszet is feltétlenül pótolni kell. Még nagyobb mértékben szükséges ez a pótlás tisztán nitrogénműtrágyákkal meghajtott talajokon.

A nitrogénműtrágyák a növényeknek testét növelik meg, de a test puha marad, hamar megdül, különösen a száraz klímájú övekben, ahol a talaj úgysem szűkölködik nitrogénben, egyoldalú nitrogéntrágyázás megdülést okozhat. Ennek legbiztosabb ellenszere a káli-trágya.

A *kálisók*. A káli a növényeknek nélkülözhetetlen tápanyaga, káli nélkül a növény nem tud megélni. A káli különösen a növény szénhidrát vegyületeinek alakításában működik közre, továbbá a kálisóknak fiziológiai hatása alatt történik a szénhidrátok egyik növényrészből a másikba való áthelyezése és megfelelő helyen való letelepítése.

Nedves klímaövekben a talajnak kálitartalma csekély, ezért itt a termés fokozásának első feltétele a káli pótlása. Ebben a klímaövben a kálisók nagyban fokozzák a termést.

Aszályos mezőségi övekben azonban általában sok káli van, úgyhogy a káli pótlása nem növeli a termést. Ebben a klímaövben a kálisóknak egy másik nagyon fontos hatása nyilvánul meg-

Az istálló-, vagy nitrogénműtrágyával a nitrogénsók túlsúlyba jutnak a talajban a kálival szemben. Ezért, hogy a növény normálisan fejlődhessen ki, nagymennyiségű kálira is szüksége van és sok kálit von el a talajból. Folytonos egyirányú termelés mellett a kálisók könnyen felvehető része megapad a talajban.

A talajnak magas nitrogéntartalma meghajtja a növényt, nagy és puha testet alakít, melynek nincsen ellentálló ereje. A nyári eső megnöveli súlyát, a szél pedig lefekteti s a gabona megdől. Ilyen ledőlt helyzetben nem kaphat elegendő világosságot, nem tud asszimilálni, a magot nem tudja megnövelni és a mag megszorul. A mezőségi klímaövekben tehát a kálisók a növény testének kifejlődését teszik arányossá és a sejt falának megerősödését segítik elő, amivel a megdőlést akadályozzák meg. A fekete humuszos talajban tehát, hogy 14—18 mázsa magot termelhessünk holdankint, a talajban a foszfor- és nitrogénműtrágya mellett a kálit is okvetlenül pótolnunk kell. Itt a káli csak közvetve növeli a termést, amennyiben meggátolja a megdőlést és szorult gabona alakulását.

A foszforsavas sók. A növények életében a foszforsav a fehérnyefélék alakításában játszik nagyon fontos szerepet. A növényi fehérnyék egyik legfontosabb alkotórésze a foszfor, úgyhogy foszfor nélkül a növény fehérnyét egyáltalán nem alakíthat. A foszfor a fehérnyanyagok vándorlásában és lerakódásában is fontos szerepet játszik, a fehérnyanyagok pedig különösen a magképződés alkalmával válnak fontos növényi alkotórészé. Nagytetű zöld növényeket lehet foszfor nélküli trágyázással is elérni, de ha azt akarjuk, hogy a növények sok magot hozzanak, akkor ehhez a növényeknek jelentős mennyiségű fehérnyére van szükségük. A növény testében pedig csak az esetben alakulhat sok fehérnye, ha a többi tápanyaghoz viszonyítva elegendő, könnyen felvehető foszfor áll rendelkezésre. Sok fehérnye a növényeket bő virágzásra és sok mag alakítására készíti, végeredményben tehát mondhatjuk, hogy a foszfor a magtermést fokozza.

Tekintetbe véve a talajnak tulajdonságairól elmondottakat, az alkalmazandó foszforműtrágya formájára nézve a következőket állapíthatjuk meg:

Nedves klímaövekben, ahol savas hatású talajok uralkodnak, *vízben nem oldható* foszforműtrágyát kell alkalmaznunk, mert a vízben oldhatók a nedves tavasz folyamán feloldódnak s mész hiányában a talajnak vas és alumínium vegyületéhez kötődnek le, ezek a sók pedig vízben nehezen oldhatók és így a növénynek fokozódó

szükségeit nem tudják fedezni. Szuperfoszfáttal tehát ezekben a klímaövekben már ezért sem lehet jó eredményt elérni. Podzolos természetű talajokon a Thomas-salak, a Rhenánia-foszfát és a nyersfoszfát szolgáltatnak jobb eredményt.

Aridus klíma alatt uralkodó mezőségi talajban ellenben mindég található szabad állapotban lévő lekötetlen mész, mely a vízben oldható foszforsavat leköti. A szénsavas mésznek minden formája, a szénsavas csapadék-vízben és a szénsavval telített talajnedvességben jól oldódik. Mindebből következik, hogy a mezőségi öv talajain a szuperfoszfát lesz a legmegfelelőbb foszfortrágya.

A termékenység fokának meghatározására szolgáló módszerek.

A termőtalaj tápanyagszükségletének megállapítása.

Ezelőtt mintegy 80 esztendővel történt, hogy *Liebig* a növények táplálkozásáról szóló törvényeket megállapította és minimum törvényét felfedezte. Ebben a korban az agrikulturnémikusok azt hitték, hogy a talajnak tápanyagigényeit ezután már nagyon egyszerűen lehet majd megállapítani. Csak meg kell a talajt elemezni és amely tápanyagból legkevesebb van benne, azt kell pótolni s a talaj rögtön ki fogja fejleszteni a lehető legmagasabb termőképességét.

Azonban már az első időben — amidőn a talajelemzések eredményeit termelési kísérletekkel ellenőrizték — tapasztalták, hogy a kémiai elemzések eredményei és a talaj termékenysége között nincsen meg az a szoros kapcsolat, amelyet *Liebig* törvénye alapján feltételeztek. Ha azt a tápanyaghiányt pótolták, amelyet közönséges talajelemzéssel kimutattak, akkor sohasem, vagy csak a legritkább esetben kapták meg a várt nagyobb terméshozamot, melyet a tápanyaghiány megszüntetésével elérni reméltek. Ennek a balsikernek alapján az egész világon szorgalmas kutatómunka indult meg. Az agrikulturnémikusok mindenütt olyan elemzési módot kerestek, melynek segítségével meg lehetne állapítani a talaj tápanyagkészletének azt a részét, mely a növények részére könnyen felvehető alakban van jelen.

Az elmúlt 80 év alatt a világ minden részében sok százezer talajelemzést végeztek és a nyert eredményeket legtöbbször termelési kísérletekkel is ellenőrizték, de sikert éppen csak az utolsó években értek el. Ma már vannak olyan módszereink, amelyek segítségével

meg tudjuk állapítani valamely talajnak azokat a hibáit, melyek meggátolják, hogy teljes termőképességét kifejthesse. Ezek a legújabb talajelemzési módszerek a következő kérdésekre adnak felvilágosítást :

1. A talaj életműködése olyan élénk-e, aminő egy nagyobb termés biztosításához szükséges ?

2. A vizsgált talajban melyik tápanyagnak hiánya gátolja termőerejének kifejlesztését ?

3. Milyen só alakjában kell a hiányzó tápanyagot pótolni, hogy hatását kifejleszthesse s a várt nagyobb termés bekövetkezzék ?

A talajok tápanyagszükségletének megállapítására ma négyféle vizsgálati módszer van használatban :

1. *Gazdasági növényekkel való talajelemzés*, más szóval a talajok tápanyag-szükségletének megállapítása tenyészedény-kísérletekkel.

2. *Bakterológiai talajvizsgálat*, melyben a talajt baktériumok segítségével vizsgálják meg.

3. *A tiszta kémiai módszer*, amidőn a talajt bizonyos kombinált kémiai oldószerekkel kezelik.

4. *Összetett vagy vegyes módszer.*

1. A tenyészedény-kísérletek módszere.

A mezőgazdák gondolkozásához legközelebb áll az a módszer, melynél a gazdasági növényeket használják fel a különféle tápanyagok hiányának kimutatására. A vizsgálandó talajjal megtöltötenek több kisebb edényt, mindegyikre más tápanyagot szórnak és végül bevetik őket rendszeren zabbal vagy esetleg más gazdasági növényvel. Ha az edényeket egyformán öntözik, akkor a tenyészetben mutatkozó különbségekből következtetni lehet arra, hogy termésfokozás céljából mely tápanyagokat kell elsősorban pótolni. Ezt a módszert *Wagner Pál* dr. agrikultur-kémikus fejlesztette ki Darmstadtban. *Wagner* 40 éves munkásságával igen nagy szolgálatot tett a mezőgazdákknak.

Abban az időben, amikor *Wagner* kutatómunkáját elkezdte, a trágyázás alapelvei, a műtrágyák hasznáról és legcélszerűbb alkalmazásáról szóló tanok tisztán a gyakorlati szabadföldi kísérletekből leszűrt tapasztalati adatokra támaszkodtak. *Wagner* ez ellen a tisztán tapasztalati adatok alapján kiadott útmutatások és vezérfonalak ellen fordult s szerzőjükkal, *Max Maerker* hallei főiskolai tanárral hosszú és rendkívül termékenyítő hatású polémiákat folytatott.

Wagner azt vallotta, hogy a növények tápanyag-igényének kimutatását célzó kísérleteket tudományos alapon kell végezni, ezt pedig úgy lehet elérni, ha a növényeket tenyészedényekben nevelik, mert ebben az esetben a termelésnek minden tényezőjét ellenőrizni lehet; ezzel szemben a szabadföldi kísérleteknél ez kivihetetlen. A gyakorlati eredményeket ki kell egészíteni tudományos alapon beállított kísérletekkel, melyek a gyakorlatban kapott eredményeknek minden homályos és kérdéses pontjára fényt derítenek. Csak a teljes tudományos felszereléssel megalapozott kísérletek adnak biztos és használható felvilágosítást a felvetett kérdésre. A gyakorlatban nagy méretekben végzett kísérletek adatainak összegezéséből sohasem vonható le olyan következtetés, mely a kérdést megoldaná, mert a különböző vidékeken végzett szabadföldi kísérleteknél a termelési tényezők nagyon változók lehetnek s így megeshetik, hogy a végrehajtott kísérleteknél nem annak a tényezőnek hatása jut túlsúlyra, melynek megvilágítására a kísérletet beállítottuk, hanem egy másik ki nem derített tényezőé.

Wagner kezdettől fogva az edénykísérleteknek volt a híve s a növények táplálkozása körüli 50 évi munkásságának eredményei alapvetőek voltak. Kísérletei felvilágosításokkal szolgáltattak az egyes növényi tápsóknak hatásáról, melyet az egyes gazdasági növényekre gyakoroltak és kiderítették azt is, hogy mely növények kívánnak káliumot (káli növények: pl. a burgonya, a répa, a dohány) és melyek főként foszforsavat (így pl. a gabonafélék). Szóval a modern gazdasági növénytermelés az ő általa megállapított tantételeken épül fel.

Az utolsó évtizedben *Mitscherlich* E. dr. königsbergi egyetemi tanár továbbfejlesztette a tenyészedény-kísérleti módszert és egészen új alapokra fektette. Ő nem az eredeti talajba ülteti növényeit, hanem tiszta quarchomokkal 100%-ra felhígított talajt használ tenyészedény-kísérleteihez. Évtizedeken át tartó kísérleteinek eredményeit táblázatokba foglalta össze és e táblázatokból nemcsak azt tudja megállapítani, hogy mely tápanyagfajtát kell pótolni a termés fokozása céljából, hanem ki tudja olvasni azt is, hogy mennyit kell az illető tápanyagból venni, hogy a legnagyobb termésfokozó hatást kifejtse.

A *Mitscherlich*-féle módszert Németország északi részében nagy sikerrel használják. Ennek az országrésznek gazdái *Mitscherlich Társaság*ot alakítottak és a társaságba tartozó minden gazdaság beküldi talaját a járási központokban felállított kísérleti állomásokhoz és itt ezzel a módszerrel állapítják meg, hogy az illető talajra milyen

tápanyagot kell szórni és mennyit kell belőle alkalmazni, hogy a lehető legnagyobb termést kaphassák. Ezekben az állomásokban évente mintegy 20.000 tenyészedény-kísérletet végeznek. Ez a szám magában véve is bizonyosággal szolgál arra nézve, hogy a módszerrel a gazdák meg vannak elégedve és hogy az nagy hasznot hajt az említett társaság tagjainak.

Észak-Németország keleti részében úgy a klíma, mint a talaj meglehetősen egyenletes, úgyhogy a Königsbergben megállapított táblázatok eredményei erre az egész országrészre nézve érvényesek. De mihelyest ugyanezeket a táblázatokat más vidéken akarjuk alkalmazni, az adatok nem válnak be, ennél fogva szükséges volna minden egyes talajzónára és még az egyes talajöveken belül is új táblázatokat szerkeszteni. Ez azonban olyan nagy munkát igényelne, hogy erre sem az állam kísérleti intézetei, sem pedig a mezőgazdasági kamarák kísérleti körei eddig nem vállalkoztak.

2. Bakterológiai talajelemzés, vagyis talajelemzés baktériumok felhasználásával.

Talajbakterológiával foglalkozó agrikultur-kémikusok azt tapasztalták, hogy a termőtalajnak legfontosabb baktériuma, a nitrogénkötő azotobakter, nem tenyészik egyformán jól minden talajban. Némely talajban nagyon könnyen elszaporítható, ellenben más talajokban, különösen savas hatásúakban csak abban az esetben tud megélni, ha a talaj savasságát előbb szénsavas mésszel, vagy magnéziával csökkentettük. Az azotobakter ugyanis rendkívül érzékeny a talaj kémiai reakciója iránt. Savas talajba oltva elpusztul, míg ha lúgos hatású talajokat oltunk be vele, akkor 4—6 nap alatt elszaporodik és vastag tenyésztelepeket alakít a talaj felszínén.

Christensen R. H. és *Larsen O. H.* dán agrikultur-kémikusok az azotobakternek érzékenységet használták fel arra, hogy megállapítsák vele a talajnak mészigényét. Dánia a humidus övbe esik bele, ennél fogva termőtalaja mésztelen. Midőn kitűnt, hogy a meszezés az országnak termésátlagát nagyon emeli, akkor a kormány vette a kezébe a kérdést és elhatározta, hogy a meszezést minden eszközzel elősegíteni fogja. A módszerek közül, amelyeket a kémikusok erre a célra ajánlottak, *Christensen* és *Larsen*-ét fogadták el. Ennek a módszernek segítségével 2—3 nap alatt meg lehet állapítani, hogy az illető talajnak van-e mészre szüksége és hogy mennyit kell adni hektáronként ?

Ezzel a módszerrel a két tudós 1911-től 1922-ig terjedő időszak alatt megvizsgálta Dánia összes talajtípusait mérszigényükre vonatkozólag, összesen mintegy 34.000 talajmintát. A vizsgálatokból kapott adatok alapján megszerkesztették Dánia talajtérképét, amelyen különböző színekkel jelölték meg azokat a talajokat, amelyek mérszigényesek, továbbá kitüntették rajta színárnyalatokkal azt is, hogy a mérszigény kielégítésére hektáronként mennyi meszet kell alkalmazni. Ezután a kormány megbízta a dán Földtani Intézetet, hogy keresen meszezésre alkalmas márgatelepeket az országnak különböző vidékein. A márgatelepek kijelölése után minden vidéknek megvolt a maga márgabányája, úgyhogy a gazdák nem szorultak az iparra, hanem szövetkezve, saját maguk termelték ki márgaszükségletüket.

Niklas H. dr. egyetemi tanár, a gazdasági főiskola talajtani intézetének igazgatója Weihenstephan-ban (Bajorország) az azotobakterrel való talajvizsgálat módszerét továbbfejlesztette. Előbb ő is egy mérszterképét szerkesztett az egész ország területéről, amely egész Bajorország talajtípusait mérszigényük mértékére való tekintettel csoportosította. Ez a talajtérkép feltünteti Bajorországnak összes talajtípusait és azt is, hogy a különböző talajtípusokban körülbelül mennyi mész volna szükséges a mérszhiány pótlására.

Niklas tanár vizsgálatai közben azt is tapasztalta, hogy az azotobakter tenyészetének gyengébb, vagy erőteljesebb kifejlődését a talajnak káli- és foszforsavtartalma is nagymértékben befolyásolja. Erre a tapasztalatra alapította azután vizsgálatait; az azotobakternek ezt az érzékenységet arra használta fel, hogy vele a talajoknak *foszforsav- és káliigényét* is kimutassa. Ez sikerült is neki. Szerinte, ha a beoltott talajt külön-külön káli- vagy foszforsavtápsókkal kezeljük, akkor az azotobakter tenyészet nemcsak azt fogja megmutatni, hogy a vizsgálat alatt lévő talajnak van-e foszforsav- vagy káliigénye, hanem az igénynek megállapítása után, a második kísérlet sorozatból még arra is kaphatunk felvilágosítást, hogy mekkora az a foszforsav- vagy káli mennyiség, amely a bakteriumoknak legerőteljesebb kifejlődéséhez szükséges. A bakterológiai vizsgálatból nyert adatokat tenyészedeny- és szabadföldi kísérletekkel egészítette ki s ilyen módon biztos számadatokat kapott arra nézve, hogy a bakteriológiai vizsgálatból nyert adatok a gyakorlatban milyen trágyamennyiségeknek felelnek meg.

Niklas tanár több ezer talajvizsgálatot végzett és ezeknek a vizsgálatoknak nagy részét termelési kísérletekkel is ellenőrizte, továbbá összehasonlította még a bakterológiai vizsgálatból nyert

adatokat más kémiai módszerrel nyert vizsgálat adataival is. Azonban mindannak dacára, hogy az összehasonlítás nagyon jó eredményeket tüntetett fel, hogy a módszer nagyon egyszerű és olcsó is, továbbá egy-egy vizsgálat négy nap alatt befejeződik, ez a módszer mégsem tudott eddig általánosan elterjedni.

Elterjedésének legnagyobb akadálya az, hogy végrehajtása teljes bakteriológiai felszerelést és felkészültséget igényel.

3. Kémiai módszerek.

A kémiai módszerekkel foglalkozó agrikultur-kémikusoknak legkevesebb szerencsájük volt, mert egészen a legutolsó évekig minden igyekezetük hiábavalónak bizonyult arra nézve, hogy olyan oldószert találjanak, amelynek oldóhatása a növénygyökér oldóhatásával volna egyenlő. Bár igen sok értékes munka történt ebben az irányban, így pl. *Sigmond* Elek dr. műegyetemi tanár is szerkesztett egy módszert a talajok foszforsavigényének meghatározására, amely általános elismerésre talált. Azonban minthogy olyan határértékeket eddig nem adott, melyek megmutatták volna a foszforsavhiányt, a módszer nem terjedhetett el.

Legközelebb járnak a kitűzött célhoz azok az eljárások és módszerek, amelyek a talajt többféle erősségű savakkal kezelik. Egyrészt meghatározzák a talajban lévő összes tápanyagkészletet, másrészt ennek a tápanyagtartalomnak azt a részét, amely könnyen oldható s amelyből minden valószínűség szerint a növények tápanyagszükségletüket fedezni fogják. A kétféle savval végzett oldás adatainak összehasonlításából legtöbbször meg lehet állapítani, hogy van-e szükség a vizsgálat alatt lévő tápanyag pótlására.

Ezek között a módszerek között általános használatban a legkülönbélebb klimazonák alatt a legjobb eredményeket a *Lemmermann*-féle módszer szolgáltatta. A módszer nem új, már régóta használatban is van, de még eddig nem publikálták, mert folyton kipróbálás alatt volt. Végre 1927. évben annyi ellenőrző kísérletnek eredménye érkezett be, melyek mind a módszernek használhatósága mellett tanúskodtak, hogy az eljárást mint kipróbált módszert át lehetett adni a közhasználatnak.

A *Lemmermann*-féle módszer abban különbözik a többitől, hogy nemcsak határértékeket ad, hanem hogy a határértékek közé eső középső értékeknek jelentőségét úgynevezett viszonylagos oldhatósági

számmal emeli ki, miáltal ezek a közbeeső értékek ilyen módon kiegészítve szinte olyan fontos útmutatásokat szolgáltatnak, mint maguk a határértékek.

Az értékszámokat három vizsgálatnak eredményeiből nyerik :

1. Meghatározzák a talaj összes foszforsavkészletét.
2. Ezután kioldják a talajból 1%-os citromsavval azt a részletet, amely ebben a híg savban könnyen oldódik. Ez a részlet a talaj összes foszforsavtartalmának könnyen oldható része.

3. Kiszámítják, hogy ez a könnyen oldható rész hányadrésze az összes foszforsavtartalomnak. Ha az összes foszforsavtartalomnak nagyobb része könnyen oldható, akkor nem kell pótolni a foszforsavat, ha pedig csak kis része oldható, akkor kell. A számítással nyert értéket viszonylagos oldhatósági hányadosnak nevezik.

A viszonylagos oldhatósági hányadost a következőképen számítjuk ki: Tegyük fel, hogy egy talajban az összes foszforsavtartalom 100 gramm talajban 100 milligramm, ebből oldódik 25 milligramm, akkor az oldhatósági hányados 25%.

Összes foszforsavtartalom	Oldható foszforsav tartalom	Viszonylagos oldhatósági hányados
100 mg.	25 mg.	25%
50 „	25 „	50%
25 „	25 „	100%

1 mg. foszforsav 100 gr. talajban megfelel 30 kg. foszforsavnak hektáronkint, 30 cm. feltalajt véve alapul. Ennélfogva mind a három talajban hektáronkint 750 kg. oldható foszforsav van.

Ha egy talajban 30 cm. vastag rétegben 600—750 kg. citromsavban oldható foszforsav van, akkor ebben a talajban valószínűleg nem kell a foszforsavat pótolni, akárminő a viszonylagos oldhatóság, de ha már 25 mg. alá száll az oldható foszforsavmennyiség, akkor a viszonylagos oldhatóság dönti el, hogy kell-e a foszforsavat pótolni vagy sem. Ha a viszonylagos oldhatóság 25%-on alul van, akkor majdnem minden esetben pótolni kell a foszforsavat.

Tehát 100 gr. talajban az 1%-os citromsavban oldható foszforsav: ha 25 mg. vagy több, akkor akárminő a viszonylagos oldhatósága, a foszforsavat nem kell pótolni, ha 25—20 mg., akkor az oldhatósági viszonyszám határoz abban, hogy a foszforsavat kell-e pótolni; ha 20 mg.-nál kevesebb, akkor akárminő az oldhatósági szám, a foszforsavat pótolni kell.

A fenti példából minden gazda kiolvashatja — ha az elemzési adatokat megkapta —, hogy kell-e talajában a foszforsavat pótolnia vagy sem.

Hasonló elveken épült fel König J. és Hasenbäuer J. a talaj tápanyagszükségletének meghatározását szolgáló módszere. König J. 3·1% citromsavval oldja ki a talajból a felvehető tápanyagokat és pedig a foszforsavat és kálit, mert Dyer B. vizsgálatai szerint 1% citromsav felel meg annak a saverősségnek, amelyet a legtöbb növény gyökere tápanyagok felvétele alkalmával kiválaszt. A nitrogén kioldására pedig 1%-os káliumszulfát-oldatot használnak.

A vizsgálat eredményeiből meghatározható, hogy :

1. A talajnak mennyi a könnyen oldható foszfor káli és nitrogéntartalma ?
2. Hogy mennyi tápanyagra van még szüksége, hogy a lehető legnagyobb termést adja ?

A módszer már régi, eddig nagyon sok kísérletet végeztek a kipróbálásra. A vizsgálati eredmények alapján a következő határértékeket állapították meg :

„Ha 1 kg. talajban több a növényi tápanyag, mint 150 mg. nitrogén, 250 mg. foszforsav és 160 mg. káli, akkor semmit sem kell benne pótolni. De, ha valamelyikből ennél a határértéknél kevesebb van, akkor azt pótolni kell. Hogy mennyit kell a hiányzó tápanyagból hektáronként venni, azt a fenti határérték alapján ki lehet számítani.“

A módszer a talajnak tápanyagkészletéről nagyon világos képet ad. Azonban, ha azt akarjuk, hogy elemzések révén kapott határértékekből minden klímaövben lehessen a talajnak tápanyagszükségletére következtetést vonni, akkor szükséges volna, hogy minden klímaöv számára új határértékek állapíttassanak meg. Mert ismeretes dolog, hogy a humidus klímaövben a növényekben sokkal kevesebb a hamualkatrészes, ebben a klímaövben tehát kevesebb káli, nitrogén és foszforsav kell egy terméshez, mint az aridus övben, ahol ugyanakkora termésnek kifejlesztéséhez kétszer vagy háromszor akkora káli foszforsav és méz kell. Ennélfogva a humidus öv talajaiban a határértékek alacsonyabbak lesznek, az aridus klímaövben pedig aránytalanul magasabbak. Nem kétlem azonban, hogy ha a határértékeket Csonka Országunknak összes klímarégióiban megállapítják, akkor ez a módszer fogja a legértékesebb eredményeket szolgáltatni, mert a káli és foszforsavon kívül a nitrogénkészletről is felvilágosítással szolgál.

4. Vegetációs és kémiai kombinált módszer.

Egyes agrikultur-kémikusok már régen gondoltak arra, hogy a talaj tápanyagviszonyairól legjobb képet tulajdonképpen azok a növények adják, amelyek rajta élnek. Ha tehát a növényeknek hamuját megelemezzük, akkor biztos képet kapunk arról, hogy a tápanyagok milyen arányban vannak a kérdéses talajban. Mert a növények abból a tápanyagból, mely a talajban fölös mennyiségben van jelen, sokat vesznek fel, még pedig annál többet, minél nagyobb annak mennyisége a talajban is, viszont egy másik tápanyagból, mely csak igen kis mennyiségben fordul elő, aránytalanul kis mennyiséget fog felvenni. Ennek az okoskodásnak alapján igen sok hamuelemzést végeztek, azonban ezeket az eredményeket általánosítani nem lehetett, mert a növények hamutartalma minden klímazónában más. A hamutartalomban mutatkozó eltéréseket a klimatikai tényezőknek hatása hozza létre, ha ezt a tényezőt sikerülne érvényteleníteni, akkor a hamutartalom egyenletesebb és a hamuelemzéseknek eredményei használhatóbbak volnának.

Neubauer H. és Schneider W. (agrikultur-vegyészek Németországban) *palánta módszere* éppen azért ad jobb eredményt az eddigi hamuelemzési módszereknél, mert ebben a módszerben a klíma hatása nem juthat érvényre, mert az elemzendő növényeket szobában nevelik és csak palántákat nevelnek, nem engedik őket növényekké kifejlődni.

Neubauert és társát a módszernek kidolgozásakor az a tapasztalati tény vezette, hogy a gyökerek már rövidesen csírázás után rögtön megkezdik a palántának tápanyagokkal való ellátását. Ha tehát kismennyiségű talajon igen sok palántát nevelünk, sokkal többet annál, mint amennyi meg tud élni rajta, akkor ezek a palánták a rendelkezésre álló talajból teljesen ki fogják szívni a felvehető tápanyagokat. Ezért azután a talaj mennyisége és a palánták száma közötti arány úgy van megválasztva, hogy a palánták csak addig fejlődhetnek, míg a rendelkezésre álló talajból az összes káli és foszfor-sav ki nincsen vonva. Ha ez megtörtént, akkor a levelek elkezdnek sárgulni, a levélhegyek pedig megbarnulnak, jeléül annak, hogy a kísérleti edényben nincsen több felvehető tápanyag. A palántákat ezután kiszedik, megszáritják, elhamvasztják, a hamut pedig megelemezik.

A Neubauer és Schneider-féle módszer a következő: A vizsgálathoz 100 gramm talajt vesznek. Ezt összekeverik 50 gramm

tiszta kvarchomokkal és a keveréket egy üvegedényben még 150 gr. tiszta homokkal be is fedik s az így elkészített talajba rakják bele a magot, számszerint 100 rozsszemet. A 100 rozspalánta a 100 gr. talajból 17 nap alatt teljesen kivonja a felvehető káli- és foszforsav-tartalmat, a kísérlet tehát 17 nap alatt kész. Ezután következik a szárítás, elhamvasztás és elemzés.

A vizsgálatok szerint a határértékek a következők: Ha a palánták 100 gr. talajból 24 mg. kálit és 8 mg. foszforsavat tudnak kivonni, akkor ebben a talajban elég foszforsav és káli van felvehető alakban, ezeket a tápanyagokat tehát nem kell pótolni. De ha a palánták fenti határértéknél kevesebbet tudnak csak kivonni, akkor a kálit vagy a foszforsavat műtrágyákkal pótolni kell.

Közismert tény, hogy a különböző gazdaság inövényeknek káli- és foszforsavigénye nem egyforma, egyik többet, másik kevesebbet kíván belőlük. Ennélfogva, ha valamely talaj a fenti határértékeknél kevesebb kálit és foszfort tartalmaz, könnyen felvehető alakban, azért az még bizonyos gazdasági növényekből megfelelő terméseket adhat, műtrágyapótlás nélkül is. Így például, ha 100 gr. talajból a rozspalánták 4 mg. foszfort tudnak kivonni, akkor az a talaj még mindig adhat egy jó zabtermést; 6 mg. foszfor még elég egy jó árpatermésre. De egy megfelelő cukorrépatermésre már 8 mg. foszfor kell. Továbbá 20 mg. káli elég egy gabonatermesre, de már egy jó burgonyatermeshez 40 mg. káli kell s így tovább. A Neubauer-féle módszer tehát lehetővé teszi, hogy talajunknak felvehető tápanyagkészletéről pontos számadást vezethessünk és műtrágyákra ne adjunk ki többet, mint amennyi éppen kell és végül számításba vehessük a természetendő gazdasági növénynek kisebb vagy nagyobb tápanyagigényét is.

A talaj mészsükségletének meghatározása.

A talajok kémiai tulajdonságának tárgyalása alkalmával megismertük a kolloidos alkatrészeknek a szerepét, melyet a növények táplálkozása körül betöltenek, különösen a káli és a foszforsav lekötése tekintetében. Megtudtuk, hogy a különféle klímarégiókban kialakult talajokban ez a két oly fontos tápanyag annál erősebb lekötésben van és emiatt annál nehezebben oldódik, minél kevesebb bázis van a talajban. A báziséhségben szenvedő talajokból a növények sokkal nehezebben elégíthetik ki tápanyagszükségletüket, mint a bázisokban bővelkedő talajokban.

A gazdáknak tehát arra kell törekedniök, hogy a talajoknak a bázisérségét csökkentsék, a növényi tápanyagok lekötését lazítsák, hogy ilyen módon a csirázó növényeknek a tápanyagfelvételt minél inkább megkönnyítsék.

De megtudtuk azt is, hogy a savanyú talajokban a legtöbb hasznos baktérium nem tud megélni s ezért ezekben a talajokban a szénsavszolgáltatás, a nitrogénkötés és a nitrifikatio folyamatai sokkal gyengébbek, mint a kevésbé savanyú vagy neutrális talajokban. E talajok termékenysége emiatt a neutrális talajok termékenysége alatt marad.

A hazai talajok tehát csak akkor fogják teljes termékenységüket kifejthetni, ha savas kémhatásukat megfelelően csökkentjük. A savanyúságot pedig csak egyedül meszezéssel lehet csökkenteni, a savas kémhatású talajokat tehát meszezni kell.

Európa északi országaiban ugyan évszázados használat alatt kitenyésztettek olyan gazdasági növényeket is, amelyek savanyú hatású talajokban a nagyon erős lekötésben lévő tápanyagokat is ki tudják vonni és fel tudják használni. Az aklimatizált gazdasági növények ott is nagy terméseket adnak. De ezeknek a növényeknek meghonosítása hazánkban, különösen klimatikai igényeik miatt, nagy nehézségekbe ütköznék. Ilyen viszonyok mellett nem marad más hátra, minthogy csonka országunknak azokban a klímaregióiban, melyekben a talajnak kémhatása $P_H = 6.8$ alatt van, a talajoknak savas hatását meszezéssel csökkentsük.

Erre a célra természetesen nagyon különböző mennyiségű mészre van szükség. Ugyan már maga a savassági fok, melyet a P_H számmal fejezünk ki, ad némi tájékozódást a szükséges mész mennyiségére vonatkozólag, de ez nem elég. Minthogy a meszezés nagy kiadást jelent, tehát igen nagy érdeke a gazdának, hogy megkaphassa mindazokat a felvilágosításokat, amelyeket az ilyen célból végrehajtott elemzések megadhatnak és ne legyen kénytelen több meszet kiszórni, mint amennyi okvetlenül szükséges.

A mészszükséglet meghatározására többféle módszer van, de biztos adatokat még eddig egy sem ad. A vegyi elemzés alapján nyert mészmennyiségeket a gyakorlatban alkalmazva kitűnt, hogy annál aránytalanul kisebb mennyiség is már igen nagy hatást gyakorol, mint amekkorát az elemzés szükségesnek jelezett. Sőt a humuszos és tőzezes, valamint a lápi talajokon tapasztalás szerint az elemzés által

előírt tömegnek csak a felét szórják ki, mert az egész mennyiség az első években kárt okoz. A talajokon alkalmazott mézsmennyiség megítélése alkalmával mindig tekintettel kell lenni a talajnak minőségére, homokos talajokra kell legkevesebb, lápi talajokra több és legtöbb kell az agyagtalajokra.

A módszerek egyik csoportjában a vizsgálat alatt lévő talajt megtitrálják, azaz annyi lúgot csepegtetnek hozzá, míg a kémhatása neutrálissá nem válik. A kapott szám szolgál alapul azután a számításnak. A módszerek másik csoportjában a savanyú talajok báziselségének mértékét állapítják meg. Ez utóbbiak között a Kappen-féle módszer van legjobban elterjedve, amelynél a talajt ecetsavas mész oldatában áztatják és egyórás rázás után megállapítják, hogy mennyi meszet absorbeált, azaz hogy mennyi sav szabadult fel a mész leköttése folytán. A kapott értékekből számítják azután ki, hogy egy holdnyi területre mennyi mész kell a talajnak mésszel való telítésére.

Azonban ezzel a módszerrel is rendszeren olyan nagy számokat kapunk (20—80 q holdankint), hogy ma csak ritkán van a gazda abban a helyzetben, hogy a kémiai elemzés alapján előírt egész mennyiséget egyszerre kiszórhasa. Éppen ezért ma annak a kérdésnek tanulmányozása a legfontosabb, hogy melyik az a legkisebb mennyiség, amely még terméscsökkenést fejt ki? Ilyen irányú kísérletek már eddig is nagy eredménnyel jártak és arra mutatnak, hogy a meszezés kérdésének megoldása nem lesz olyan nehéz, mint aminőnek kezdetben látszott. Kitént ugyanis, hogy ha a maggal együtt egy műtrágyaszóró vetőgéppel műtrágya és mézsliszt keveréket is visszük bele a talajba, akkor csodálatos módon emelkedik a termés. Kémiai nézőpontból vizsgálva a kérdést, az a csekély mézsmennyiség, amelyet kiszórtunk, nem változtathatja meg a talajnak savasságát olyan mértékben, hogy azt a mi igazán nagyon érzékeny módszerünkkel meghatározhatnánk. Valószínű tehát, hogy itt a mész a talajnak nem a kémiai reakcióját változtatta meg, hanem a biológiai viselkedését a csirázó maggal szemben. A kis palántát életének első napjaiban neutrális, vagy legalább kevésbé savanyú talajoldat veszi körül és ilyen környezetben megerősödve már edzettebb állapotban került bele a savasabb talajrétegbe. De bár mi is a valódi magyarázata ennek a tapasztalatnak, a fontos az, hogy megnyugvást kelt a savanyú talajon gazdálkodók között, mert ilyen módon a meszezés kérdése minden gazdaságban megoldható lesz. Ha a gazda minden műtrágyázással kapcsolatban meszezni is fog, akkor egy bizonyos idő múlva a gazdaságnak

minden táblája sorra kerül és idővel a gazdaság talajának savas reakciója is enyhülni fog.

Savanyú talajokon a meszezés végrehajtásának a jövője tehát, úgy látszik, az lesz, hogy a meszigényes gazdasági növényeket műtrágya és mészköliszt keverékével együtt fogják vetni. Ha műtrágyaszórógéppel minden évben mészkölisztet is vetünk, akkor egyrészt biztosítottuk a jövő évi termésünket és másrészt lassankint fokozzuk talajunknak mésztartalmát és csökkentjük kártékony savas kémhatását.

VI. FEJEZET.

A termőtalajoknak beosztása.

A talajokkal foglalkozó gazdák és tudósok már nagyon régen törekedtek arra, hogy a talajokat tulajdonságuk szerint osztályokba foglalják és az osztályokat külön nevekkal jelöljék meg. Nagyon sok talajosztályozást állítottak föl, melyek részint az *anyagzet minőségére*, részint a *talaj kémiai és fizikai összetételére* voltak alapítva. Azonban mindezek az osztályozások nem váltak általánossá, mert rendszeren annak a vidéknek talajához alkalmazkodtak, ahol az osztályozást felállították. Ha ezeket az osztályozásokat azután más klímájú vidéken akarták felhasználni, akkor használhatatlanoknak bizonyultak.

Mindezeknek a talajosztályozásoknak az volt a legnagyobb hibája, hogy a talajalakulásnak egyik legfontosabb tényezőjét, a klímát, figyelmen kívül hagyták. *Hilgard E.* Észak-Amerikában a kaliforniai egyetem tanára volt az első, ki a talajokat a felettük uralkodó klíma szerint osztályozta. Ő különítette el legelőször az aridus klímaöv talajtípusait a humidus klímaöv talajtípusaitól.

Mikor azután az oroszországi talajvizsgálatok általánosan ismertté váltak, amelyekből kitűnt, hogy Európában is megvan ez a két főosztály, ekkor a klimatikai alapon való osztályozás is kezdett mind általánosabban elterjedni, úgyhogy ma már Európában és Amerikában is a klímát fogadják el a talajosztályozás alapjául. Ebben a talajosztályozásban különválasztják az aridusöv talajfajtáit a humidusöv talajfajtáitól és a két főosztályban azután a mechanikai összetétel alapján választják külön még az egyes alosztályokat: az *agyagot*, a *vályogot*, a *homokot* és a *kavicsos talajt*, továbbá a *lapi* talajokat.

A Nemzetközi Talajtani Társaság által szerkesztett „*A Föld Átnézetes Talajterképé*“-n is a klimatikai beosztás az alap. Ezen belől

vették a második osztályozási alapnak a mechanikai összetételt. Minthogy Magyarország talajtípusait is ez alapon lehet legjobban csoportosítani és ezen a beosztási alapon lehet mezőgazdasági használhatóságukat is legkönnyebben megjelölni, ezért én is ezt a beosztást használtam. Ez ma a legtökéletesebb, mert minden országban, minden klímaövben egyaránt alkalmazható.

Magyarország talajainak beosztása.

Magyarország Európának aridus és humidus klímaövének határvonalára esik, ennél fogva természetes, hogy mindkét klímaöv talajtípusai előfordulnak benne. Minthogy azonban Magyarország területe nem oly egységes síkság, mint Oroszorszáé, hanem magas hegyekkel körülzárt medence, ennél fogva a klímaövek sem folytatódnak keletnyugat irányú övek formájában az országon keresztül, hanem alkalmazkodnak az ország domborzatához. *A klímaövek a medencében, valamint a medencét szegélyező lejtőkön átalakulnak klímarégiókká, az klímaövekből klímarégiók válnak.*

A klímarégióknak mezőgazdasági klímáját még pontos meteorológiai adatokkal nem jellemezhetjük, mert ilyen irányú összeállítása a meglévő feljegyzéseknek eddig nem történt. Ezért kénytelenek vagyunk a klíma jellegének megjelölése céljából az uralkodó ősi növényzetet segítségül venni, s a klímarégiókat azok után a növényi formációk után elnevezni, melyek bennök jól díszlenek és a helyi klíma jellegét világosan megjelölik.

Nincsen az a finom és érzékeny meteorológiai műszer, mely jobban jelezné a klíma sajátosságait, mint a növény. Ezért vette a világhírű klimatológus is *W. Köppen* első klimatológiai világtérképe alapjául a klímajelző növények elterjedését. Újabb klimatológiai világtérképének szerkesztésekor már erre nem volt szükség, mert időközben annyi meteorológiai állomás létesült, hogy ezeknek adatai elég biztos alapot szolgáltatnak az új klimatológiai térkép szerkesztéséhez.

Magyarországon ma még ott állunk, ahol *W. Köppen* 1910. évben állt, mert nekünk még ma sincsen annyi megfelelő meteorológiai állomásunk, hogy azoknak adataiból egy mezőgazdasági klímaterképet meg lehetne szerkeszteni. Emiatt kénytelenek vagyunk ideiglenesen a klímarégiók határainak megjelölése céljából a klímajelző növényeknek elterjedését segítségül venni.

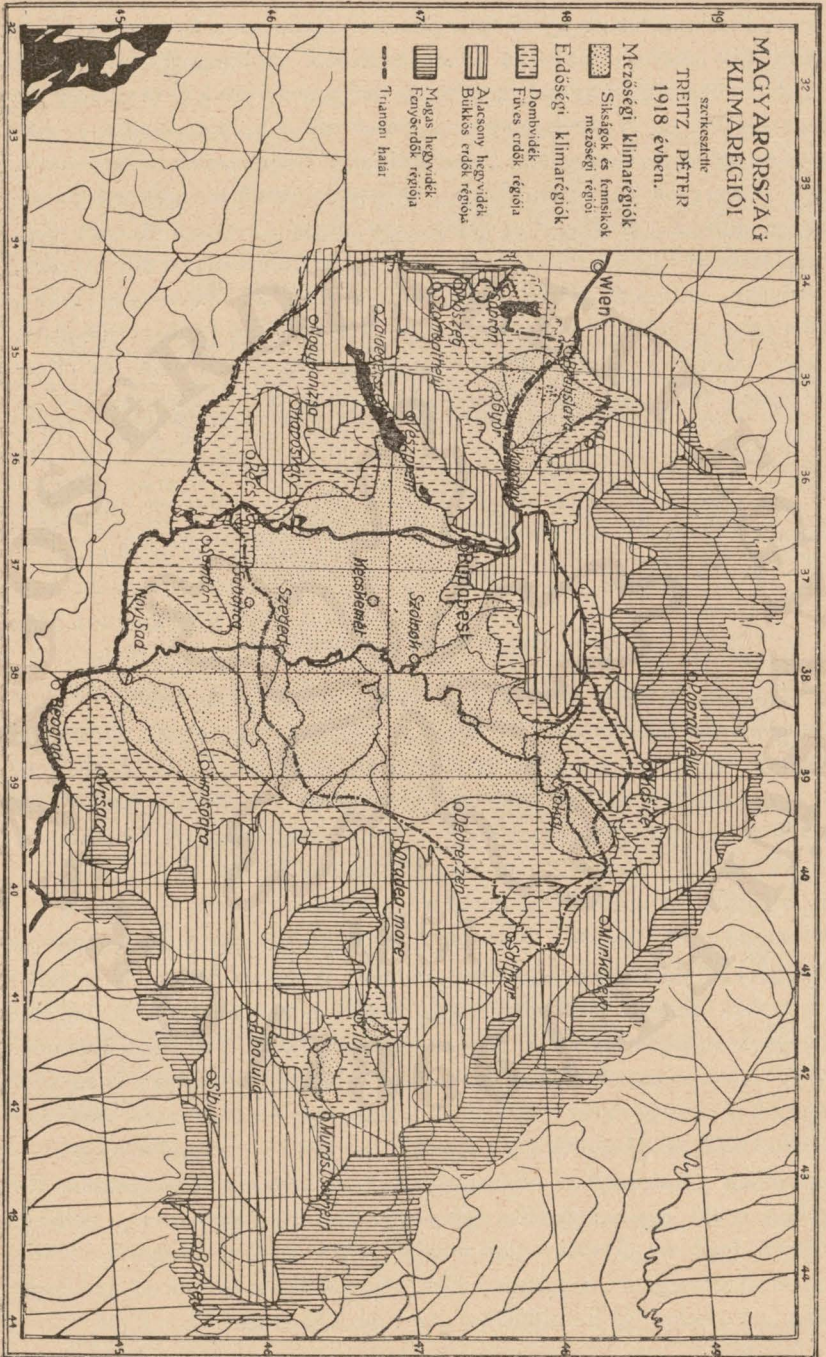
A klímarégiók megjelölésére lehetne olyan növényi formációkat kikeresni, melyek pontosan jelzik a klíma sajátosságait, melyeknek emellett elterjedése is jól ismert. A magyar botanikusok a magyar flóra tagjait és ezeknek elhelyezkedését ma már jól ismerik. Csak-hogy avégből, hogy a gazda a maga vidékén ilyen alapon határozhassa meg területének hovatarozóságát, ahhoz megfelelő botanikai képzettségre volna neki szüksége, ez pedig nagy általánosságban nincsen meg. Azért választottam a mezőgazdasági klíma jelzésére olyan növényeket, amelyeket minden gazda ismer, nevezetesen az erdőalkotó fákat. Közvetlen a háború előtt fejezte be két magyar tudós erdészünk, *Fekete Lajos* és *Blatny Tibor*, Magyarország erdőalkotó fái elterjedésének felvételét. A munka „Az erdészeti jelentőségű fák és cserjék elterjedése a magyar állam területén. — Selmechánya 1913. cím alatt jelent meg magyar, német és francia nyelven.

Az erdőalkotó fákat mindenki ismeri és így könnyen meg lehet állapítani bármely gazdaságról, hogy melyik régióba esik bele, még akkor is, ha véletlenül két régiónak a határán áll.

Nagy-Magyarország klímarégiói.

Közismert tény, hogy hegyes vidéken a völgyek feneké nyáron melegebb és télen hidegebb, mint a völgyeket környező lejtők és fensíkok. Száz méterenként az évi átlagos hőmérsék $0\cdot42$ — $0\cdot48$ C fokkal süllyed, azaz, ha valamely helynek az évi átlagos hőmérséke 10 C^0 , akkor a mellette lévő hegyen 100 m. magasságban a hőmérsék az évi átlagos hőmérsék nem 10 C^0 , hanem $9\cdot58$ — $9\cdot52^0$ lesz; 300 m. magasságban pedig $8\cdot74$ — $8\cdot56\text{ C}^0$ s így tovább.

Ugyanez a törvény érvényesül a Nagy-Magyar-Medencében és a környező dombságban és hegységben. A Nagy-Alföld és a Kis-Alföld, továbbá az Erdélyi Mezőség, mind a hárman zárt medencék, melyeket minden oldalról hegyek öveznek körül. A medencéknek a fenekén, azaz az alföldeken a klíma sokkal melegebb, mint a környező dombokon és hegyeken, a hőmérsék a magassággal arányosan csökken. A hőmérsék csökkenésével együtt jár az évi csapadékoknak gyarapodása és a klimatikai nedvességnek növekedése. Megkülönböztethetünk tehát egy síksági és egy hegyi klímát, melyeknek a jellege teljesen fedi azt a klimatikai osztályozást, melyet *Hilgárd E. W.* honosított meg a talajismeretben, nevezetesen a mezőgazdasági klímának aridus- és humidus-övekre való felosztását.



Lehet, hogy ehhez a beosztáshoz a meteorológiai tudomány tekintetében sok szó fér, azonban most nem meteorológiáról van szó, hanem meteorológiai adatoknak értékesítéséről a talajismeret terén. Ezért, ha ezek után klímáról szöveg, akkor mindig csak a talajismereti vagy a mezőgazdasági klímát értem, nem pedig azt a klímát, melyet a meteorológus és klimatológus tudósok értenek e név alatt.

A talajvizsgálatok azt bizonyították, hogy a három medence talaja megfelel annak a jellegnek, melyet Hilgárd és az orosz tudósok aridus vidéki talajnak neveztek el, következésképpen a felette uralkodó klímát is aridusnak kell mondanunk.

Mindebből következik, hogy Magyarország mezőgazdasági klímája is kétféle. A medencék felett uralkodó klíma aridus, azaz különösen nyáron nagyon száraz, majdnem aszályosnak mondható, az egész terület fátlan, csak ákácerdők vannak rajta. Viszont a dombos és hegyes vidékeknek a klímája nedves, vagyis humidus és az egész terület erdős.

A mellékelt térképen: „*Nagy-Magyarország Mezőgazdasági Klímaregiónak*“ a különböző klimatikai régióknak elhelyezkedése jól kivehető, klimatikai tárgyalásunk alkalmával ez lesz az alaptérkép.

I. A mezőségi, azaz aridus klímaregiónak.

Magyarország medencéinek klímája.

A legmelegebb és ezzel együtt a legszárazabb területei Magyarországnak a legmélyebb helyet elfoglaló két síksága, valamint ugyanilyen klimatikai hatásoknál fogva az Erdélyi Mezőség.

Ezek a területek azonban nem voltak mindig ilyen szárazak. Mielőtt még az ember beavatkozott volna a természet rendjébe, tehát abban az időben, mikor még nem irtotta ki az erdőket, nem szabályozta a folyóvizeknek a tavaszi árvizét és nem csapolta le a mocsarakat és ingoványokat, akkor az egész nagy medence belsejét a mocsári erdők birodalma foglalta el. Az összefüggő erdőrengetegben levő mélyedésekben megrekedtek a tavaszi árvizek és hatalmas rétségeket és áthatolhatlan ingoványokat keltettek életre bennük.

Az árvizek minden tavasszal szétfutottak a síkságon és a legmélyebb helyeken megrekedtek és az akkori klíma hatása alatt az egész éven megmaradtak, úgyhogy az idején hóolvadás vize még ott találta a tavalyi árvíz maradványát. A sok víz óriási mocsarakat

és tözeges ingoványokat táplált, melyeknek párolgása nagytömegű vízpárával növelte a levegő vízgőztartalmát. A levegő az egész éven át nedves volt, este, reggel köd ülte meg a mélyedvényeket és nagy harmat áztatta meg a háts részeket nap-nap után, egész éven keresztül. Ilyen állandóan nedves légkörben a talaj még nyáron se száradt ki, a hátsakat fák foglalták el, a rétségeket és ingoványokat mocsári erdők övezték körül.

Szlavóniában még 45 évvel ezelőtt sok ilyen mocsári erdő élt. Az ősi tölgyesek alatt egész éven át megmaradt a hólé, úgyhogy még augusztusban sem lehetett száraz lábbal az erdőn átmenni.

A folyók szabályozása és a belvizek lecsapolása befejezte azt a kiszárító műveletet, amelyet az ember az erdők irtásával még talán a történelmi kor előtt megkezdett. A folyók szabályozását már a XVII. században elkezdték, de csak a törökök kiűzése után a XVIII. században indult meg nagyobb arányokban. Úgyszintén a mocsarak és ingoványok lecsapolása is. Az egész kiszárító művelet azonban csak a XIX. században nyert befejezést, a kiszárításnak hatása is csak ezután mutatkozott teljességében.

Az erdők kiirtásával és a belvizek lecsapolásával a légkör vízpárát szolgáltató szervét pusztították ki és ezáltal a levegőnek kiszárítását is okozták. A légkör páratartalma különösen az évnek második felében apad le rendkívüli módon és így lassankint az egész Alföldnek mezőgazdasági klímája átalakult. De a változás csak nagyon lassú volt, úgyhogy egy ember életén keresztül végbement változást nem lehetett észrevenni. Csak ha a mai klímát összehasonlítjuk azzal, amit a XVIII. századból ránk maradt természetleírásokból megismerünk, akkor látjuk a rendkívüli ellentétet a mai és a régi klíma között. A Nagy-Alföldnek és a Kis-Alföldnek még két századdal ezelőtt humidus erdőségi klímája volt, ma pedig határozottan mezőségi száraz klímája van.

A mezőségi klíma jellege.

Hőmérsék. Az évi átlagos hőmérsékletet jelző meteorológiai térképeken a mezőségi klímának átlagos évi hőmérséke egyelőnek van jelezve a környező dombok és hegyek területének átlagos hőmérsékletével. Ez a látszólagos egyezés onnan származik, mert a térképeken a hőmérséket a tengerszíni magasságra redukálva közlik. Azonban mindjárt kitűnik a nagy különbség az egyes klímarégiók hőmérséke között, hogyha nem az évi átlagos hőmérséket vesszük

alapul, hanem a hőösszegeket, azaz azt az összeget, melyet a tenyészeti időszak* alatt uralkodó 4^0 feletti hőmérsékeknek összeadásából nyerünk.

A mezősegi régiókban a tenyészeti időszak 264—250 napig tart. A dombos vidéken rövidebb, 240 nap. Hegyvidéken 200 napnál is kevesebbet számlál. (Pl. Árvaváralja 188 nap.)

Ha a $+4\text{ C}^0$ -on felül emelkedő napok átlagait összeadjuk, akkor a tenyészeti időszak alatt uralkodó hőösszegeket kapjuk meg. Ezek a hőösszegek azután igen nagy különbségeket tüntetnek fel. A Nagy-Alföldön 4100—3800 C^0 között mozog a hőösszeg, míg a hegységben 2500 alá száll le. (Pl. Árvaváralján 2575 C^0 .)

A mezőségeken a nyári hőmérsék igen magas. A Nagy-Alföldön 105 nap, a Kis-Alföldön 60 nap uralkodik 20 C^0 -nál magasabb átlagos hőmérsék. E között vannak olyan napok, amelyeken a hőmérsék átlaga 34 C^0 -on is felülemelkedik. A dombvidéken és a hegységben a 20 C^0 -nál melegebb napok száma fokozatosan csökken. Minél magasabb a hegy, annál kevesebb a 20 C^0 -os napok száma. Végre a magas hegységben a hőmérsék a 20 C^0 -ot nem is éri el, itt 18 — 19 C^0 a legmagasabb hőmérsék.

Felhőzet. Az alföldeken a nyáron van a legtöbb derült nap, télen a legtöbb borús. Ezzel szemben a hegységben nyáron van legtöbb borult nap és télen a derűs napok vannak többségben.

Csapadék. Az Alföldön az évi csapadékok összege 450—600 mm. és ez a víztömeg 82—105 nap alatt esik le, 282—260 nap nincsen eső. Ha még ezek a csapadékos napok egyenletesen oszlanának el, akkor nem okozna bajt, mert 450—600 mm. csapadék, ha egyenletesen eloszolva hull le, akkor untig elég, még az erdőnek a fenntartásához is. Csakhogy ez nem így van. Mert nyáron, amikor a legtöbb esőre volna szükség, akkor 10—25 napos száraz időszakok nagyon gyakoriak. A nyári esők ritkán hullanak és ekkor nagy tömeg zúdul le egyszerre a földre. (30—40 mm. néhány perc alatt.) Eső után pedig megint nagy szárazság következik, úgyhogy a forró napsugarak hamar felszívják az esővizet, a növényzet csak keveset kap belőle.

Az eső eloszlása. Júniusban esik a legtöbb eső. Július, augusztus, szeptember száraz hónapok. Ez a nyári szárazság némely helyen olyan erős, hogy a fák nem képesek elszenvedni és elszáradnak, vagy legtöbbször nem tudnak magas fává kifejlődni és törpe cserjék marad-

* Tenyészeti időszaknak veszem a tavaszi $+4\text{ C}^0$ -tól az őszi $+4\text{ C}^0$ -ig terjedő időszakot.

nak. A fák csak olyan helyen tudnak megélni, ahol gyökereikkel hamar elérik az altalajban levő vizet. Itt is csak a nyár-, a fűz-, a szilfa tud magas fává felnőni. Ezt a nagy nyári szárazságot csak Észak-Amerika száraz vidékéről importált ákác képes elviselni, azért vált az utolsó évszázadban az ákác az Alföldnek jellegzetes fájává.

Nyáron az Alföldön az évi esőmennyiségnek 30%-a, hegyes vidéken pedig 40%-a hull le. De ezek a számok az esőnek csak a mennyiségbeli eloszlását jelzik, a minőségbeli eloszlását azonban az esőnek gyakorisága mutatja. Itt már azután igen nagy különbségeket találunk. Pl. az Alföldön a nyári 120 nap alatt, melyen 90—60 napon van 20 C^o-on felüli hőmérsék, csak 23—32 esős nap van, ezzel szemben a hegyvidéken 40—50 az esős napok száma.

	Június	Július	Augus- tus	Szeptem- ber	Összesen esős nap
Karcag	7	6	5	5	22
Békéscsaba	10	8	8	6	32
Hegyvidék	13·9	11·9	10·4	9·3	45·5

A fenti felsorolásból is látni, hogy az eső eloszlásában nyáron van a legnagyobb különbség, a hegyvidéken sokkal több az esős nap, sokkal alacsonyabb a hőmérsék, sokkal több a borús nap és magasabb a levegőnek a páratartalma. Mindezek a meteorológiai tényezők kedvezőek a fáknak tenyészetéhez, míg ellenben ezeknek a hiánya megakadályozza a fáknak fejlődését.

Levegőnedvesség. A derült idő és a nagy meleg természetesen nagyon csökkenti a levegőnek a páratartalmát, úgyhogy az Alföldön a relatív nedvesség évi összege alacsony. Az évi átlag 73—77%. Különösen kevés a páratartalom a nyári meleg napokon. Ekkor a havi átlag leszáll egészen 62%-ra. (Zsombolyán augusztusban 62% a rendes átlag.) Az erdőségi régiókban 78% a legkisebb szám, a magas hegységben pedig nem süllyed 80% alá.

Napfénytartam. Minél több a derült napok száma, annál nagyobb lesz az a szám is, melyet úgy kapunk, ha a napsütéses órák számát összeadjuk. Ez a szám az évi átlagos napfénytartam. Az Alföldön a napfénytartam évi átlaga 1800—1700, a magas hegységben lepad 1400-ra. (Kecskemét 1800, Tapolca 1700, Liptóújvár 1475 és Csorbató 1483.)

A párolgás. Minél nagyobb a levegőnek a szárazsága, annál erősebben párologtatnak a növények vizet és annál gyorsabban

és annál mélyebb rétegekig szárad ki a talaj. Különösen nagy a párolgás a 120 napos nyári, száraz időszakban, amikor a sík vizek párolgásának mértéke naponta a 10—15 mm.-t is meghaladja. A párolgás mértékéről képet adnak a meteorológiai állomások párolgásmérőinek adatai, ha ezeket sorozatba állítjuk egymással.

Az Alföldön 800—700, dombvidéken 700—600, alacsony hegyvidéken 600—450, magas hegységben 450—300, az évi párolgás összege. (Kecskeméten: 842 mm., Siófok 487 mm., Dicsőszentmárton 434 mm., Liptóújfár 303 mm.)

Talajalakulás szempontjából rendkívül nagy hatása van a párolgás mértékének, amennyiben ez szabályozza a talaj felső rétegében felhalmozódó bázisokat, továbbá a talaj kilúgozás mértékét, szóval végeredményben a talajnak kémiai szerkezetét és reakcióját.

Harmat. A 120 napos nyári időszak alatt a mezőségen a növényeket csapadék hiányában a harmat tartja fenn, úgyhogy ha nincs is eső, de harmat alakul, akkor a növények egy hosszabb száraz időszakot is baj nélkül tudnak átszenvedni. Azonban a levegő nagy szárazsága következtében igen hosszú időszakokon keresztül harmat sem hull. Az Alföldnek szárazabb területein 30—40 napos periódusok is fordulnak elő, amelyeken semmi harmat nincs. Ez alatt a száraz időszak alatt pusztulnak ki a fák és ekkor sül ki azután a legelő.

A három mezőségi klímájú medencében a klíma nem egészen egyforma. A Nagy-Alföld klímája, mint legmélyebben fekvőé, a legmelegebb és legszárazabb. A Kis-Alföld északabbra esvén és minthogy közelebb van az Alpeselekhez, már némileg hűvösebb. A +20 C⁰-on felüli napok száma sokkal kisebb, de azért a nyári szárazság mégis igen nagy, úgyhogy más fa, mint az ákác, nem igen érzi jól magát benne.

Az Erdélyi Mezőség klímája a leghűvösebb, mert átlagos felszíne 300 méter tengerszíni magasságon felül van. De klímája mindennek dacára szintén nagyon száraz. Az Erdélyi Mezőség magas fensík, melyben a folyók és a patakok mély völgyeket vágtak. A fensíkon a föld árja nagyon mélyen van, úgyhogy már sokkal kisebb fokú szárazság is elegendő ahhoz, hogy erdő ne tudjon megélni a fensíkon. Ezek emiatt teljesen fátlanok, erdőt csak a völgyek fenekén találunk, ahol a fáknek gyökerei könnyen elérik a föld árját.

Gyakorlati következtetések. A felsorolt meteorológiai adatokból kitűnik, hogy a mezőségi klímának a fő jellemvonása a nyári szárazság. Télen és tavasszal elég nedves a levegő és sok a csapadékos nap,

de nyáron és különösen a nyár második felében, továbbá az ősz elején nagyon nagy a szárazság.

A nagy nyári szárazság alakítja ki a mezőségeknek tipikus növényzetét. Mezőség jellegzetes képe a fátlanság. Csak az ákác tud ezzel a nagy szárazsággal megbirkózni. De az ákác külföldi növény, csak száz éve honosodott meg, Észak Amerikából hozták és olyan vidékről származik, ahol éppen olyan meleg és száraz a nyár, mint nálunk. A tölgy és kísérői már nem bírják ki ezt a nagy vízárséget és eltűntek az Alföldről. Ma az egész Kis- és Nagy-Alföldet a füvek és egyévi virágok foglalják el.

De nemcsak a vadnövények, hanem a gazdasági növények közül sem tudnak azok a növények az agyagos talajú alföldi részeken megélni, amelyek csak ősszel érnek be. Ilyen például a burgonya, mely fejlődésekor sok vizet kíván, de különösen sokat a három nyári hónapban. Minthogy a mezőségen éppen ebben a három nyári hónapban a legnagyobb a szárazság, a burgonya ezt nem bírja ki, mindenféle betegségbe esik és nagyrésze ki is pusztul. A Nagy-Alföld tiszántúli részének agyagos a talaja és éppen ezért itt a burgonya szántóföldi termelése nem sikerül. E vidéken a burgonyát csak kertekben termelik, ahol az intenzívebb talajművelés és a kerteket környező fák a párolgást csökkentik és ennek a vízigényes növénynek a megélhetését biztosítják. A tiszántúli résznek északi felében, különösen ott, ahol a talaj kissé szikestermészetű, ugyanezen oknál fogva még a tengeri termelése sem sikerül.

Humidus klímarégió.

A dombvidékek és hegységek erdős régiói.

A Kis- és Nagy-Alföldből, valamint az Erdélyi Mezőségből kifelé haladva, fokozatosan hűvösebb és nedvesebb klímát találunk, melynek általában nagyobb a klimatikai nedvessége, mint a mezőségi klímának.

A klimatikai nedvesség több tényezőtől tevődik össze. 1. A hőmérséklet évi átlaga alacsonyabb. 2. A tenyészeti időszak rövidebb és hűvösebb. 3. A 120 nyári nap alatt a 20 C° átlagos hőmérséklen felüli napok száma csekélyebb, sőt a hegységekben nem is emelkedik 20 C°-on felül. Nyáron a legmagasabb napi hőmérséklet 30 C° alatt marad. 4. Végül éjjel sokkal gyorsabban lehűl a levegő, mint az Alföldön, ennél fogva minden nap alakul harmat, a talaj sohasem szárad ki.

Csapadék. A csapadék évi átlaga 600—1800 között váltakozik. Általában több az esős nap és egyenletesebben oszlanak el az egész éven át. Az esős napok száma 106 és 200 között ingadozik. A több esős nap következtében a levegőnek nagyobb a páratartalma, különösen nyáron és ősszel.

Felhőzet. Általában sokkal több a borús nap, mint az Alföldön. Különösen nyáron sokkal több borús nap van.

Napfénytartam. A sok borús nap következtében a napfénytartam is kevesebb. Évi átlagban a napfényórák száma 1700—1450 között mozog.

Relatív nedvesség. A légkör relatív nedvessége egész éven keresztül nagyobb és különösen nagyobb a nedvesség a nyári 120 nap alatt. A relatív nedvesség évi átlaga 78—84% a nyári 120 nap alatt sem száll le 68% alá, míg ezzel szemben az Alföldön nyáron 62% alá is leszáll a havi átlag.

Elpárolgás. A napfénytartam rövidebb volta és a relatív nedvesség magasabb állása csökkenti az elpárolgás mértékét is. A meteorológiai feljegyzések szerint az elpárolgásmérő adata az erdőségi klímaregiókban 700 és 300 mm. határértékek között mozog.

Mindezeknek az adatoknak az összhatása egy olyan mezőgazdasági klímát eredményeznek, amelyben a nedvesség egész éven át nagyobb, ennek következtében a növények párologtatása és a talajvíz párolgása csekélyebb. Az ilyen klíma kedvez a fák fejlődésének és csakugyan, ha az ember ezeket a régiókat magukra hagyná, a bokrokat és fákat nem irtaná bennük, akkor az egész terület beerdősülne. Ezért nevezik a mérsékelt égövnek ezt a nedvesebb klímájú részét az erdőségek övének, dacára annak, hogy az erdőket már sok helyen kipusztították benne.

Az erdőségi régióknak klímája azonban nem egyforma, hanem a terület magassága szerint változó. Minél magasabban fekszik egy vidék és minél közelebb fekszik valamely magas hegységhez, például a Magas-Kárpátokhoz, vagy az Alpésekhez, klímája annál hűvösebb és annál nedvesebb lesz. Ez oknál fogva szükségesnek mutatkozott az erdőségek régióját több alrégióra felosztani.

Az erdőségi alrégiók határát a már említett erdészeti felvételek térképei adták meg, a határokat a meteorológiai térképeken feltüntetett klimatikai határokkal még kiegészítettem. A két térképnek összevetése adja az alrégióknak a határait. Az alrégiók a következők :

1. Dombvidék régiója, klímáját a füves erdő jellemzi.
2. Alacsony hegyvidék régiója, klímáját a bükkös erdők jellemzik.
3. A magas hegyvidék régiója, klímáját a tűlevelű erdők jellemzik.

1. Dombvidék, a füves erdők alrégiója.

A mezőgazdasági régió szélén a klíma még olyan száraz, hogy ott csak szárazságot tűrő fák tudnak megélni. Ilyenek a szőröslevelű tölgyek csoportja (*Quercus lanuginosa*, *sessiliflora* és délen a *conferta*, valamint ezeknek hibridjei). Továbbá a cser (*Quercus cerris*), melynek vastag és viaszbevonattal ellátott levele jól ellentáll a szárazságnak. Tölgyön kívül a hársfa egyes fajtái (*Tilia argentea* és *grandiflora*) s így tovább. A fák a nyári nagy szárazságban a túlságos párolgás ellen úgy védekeznek, hogy csak kevés lombot nevelnek és leveleket csak a vastag ágak körül ülő rügyek hoznak. De a lombzatnak ilyenformán való elrendeződése utat nyit az erdőben a napsugaraknak, melyek a ritka lomb között egész éven át eléri az erdő talaját. A napsugár virágzó pázsitot nevel a fák közötti talajon s ilyen helyen *füves erdő* alakul.

A füves erdő tehát átmeneti forma a mezőség és az erdőség között. Klímája nedvesebb ugyan, mint a mezőségi régióé, de szárazabb, mint a zárt erdők alrégiójának a klímája. Magyarországon a medencéket környező dombokat és hegyeket ma már majdnem kizárólag ilyen füves erdők fedik.

Klíma. *Hőmérsék.* A tenyészeti időszak rövidebb, mint a mezőségi régiókban, 244—240 nap. A tavasz későbbben kezdődik és a tél hamarabb áll be. Bár a napok száma csak néhányval rövidül, ellenben a meleg erősen csökken. A tenyészeti időszak hőösszege 3800—3500 C⁰ között ingadozik. Északon kevesebb, délen több.

A nyár nem olyan meleg, mint a mezőségi régiókban, 20 + C⁰ felüli napok száma 60-nál kevesebb. A hőmérsék a legmelegebb napok alatt sem emelkedik 33 C⁰ fölé.

Csapadék. Évi összege 600—700 mm. és ez 105—120 nap alatt esik le. A csapadék eloszlása egyenletesebb. A nyári három hónap alatt is 33-nál több esős nap van.

Felhőzet. Több esős nap több borulást okoz. A felhőzet csökkenti a levegő kiszáradását. Párásabb légkörben a talaj felszíne sem szárad ki annyira és így a harmat nem marad ki. Aránytalanul többször alakul harmat, mint a mezőségen.

Napfénytartam. A többszöri borulás a napfénytartamot is megrövidíti, a számítás szerint 1700 körül lesz. (A meteorológiai feljegyzésekben számadatot nem találni, mert megfelelő állomás a füves erdők régióiban nincs.)*

Párolgás. Alacsonyabb hőmérsék és a légkörnek magasabb páratartalma a növényeknek és a talajnedvességnek párolgását is csökkenti. A meteorológiai párolgásmérő évi átlaga 700—600 mm.-re tehető.

A klimatikai faktoroknak összehatásaként a talajban a bázisok itt már nem szaporodnak fel annyira, mint a mezőségekben. A füves erdők régiójában a talajnak kémiai reakciója neutrális vagy sek helyütt gyengén savas lesz.

A nyári időszak hűvösebb klímája és a levegő magasabb páratartalma, továbbá a talajnak nagyobb klimatikai nedvessége már a burgonyának is kedvezőbb tenyészfeltételeket teremt. És csakugyan ennek az alrégióknak homokos talajú területein találjuk a legjobb burgonyát termő gazdaságainkat. (Nyírség.) A burgonyának sikeres szántóföldi termelése legvilágosabban bizonyítja, hogy ennek az alrégióknak a klímája általában sokkal nedvesebb, mint a határos mezőségi régióké. A Nagy-Alföldnek dunatiszaközi részén a talaj éppen olyan homok, mint a Nyírségen, azonban a klíma teljesen mezőségi s nem kedvez a burgonyatermesztésnek. Ez oknál fogva a Duna-Tisza-közén a burgonyát csak kertekben és csakis helyi használatra termesztik.

2. Alacsony hegyvidék, a bükkös erdők alrégiója.

A következő alrégió a zárt lombos erdők alrégiója, mely Magyarországon nedvesebb, mint Oroszországban. Magyarországon ugyanis az esőnek egy őszi maximuma is van, mely délfelé haladva egyenletesen növekszik s a tengerparthoz közel nagyobb lesz még a tavaszi maximumnál is. Ez az őszi eső teszi lehetővé a bükkös erdők kialakulását. Oroszországban ősszel csak kevés eső esik, így ott a bükk nem tud erdőt alakítani, helyette a tölgy és a nyír alakítanak zárt erdőt. Mindakettő jobban tűri a szárazságot, mint a bükk.

* A meglévő meteorológiai állomások rendszeresen egy dombvonulat déli lejtőjére telepített városban vannak, amelynek a klímája a lejtő fekvése következtében aránytalanul melegebb, mint a környező területé és így nem alkalmas arra, hogy adataival az egész régióknak mezőgazdasági klímáját jellemezze. Ilyen állomás például Pozsony, Kőszeg, Eger, Budapest város stb., sokkal melegebb és szárazabb klímát adnak, mint azé a régióé, amelyben fekszenek.

A bükk nemhogy az Alföldön, de még a füves erdők régiójában sem tud megélni, még az ottani kerteknek és parkoknak az előkészített és meglazított talajában sem képes magas fává kifejlődni. E régiókban csak a vérbükk tenyészik, melynek levelében a chlorophyllt a piros antocyan festanyag helyettesíti. A piroslevelű növények sokkal nagyobb szárazságot tudnak kiállani, mint a zöldlevelűek. Pl. Olaszországtól Spanyolországig, a déli tengerparton, abban a rettentő nyári szárazságban a vöröslevelű mogyoró jól megél, bőven terem, míg a zöldlevelű még csemete korában kiszárad.

De nemcsak az Alföldön, hanem az Alföld peremén sem lehet bükkös erdőt nevelni, bár itt már a többi fafajta hatalmas erdőket alkot. A bükk tehát sokkal nagyobb klimatikai nedvességet kíván, mint a többi lomblevelű erdőnek a fája, ezért vált a bükk az erdőségi régióban egy alrégiónak alkalmas klímajelző növényévé. Azonban a bükknek a talajjal szemben is nagyobb igényei vannak, mint a tölgynek és társainak. Elsősorban is sok meszet kívánnak, emiatt a bükkös régiókban az altalaj is, valamint az anyakőzet is meszes. A bükkös régióban a tölgy és a bükk az anyakőzet szerint válik külön. A meszes kőzeteket mind bükkösök foglalják el. A mésztelen kőzeteken pedig a tölgyerdők válnak uralkodókká. Mésztelen kőzeten csak dél felé és a medencére néző lejtőkön találunk bükkösöket, olyan helyeken és fekvésekben, ahol az évi porhullás olyan nagy, hogy ellensúlyozza a klímának kilúgzó hatását. Amennyi meszet az átszivárgó csapadékvizek kimosnak a talajból, annyit a porhullás itt minden évben pótol.

Tölgyerdő alatt természetesen a talaj is sokkal jobban kilúgozódik, mint a bükk alatt, mert a tölgynek harasztja sokkal savanyúbb hatású és nagyon erős oldóhatást fejtenek ki a haraszt alatti talajszintben.

A klíma. Hőmérsék. Az évi átlag $9\frac{1}{2}$ — $8\frac{1}{2}$ C°. A tavaszi +4 C°-tól az őszi +4 C°-ig terjedő tenyészeti időszak alatt a hőösszeg 3500—3300 C°. A tenyészeti időszak 240—220 napra terjed. A nyári 120 nap alatt 20 C°-on felüli napok száma 30-nál kevesebb.

Csapadék. Az évi összeg átlaga 700—900 mm. Az esős napok száma 120—136, ebből a nyári 120 napra esik 40—45.

Felhőzet. A nyár általában borús, több a felhős nap, mint a télen. Különösen sok borús nap van a nyár második felében.

Napfénytartam. A több borús napnak eredményeképpen a napfénytartam is sokkal csekélyebb, mint az Alföldön. A napfénymérők adatai szerint évente 1600—1500 napsütéses óra van átlagban.

Relatív nedvesség. A relatív nedvesség egész éven át sokkal nagyobb, mint az Alföldön. Évi átlag 76—79%. A nyári 120 nap alatt sem süllyed le 71% alá.

Elpárolgás. A borús ég, a csekély napfénytartam és a magasabb relatív nedvesség összehatásaként az elpárolgás mértéke is sokkal csekélyebb. A meteorológiai állomások párolgásmérőinek adatai szerint 600—450 mm. között fekszik.

3. Magas hegyvidék, a fenyőerdők alrégiója.

Az erdőségi humidus régióban a legnedvesebb részt a fenyőerdő alrégiója foglalja el. Magyarország régi határain belül, a határos országokkal szemben, feltűnő különbség mutatkozott a bükkerdők és fenyőerdők elterjedése között, mert a bükkerdők sokkal magasabbra húzódtak fel, mint a nyugatra és északra eső országokban, továbbá elfoglalták még a mésztelen kárpáti homokkő hegyláncnak délre és délnyugatra néző lejtőit, valamint a legszélső fensíkjait. Ennek a jelenségnek a magyarázata a hulló pornak tömegében rejlik, mely még ma is évente pótolja azokat az ásványi tápsókat, melyeket a kilúgozás ezekből az erdőtalajokból kivon. Ezek a lejtők és fensíkok ma is még egy vékonyabb, vagy vastagabb hullóporból alakult takaróval vannak beborítva, az erdők fái ebből az agyagos takaróból táplálkoznak. Felvételeim alkalmával meggyőződtem arról, hogy mindenütt ott, ahol nagy a porhullás, ott a mésztelen kőzetten is a bükkerdő az uralkodó erdőfajta. A fenyőerdő csak az északi lejtőkön válik uralkodóvá, mert ide már nem juthat el annyi hulló por, amennyi ebben a nedves fekvésben a bükknek nagy mérszégényét ki tudná elégiteni.

A fenyőerdő mindig a legszegényebb és legkilúgozottabb talajú helyeket foglalja el, talaja sokkal jobban ki van lúgozva, mint bármely más erdőfajtaé.

A klíma. Hőmérsék. Az évi átlag 8·5—8·0 C°. A tavaszi +4 C°-tól az őszi +4 C°-ig terjedő tenyészeti időszak alatt a hőösszeg 3400—2700 C°. A tenyészeti időszak 220—180 napra terjed. A nyári 120 nap alatt a hőmérsék napi átlaga nem emelkedik 20°-on felül

Csapadék. Az évi összeg átlaga 900—1800. Az esős napok száma 130—156, ebből a nyári 120 napra esik 46—56 esős nap.

Felhőzet. A nyár általában borús, több a felhős nap, mint a télen. Különösen sok borús nap van nyáron és a nyár második felében.

Napfénytartam. A több borús napnak eredményeképpen a napfénytartam is sokkal csekélyebb, mint az Alföldön. A napfénymérők adatai szerint évente 1500—1470 órán át süt a nap. (Liptóújvár 1475.)

Relatív nedvesség. A relatív nedvesség egész éven át sokkal nagyobb, mint az Alföldön. Évi átlag 79—84%. A nyári 120 nap alatt sem süllyed le 80% alá.

Elpárolgás. A borús ég, a csekély napfénytartam és a magasabb relatív nedvesség összhatásaként az elpárolgás mértéke is sokkal kisebb. A meteorológiai állomások párolgásmérőinek adatai szerint az évi párolgás 450—300 mm. között fekszik. (Liptóújvár 303 mm.)

A klímaregióknak fő talajtípusai.

A második fejezetnek „Az ősi talajoknak átalakulása mezőgazdasági művelés alatt” című szakaszában részletesen tárgyaltam az egyes klímaregiók ősi erdei talajainak termőtalajjává való átalakulását.

Így most már csak a különböző régiókbeli termőtalajoknak tulajdonságait kell összehasonlítani.

Fizikai tulajdonságok.

Mechanikai összetétel. Az egyes régióknak talajai mechanikai összetételük, vagyis szerkezetük szerint oszthatnak külön csoportokra. Megkülönböztetünk: agyag-, vályog-, homok-, lápi és lözeges talajokat, szikes és sziksós talajokat.

Vályog. Minden klímaregióban nagy területet foglal el az a talajfajta, melynek közete a legutolsó geológiai korban lehulló porból alakult. Ennek a hulló pornak összetétele egyforma volt mindenütt, mégis a különböző régiókban az uralkodó klimatikai tényezők többféle talajt alakítottak ki belőle. Egyes régiókban az elmállás folyamata alatt a mállási termékek kilúgozódtak belőle, ezekben a talajokban az agyagos alkatrészek leapadtak. Más régiókban a kilúgzási folyamatok szüneteltek, itt az agyagos alkatrészek felszaporodtak. Minél nedvesebb a klíma, amely kialakulása alkalmával felette uralkodott, annál kevesebb agyagos rész maradt meg a kialakult talajban. Ilyen módon

ez a talajfajta minden régióban világosan mutatja a felette uralkodó klímának a hatását.

	Mezőségi régió Vályog, csernozjom	Erdőségi régiók	
		Dombvidék barna vasas vályog	Alacsony hegy- vidék, fakőszürke vályog, Podzol
Agyagos rész, szemcsenagyság kisebb, mint 0.002 mm.	% 33—20	% 21—18	% 18—16
Ásványliszt, szemcsenagyság 0.002—0.002 mm.	31—24	26—24	22—24
Finom homok, szemcsenagyság 0.02—0.2 mm.	32—55	50—46	58—47
Porond 0.2—2 mm.	2—1	13—12	2—13

A fenti táblázatból jól látni, hogy az agyagos rész az erdőségi régiók talajaiban a növekvő klimatikai nedvességgel arányban egyenletesen fogy. A mállás alkalmával részint feloldódott és kilúgozódott, részint pedig lemosatott az altalajba. Ennek a folyamatnak következtében a B. szintek agyagos alkatrésze megnövekszik.

Agyag. Legtöbb agyagos rész van a réti agyagban. 40—60% és a nyirokban 45%. Mindkettő a legagyagosabb talajfajta az összes előforduló talajtípusok között.

Homok. Magyarországnak négy nagy homokterületén a homoknak összetétele szemcsenagyság szerint, meglehetősen egyenletes. Az összes homokok egykor futóhomokok voltak és azért szemcsenagyságukon nagyon meglátszik a szélnek hatása, mert a kőlisztet kifújta belőle. Valamint 1 mm.-nél nagyobb szemcse sincs benne, mert a szél ezt már nem igen tudja gurítani és így a kifúvásokban maradt és itt fel is szaporodott.

A magyarországi homokok összetétele :

Szemcsenagyság	Duna-Tisza-közi homok %	Nyírségi homok %	Deliblati homok %
0.5—0.2 mm.	82—80	60	50
0.2—0.02 mm.	12—14	37	40
0.2—0.002 mm.	5—5	2	9
0.002 mm.	0.5—1	1	1

A somogymegyei homokterületen a homoknak szemcsenagysága nagyjában szintén megegyezik a fenti táblázatban felsorolt homokok összetételével.

Kavicsos talajok. Nagyon változó összetételűek, mert a kavics-tartalom nagy ingadozásoknak van alávetve. Mezőgazdasági használat alatt lévő kavicsos talajokban a szántott rétegben a kavics rendszeren felszaporodik, mert az esővizek a finomabb talajalkatrészeket lemossák az altalajba. Ezért azután a B. szint rendszeren tömött és kötött.

Kémiai tulajdonságok.

Kémiai szerkezet. Az uralkodó talajfajtáknak kémiai összetétele még feltűnőbben mutatja a klimatikai tényezőknek azt a hatását, amelyet az elmállás alkalmával a kialakuló talajra gyakorolt. A bázis-tartalomnak ingadozása a kémiai összetételben jobban kitűnik, mint a mechanikai összetételben. A kémiai elemzés alkalmával ugyanis az agyagos résznek az a fele is feloldódik, amelyet a magas bázis-tartalom megalvadt állapotban tart s mely így az iszapolás alkalmával apró morzsák alakjában az ásványliszt közé került.

Humusztartalom. A talajok hovatarozóságának első és legfontosabb jelzője a humusztartalom. A mezőségi régió talajaiban a humusztartalom felszaporodott. Ezekben a humusz 6—3% között ingadozik. A dombvidék talajaiban 3—1% humusz van, míg a hegyvidéki talajokban a humusz 1%-on alul marad. Kivételt alkotnak természetesen az ősi rétek és árterületeknek talajai, minthogy ezeken az uralkodó növényzet kezdettől fogva fű volt és így a gyp alatt a humusz minden régióban felszaporodott. Mindamelllett a rétek talajának kémhatása világosan jelzi azt a régiót, amelyben kialakult. Az ősréteknek a talaja is lúgos vagy neutrális a mezőségi régióban, savanyú vagy nagyon savanyú az erdőségi régiókban, az uralkodó klímának nedvességi foka szerint.

A szénsavas mész. A másik legfontosabb jelző a mésztartalom. A humuszos termőtalajokban csak a mezőségi régiókban van még szénsavas mész is, az erdőségi talajoknak humuszos rétege mindig mérsztelen, ez már a kilúgzással van szerves kapcsolatban. Az erdőségi régiókban csak olyan helyen kerül a meszes talaj a felszínre, ahol az esővizek a felső humuszos takarót lemosták, úgyhogy a meszes anyagközet került a felszínre. A mezőségi talajokban a humuszos rétegben a szénsavas mész 1—4%-ig szaporodhat fel.

A *bázistartalom*. Az egyes régiókban a kilúgzás mértékével arányban fogy a bázistartalom. Ha a különböző régióknak talajait bázistartalom szempontjából hasonlítjuk össze egymással, akkor a kilúgzás mértékét a bázistartalom nagysága világosan mutatja. A bázistartalom a kémiai elemzés alkalmával az oldódó rész, míg a homok, az úgynevezett talajváz, az oldhatlan. A mezőségi talajokban 40—20% az oldható rész. Az erdőségi régiókban az oldható rész lecsökken és 20—5% között marad.

Forrásvizek és kútvizek összetétele a klímarégiókban.

A különböző régiókban kialakult talajoknak változó bázistartalma nagyon világosan kifejezésre jut a forrásvizeknek és kútvizeknek összetételében. A források és kutak vize mindig a talajon szüremkednek keresztül, mielőtt a felszínre bukkannak. Így természetes, hogy azokban a régiókban, ahol a talaj bázisokban bővelkedik, ott sok bázis lesz bennük, ellenben olyan vidéken, ahol a talaj bázisokban szűkölködik, ott a kútvizekben vagy a forrásvizekben is kevés a bázis. A talajvizek bázistartalma a keménységben jut kifejezésre. Minél több valamely vízben a bázis, az annál keményebb, minél kevesebb benne, annál puhább.

Abból a rendkívül nagyszámú vizelemzésből, amelyet az egyes vegyvizsgáló állomások Magyarországnak a legkülönbözőbb vidékeiről beküldött vizeken végeztek, az alábbi általános értékű következtetéseket lehet levonni:

A *magas hegységben* a fenyőerdő régiójában fakadó forrásoknak a vize mindig puha. Keménységük 0·8—4 német fok között ingadozik.*

Az *alacsony hegyvidéken* a forrásvizeknek keménysége 4—10 német fok között ingadozik.

A *dombvidéken* a bükkös erdők és a füves erdők régiójában a forrásvizeknek keménysége 10—30 német fok között ingadozik.

A *mezőségi régiókban* a forrásvizek és kútvizek keménysége 30—60 között ingadozik.

A szikes talajon lévő kutakban a víznek keménysége 60 és 150 között mozog.

* 1 német fok megfelel 1 milligramm mészoxid, 100 köbcentiméter (1 deciliter) vízben.

A növényi hamu összetétele a különböző klímaregiókban.

Minden növény annál több bázist vesz fel valamely talajból, minél több áll neki fejlődése alkalmával rendelkezésre. Ez a szabály általános érvényű. De különösen nagyon jól meglátszik a hatása olyan növényeken, amelyeknek a tenyészete ősztől nyárig tart, amelyeknek tenyészeti időszaka alatt nedves és száraz időszakok váltakoznak egymással.

Legjobban az őszi búza szalmájának hamuja mutatja nagyon világosan azt a különbséget, mely az egyes klímaregiókban uralkodó változó tényezők a tápanyagfelvételben okoznak. Alábbi táblázatban 7 szalmának elemzését közlöm, melyek a legkülönbözőbb klímaregiókból gyűjtettek be. 1., 2., 3. szalma a mezősegi régiókból való. 1. Békéscsaba határából származik, 2. Kecskemétről és 3. Hódmezővásárhelyről. Ezeknek hamutartalma 7—5·6%. A 4. és 5. számúak a dombvidékről valók. A 4-es Kadapusztáról, Fejér megye, az 5-ös pedig Pápáról. Ezeknek a hamutartalma 3·8 és 3·4%. A 6. és 7. az alpesi hegyvidékhez tartozó alacsony hegyvidékről való. A 6-os szám Csermajorról (Sopron megye) és a 7-es szám Szentimrepusztáról (Somogy megye). Ezekben a hamutartalom már egészen 2·6%-ra szállt alá. A mész- és a magnéziumtartalom nem mutat ilyen feltűnő különbséget, ellenben a káliumtartalom a mezőségen átlag kétszer akkora, mint a dombvidéken és az alacsony hegyvidéken.

	Mezősegi régió			Erdőségi régiók			
	1	2	3	Dombvidék		Alacsony hegyvidék	
Hamutartalom	7·2	5·6	5·6	4	5	6	7
Mészoxid	0·14	0·08	0·09	0·15	0·15	0·15	0·08
Magnéziumoxid	0·09	0·09	0·13	0·14	0·12	0·07	0·08
Káliumoxid	1·55	1·70	1·22	0·80	1·05	—	0·78
Foszforsav	0·101	0·035	0·065	0·040	0·094	—	0·042

Efféle hamuelemzések azért nagyon fontosak, mert meggyőznek bennünket arról, hogy azok a számértékek, amelyeket a németországi kísérletek mint határértékeket állapítottak meg a növényi tápanyagok szükségletére vonatkozólag, Magyarországon nem helytállóak. Különösen áll ez a káli pótlására vonatkozólag. Mert ha a búza a mezőségen a káliból kétszer annyit vesz fel rendes körülmények között, mint az erdőségi régiókban, akkor az Alföldre nézve kétszer olyan magas

határértéket is kell megjelölnünk, mint a kálitartalom legalacsonyabb határát, mely előtt már a kálit is kell pótolnunk. Mindebből következik, hogy a talajok tápanyagszükségletének megállapítása alkalmával, mindig figyelembe kell venni a növényeknek tápanyagigényeit, melyet a különböző klímaregiókban támasztanak a talajjal szemben. Ennek elmulasztása esetén az elemzés nem adhat a valóságnak megfelelő eredményeket.

Csonka-Magyarország főtalajtípusai.

Az egyes klímaregiókban az uralkodó talajok anyakőzetének mechanikai összetételei nagyon közel állanak egymáshoz, azonban a kialakult termőtalajoknak kémiai szerkezete és a növényekkel szemben tanúsított viselkedésük között rendkívül nagy a különbség. A következőkben erre a két körülményre kell a főszólyt fektetni.

Az egyes régiókban és alrégiókban a következő talajtípusok az uralkodók:

1. A mezőségi régióknak talajtípusai.

Mezőségi vályog, Cserozjom.

Mezőségi homok és kavicsos homok.

Réti agyag.

Szikes agyag és sziksós talajok.

Lápi talajok, tőzeges és kotustalaj.

Ártéri öntésföldek.

2. Az erdőségi régióknak talajtípusai.

Barna vasas vályog.

Fakószürke erdei talajok.

Barna vasas agyag.

Fakószürke agyag.

Barna vasas homok.

Fakószürke vályog.

Vasas kavicsos homok.

Fakószürke homok.

Vörös babérces agyag.

Fakószürke kavicsos homok.

Nyirok.

Terra rossa.

A mezőségi régióknak talajai.

A talajszelvény. Az ősi talajok ismertetésekor már említettem, hogy a mezőségi talajok szelvényei teljesen különböznek az erdőségi talajok szelvényeitől, amennyiben csak két szintjük van. Egy felső, humuszos „A” szint, alatta következik mindjárt az anyakőzet, a „C” szint, a „B” szint hiányzik.

Származásra nézve a mezőségi talajoknak anyaközete vagy lösz, vagy futóhomok, vagy ártéren és rétségek fenekén lerakódott tavi márga, vagy folyóvízi iszap. Továbbá a tiszántúli országrészekben vannak még lápi és tőzegetes talajok is.

Kavicsos talaj csak a Kis-Alföldön, a Duna mentén, Csallóközben található. A Nagy-Alföldön kavicsos talaj nincsen.

Kémiai összetétel. A mezőségi régiók talajainak kémiai összetétele meglehetősen egységes, amennyiben valamennyi bővelkedik bázisokban. Ebben csak a rétségeknek és mocsaraknak fenekén lerakódott réti agyagok tesznek kivételt, amelyek mésztelenek, az altalaj azonban itt is mindenütt kivétel nélkül meszes.

Az altalaj mésztartalmával szerves kapcsolatban van a talajnedvességnek magas mésztartalma, amely erős hatást fejt ki a termőrétegeknek kémiai összetételére. Nyáron ugyanis, mikor a levegő száraz és a talajvíz folytonosan párolog, akkor az altalajból a talajnedvesség felhúzódik a felső régiókba és a humuszos rétegnek mésztartalmát növeli. Hosszabb idő óta gazdasági használat alatt lévő talajnak termőrétegeiben emiatt a mész mindig felszaporodik.

A Nagy-Alföldön és a Kis-Alföldön a két legfontosabb talajtípus a mezőségi vályog. és a mezőségi homok.

A mezőségi vályog. A vályognak anyaközete hulló porból alakult és a vályog annak a lösznek mállási terméke, amely az egész medencét beborítja. Szerkezetére nézve megegyezik azzal a fekete földdel, amely Oroszországnak déli részét borítja és ott, fekete színe alapján, fekete földnek, *Csernozjomnak* nevezték el. Ez a név a nemzetközi talajtani irodalomban általánosan elfogadott talajnévvé vált és mezőségi fekete földet jelent.

A mezőségi fekete talajnak bázistartalma igen magas. 100 gr. talajból, sósavban 40—50 gr. oldható. Kémhatása neutrális, vagy gyengén lúgos. Humusztartalma 3—6%, mésztartalma 1—4%.

Kolloidos *agyagtartalma* telítve van mésszel és vasoxiddal, ennélfogva megolvadt állapotban van, alvadása irreverzibilis, azaz felbontathatatlan. Termőrétege ez okból morzsás szövetű, mindig könnyen szántható; a vizet beveszi és megőrzi s a legszárazabb nyáron sem repedezik össze.

Gabonatermelés szempontjából ez a típus Magyarország legtermékenyebb talaja, ezen terem a tiszaháti búza.

A mezőségi homok. A második fontos talajtípus a mezőségi homok. Legnagyobb terjedelmű homokterület egytagban a Duna-Tisza közén található. Kisebb homokszigetek vannak Heves megyében, melynek néhány szigete Tiszántúlra esik.

Ezek a homokterületek arról nevezetesek, hogy homokjuk finom, aprószemű, melyet a szél nagyon könnyen megmozgat. Ezért a magasabb dombok homokja — ha a védő növényi takarót a legelő állat elpusztítja — megindul és fut.

A mezőségi homok abban különbözik a nedves régiók homokjaitól, hogy bázistartalma tetemes. A homokszemeket körülvevő mállási kéreg telítve van bázissal, az altalaj pedig mindig meszes. A magas bázistartalom a homoknak nagy termékenységet biztosít. Amint egy kissé több agyagos rész keveredik hozzá, még a búzát is megtermi.

Kavicsos homok. A Kis-Alföldön, a Duna árterén sok kavicsos talaj is van, többé-kevésbé homokkal és kőliszttel keverve. Mezőgazdasági művelésre is használják. A Kis-Alföldön a kavicsos talajok mind meszesek, mésztartalmuk elég magas. Altalajuk rendszeren kavicsal kevert márgás homok. Ha elég agyagos rész van a kavicsos talajhoz hozzákeverve, akkor az termékeny.

Réti agyag. A folyók szabályozása előtt a tavaszi árvizek óriási területeket öntöttek el és ezeken a területeken rétségek és tőzeges ingoványok keletkeztek. Ezekben a rétségekben a vízben élő parányi állatok és növények elhalt részeivel keverve nagyon finom iszap rakódott le, amiből a rétségek lecsapolása után zsíros, kötött, fekete agyag alakult. Ez a *réti agyag*. Humuszos rétege 60—100 cm. vastag, alatta fehérszürke márga következik. Ez az országnak legkötöttebb talajfajtája. Termékenysége az időjárástól függ, nedves években bőven terem, száraz években gyenge termést hoz.

Lápi talajok, kotus és tőzeges talajok. Egyes helyeken a régi ingoványok helyén a tőzeg még megmaradt. Ilyen hely például a Sebes-Körös Sárrétje. Ha talajnak szervesanyagtartalma több mint 20%, akkor *tőzeges talajnak* nevezzük, ha szervesanyagtartalma 20%-on alul van, akkor *kotustalaj*, ha a szervesanyag 6%-on alul van, akkor *réti agyag* a neve.

A réti agyagtól a tőzeges talajig az átmenetnek mindenféle formáját fel lehet találni. Réti agyag sok helyen fordul elő, ellenben tőzeges talaj és kotus-talaj ma már kevés helyen található.

A szikes talajok.

A Kis- és a Nagy-Alföld egyik legjellegzetesebb talajtípusa a *szik* és a *szikós* talaj.

Ha a szikes talajban gödröt ásunk, akkor azt tapasztaljuk, hogy a humuszos rétegnek a közép részén sötétebb színű a felhalmozódott humusztól, színe fekete és tömött, az altalaj azonban éppen olyan meszes, sárga föld, mint a jó mezőségi fekete földdé, csak hogy a szik alatt lévő, sokkal tömöttebb és sziksót tartalmaz. A humuszréteg alsó felében sokszor találni sófelhalmozódást, ez esetben minden pórust sókristályok töltenek ki, a fekete talajt fehér sóerek hálózák át. A sókeverékben főként nátriumsulfát, keserűs, gipsz és konyhasó van. A szikes talajnak terméketlensége azonban nem a sótartalomtól, hanem a talajnak rossz fizikai tulajdonságaitól ered.

A szikes talaj abban különbözik a jó mezőségi fekete földtől, hogy agyagos részében túlsúlyban van a kovasavas nátrium és ezzel szemben a kovasavas mész és a magnézia megapadt benne. Kovasavas nátriumtartalmánál fogva, az agyagos rész vízben nagyon könnyen szétázik és szétfolyik. Ha pedig kiszárad, akkor rögöket formál, emiatt nagyon nehezen művelhető és termékenysége korlátozott. Csak akkor terem, ha a tavasz nedves s így a felszíne nem szárad ki hirtelen, csak megszikkad, úgy hogy megművelhető és a vetés ki is kel benne. De erre alkalmas idő minden 5—6 évben csak egyszer fordul elő.

A szikes agyagnak az a fő hibája, hogy mész nincsen benne s emiatt az agyagos rész a tenyészeti időszak alatt elfolyósodott állapotban van, úgy hogy ha nagyon vizes, akkor sárrá folyik széjjel s ha pedig megszárad, akkor kőkemény lesz annyira, hogy nem lehet megművelni. Ha tehát a mészhiányon segítünk, azaz a sziket erősen megmeszezzük, akkor a talaj meg is javul. A meszezés után az agyagos részben báziscsere történik, a meszet lekötik a kolloidos alkatrészek a nátrium kiszabadul s a szénsavval telített talajvízben bikarbónaszódává alakul át.

De amint az agyagos rész kolloidjai mésszel telítődnek, rögtön meg is alvadnak. Az olyan talaj pedig, amelyben az agyagos rész kolloidjai megalvadott állapotban vannak, az átereszti a vizet. A talaj kilúgozás a Nagy-Alföldnek még a legszárazabb tájain is működik annyira, hogy a sziksót és egyéb sókat kimossa a termőrétegből. A meszezés alkalmával alakult bikarbónaszóda hamar kimosódik a

talajból és így káros hatást nem fejthet ki. A meszezés tehát a szikes talajnak egyik legkárosabb tulajdonságát szünteti meg, nevezetesen a vízrekesztő voltát. Mésztelen sziken tavasszal mindenütt megáll a víz, míg a meszezett szik mindig beissza a vizet és tócsa nem alakul rajta. Ha majd sikerül meszezéssel az összes szikeket megjavítani, akkor azok mind termőtalajjá alakulnak át. A Nagy-Alföld tiszántúli részében csak mésztelen szikes talaj fordul elő nagyobb terjedelemben, meszes szikek ott nem találhatók.

Meszes sziksós talajok.

A Kis-Alföldön, valamint a Duna-Tisza közén Lacháza és Baja között olyan szikes talajok fordulnak elő, amelyekben szénsavas mész is van. Ezeknek a talajoknak színe világosabb sűrű, különben egyéb tulajdonságaikra nézve teljesen megegyeznek a mésztelen szikekkel. A bennök foglalt szénsavas mész bizonyos oknál fogva nem tudja hatását érvényesíteni, úgyhogy ez a talaj mésztartalma dacára is kötött, ha vizes, akkor szétfolyik, ha megszárad, akkor kőkemény rögöket alkot. Minthogy a bennök foglalt mész elégtelen arra nézve, hogy javító hatását kifejtse, tehát a meszezés ennek a talajnak is megszünteti a terméketlenségét okozó vízrekesztő káros tulajdonságát. A meszezés tehát a meszes, sziksós szikes talajt is megjavítja, *feltéve, hogy elegendő humusz van benne.*

A Kis- és Nagy-Alföldön egyaránt nagyon sok tó van, melynek vize sós. Sótartalma legnagyobbbrészt sziksó. Nyáron e tavaknak a vize elpárolog és a szárazra került tó fenekén a sziksó kivirágzik. Sziksókivirágzás máshol, mint beszáradt tavak fenekén Magyarországon sehol sem alakul, talaj felszínén még nem találtam.

Az erdőségi régiók talajtípusai.

A talajszelvény. A nedves klímaregiók talajtípusai mindenben különböznek a mezőségi klímaregiók talajtípusaitól. Elsősorban szelvényük hármasszeletű. Középen a „B” szint a legtömöttebb, mely sokszor megakadályozza a gazdasági növények gyökereinek áthatolását, valamint a víz körforgását is.

Második főkülönbsége abban rejlik, hogy a talajok bázisokban szűkölködnek, a talajoknak legfeljebb csak 15% -a oldható sósavban. Szénsavas meszet sohasem tartalmaznak. Bázistartalmuk főrésze alumínium és vasoxidul.

Sem az alumínium, sem a vas az elfolyósodott humuszt nem tudják lekötni. Az erdőségi talajokban a gazdasági növények gyökereinek bomlása alkalmával keletkező és az istállótrágyából származó humuszt a csapadékvizek lemosás az altalajba. A 30—35 cm. közötti rétegekben, ahol már a felülről előbb lemosott bázisokból annyi bázis halmozódott fel, amennyi a humusz megalvasztásához elegendő, ezek a bázisok a humuszt lerakódásra készítetik s ilyen módon a humuszréteg ebben az alsó rétegben alakul ki, emiatt a termőrétegben csak nagyon kevés marad belőle. Mezőségi talajban a legtöbb humusz a szántott rétegben van, vagy közvetlen e réteg alatt. A mezőgazdasági használat alatt lévő erdőségi talajokban a legtöbb humusz 30—50 cm. közötti rétegben található. A mezőségi talajt egy erdőségi régióba tartozó talajtól könnyen meg lehet különböztetni akkor, ha a szántást 1—2 eső már megverte. A mezőségen a szántás eső után is fekete vagy barna marad, az erdőségi klímaregiókban ellenben mindig kifakul, szürke lesz. Fakószürke színe alapján Oroszországban ezt a talajfajtát *hamujöldnek*, „*Podzol*“-nak nevezték el. Ma a nemzetközi szakirodalomban a Podzol név általánosan elfogadott talajjelző név és azt jelenti, hogy az illető talaj a nedves klímaregióknak kilúgozott talajfajtája közé tartozik.

Az erdőségi régiók talajtípusai között két főtalajfajtát kell megkülönböztetnünk. Az egyik a *valódi Podzolok* csoportja, amelyben a kilúgozás a legmagasabb fokú. A talajnak színe szürke, bázistartalma igen csekély, kémhatása savas és ez a savas hatás neutrális sóoldattal keverve, erősen fokozódik benne. Leghumuszosabb rétege 30 és 50 cm. között található, az altalaj mésztelen és vasas. A vasfelhalmozódás benne annál erősebb, minél több benne a homok és a kavics.

Ez a talajtípus Csonka-Magyarországnak nyugati részén található, az Alpeseeknek nyúlványain, a lejtőkön és fensíkokon, valamint a dombhátak közötti völgyekben. Ugyanez a talajfajta uralkodik a Tiszának északi folyása mentén is, továbbá az Északi-Kárpátok lejtőin. Nagy területeket borít ez a talajtípus Erdélyben is. Meszezéssel termékenysége rendkívüli módon emelkedik.

Változó agyag- és homoktartalma alapján megkülönböztetünk *fakószürke agyagot*, *fakószürke vályogot* és *fakószürke homokot*.

A kavicsos talajok szintén igen nagy területeket foglalnak el s e talajok rendszeren vörös színűek. Az altalajba lemosott humusz, kavasav- és vaskolloidok sokszor áttörhetetlen vaskőfokká ragasztják a kavicsot össze. Ezek a vasas kavicsok a leggyöngébben termő talajtípusok közé tartoznak.

A fakószürke talajoknak az a fő jellemvonásuk, hogy a friss szántás színe mindig szép barna, míg ha az eső megveri őket, akkor színük kifakul és világos fakószürke lesz. Az erdei származású kilúgozott talajokat erről a színváltozásról lehet legjobban megismerni. A kifakulásnak az az oka, hogy friss szántásban az agyagos rész is felszínen van, ez pedig barna, mert a vas már részben vasrozsdá benne, az eső azonban az agyagos részt lemossa a felszínről, úgyhogy csak a homokszemek maradnak felszínen. A homokszemeket beburkoló kéreg pedig még nagyon kevés bázist tartalmaz, ami vas van, az is oxidul alakjában foglaltatik bent s így szintelen. Hosszabb mezőgazdasági művelés alatt a kéregben levő vas is oxidálódik, azaz megrozsdásodik és akkor a talajnak a színe is veresbarna lesz, mely színárnyalat eső után is megmarad. Ezért találni közel egymás mellett egymástól sokszor csak a mesgye által elválasztva, egészen fakószürke talajt veresbarna humuszos talaj mellett, az egyik már 100 évnél is hosszabb idő óta van gazdasági művelés alatt, míg a másiktól a világosszürke színűről csak 10—50 év előtt tarolták le az erdőt, ilyen rövid idő óta van gazdasági használat alatt. Ezen a színváltozáson az erdőségi nedves klímaövből minden talajnak át kell esni; a színváltozás fontos mutatója az egykori erdei talaj megszelídülésének és a fontos tulajdonságai megjavulásának. A meszezés és a trágyázás együtt ennek az átalakulásnak lassú folyamatát nagyon siettetheti és néhány évnyi időszakra csökkentheti le.

Barna erdei talajok (Braune Walderde). Az erdőségi klímaövből a legnagyobb területet borítja be a barna erdei talajok öve. Ez a talajfajta a tőlünk északra és nyugatra fekvő országokban is a legnagyobb területet foglalja el és ezért ott is a legfontosabb talajtípus. A barna erdei talaj átmenetet alkot a mezőségi és az erdőségi talajok között, anyaköze rendszeren lösz, vagy harmadkori (Pannonkorú) márga. A lösznek felső rétege sokszor ki van lúgozva és mésztelen, de a régi telepítésű szántóknak általában a felfelé emelkedő meszes talajnedvesség hatása alatt már elmeszesedett, úgyhogy ezekben a humuszos réteg alatt közvetlenül meszes sárgaföld következik.

Az újabb telepítésű szántóknak szelvényében még meglátszik a hármas beosztás. A felszín még ezekben a talajokban egész világos színű, a középső „B” szint azonban már veres vasas réteggé vált. Az altalaj rendszeren sárga, még akkor is, ha nem lösz az anyaközet. Olyan szántóknak, szelvényében, melyek már többszáz év óta vannak gazdasági használatban, csak két beosztás látszik. A felső humuszos

réteg alatt, mely barna vasas festést kapott, rögtön a sárga altalaj következik, továbbá a felhalmozódási szint elvesztette tömörségét, mert a gazdasági növények gyökerei átluggatták és a víz körforgása lassankint kimosta belőle a felhalmozódott kolloidos anyagokat, úgyhogy ez a réteg is porozussá és légjárhatóvá vált.

A barna erdei talajokban a bázistartalom nagyobb mint a fakószürke talajokban, különösen a vas szaporodott fel az agyagos részben. Kémhatásuk gyengén savas vagy neutrális, mérszigényük van ugyan, azonban már nagyon kevés mész is nagymértékben fokozza termékenységüket.

A barna erdei talajoknak csoportjában mechanikai összetételük szerint több talajféleséget különböztetünk meg. Minthogy valamennyit a lerakódott vas festette meg vörösbarnára, tehát *barna vasas talajoknak* nevezzük őket.

Barna vasasvályog. Rendesen a lösznek termőrétege, de sokhelyen a harmadkori márgának is barna, vasasvályog a feltalajuk. Ez a legtermékenyebb erdei származású talajfajta. Annyi szabad bázis mindig van benne, amennyi a kolloidos alkatrészeknek megalvasztásához elegendő. Minthogy a megalvadást főként vasoxid végzi, tehát megalvadtt állapotuk felbonthatatlan. Ezért mindig nagyon jól művelhetők, a vizet beveszik, a szárazságot jól tűrik.

Nagyobb terjedelmű barna vasas vályogtalajokat találjuk Fejér megyében, Veszprém déli részében, Sopron, Vas, Zala megyékben és Baranyában.

Barna vasas homok abban különbözik a mezősi homoktól, hogy mész nincsen benne és savanyú kémhatású. Savassága nagyobb mint a vályogé, ezért a meszezést nagyon meghálálja. Csonka országunkban két nagy ilyen homokterület van. Egyik a Nyírség, másik a Somogyi Homok, mely a Balatontól a Dráváig húzódik. Ezenkívül több kisebb homoksziget van Veszprém és Győr megyében, Pápa körül, továbbá Budapest és Nagykáta között.

Vasas kavicsos homok sokkal nagyobb kilúgzást szenvedett, mint a tiszta homok, ezért a feltalaj szegényebb növényi tápanyagokban, az altalaj pedig tömöttebb, sokkal több vas és egyéb kolloid-tartalmú anyagok vannak benne felhalmozva. Mivelhetősége és termékenysége különösen azért gyenge, mert az altalaj „B” szintje olyan tömött, hogy a vizet nem veszi be és a vízcirkulációt akadályozza. A szárazságtól nagyon szenved, mert a felső „B” szint feletti réteg

kiszáradása után az altalajból nem emelkedhetik fel a víz felső réteg vízveszteségének pótlására, megakadályozza ezt a felhalmozódási, vagyis a **B** szint.

Ha a kavicsos talajok már hosszú idő óta állanak gazdasági használat alatt, akkor a felhalmozódási szintnek tömörsége szintén csökken, mert a gazdasági növények, bár nehezen, de lassankint mégis átluggatják és így a vízcirkulációnak utat nyitnak benne, termékenysége azonban sohasem érheti el a barna vasas homok termékenységét.

A legnagyobb terjedelmű vasas kavicsos homokterületeket Sopron, Vas és Zala megyékben találjuk.

Hegyi talajok. Egész külön csoportba kell foglalnunk a hegyi talajokat, amelyeknek alapközeete különféle minőségű szikla. Ezeket a talajokat hegyitalajoknak nevezzük akár magas hegyek lejtőit borítják, akár alacsony fensíkokon fekszenek. A hegyitalajok minősége nagyon sokféle; jellegük mindig attól függ, hogy megvan-e még az a hulló porból alakult földréteg a sziklán, mely az emberi beavatkozás előtt borította őket, vagy pedig az eső már lemosta róluk, úgyhogy a nyerskőzet és annak törmeléke kerültek a felszínre. A lemosást különösen a szőlőműveléssel járó szükséges nagymértékű talajlazítás könnyíti meg, úgyhogy nevesebb szőlővidékeinken mindenütt az altalaj, vagy sokhelyütt már az alapkőzet került felszínre a szőlő ma ebben él. De a legeltetés és szántás is nagyon koptatja a felszínt, tehát a mezőgazdasági használat hatása alatt is a felszínre kerülhet az altalaj.

A hegyitalajokat mezőgazdasági szempontból két nagy csoportba kell osztanunk. Az egyik csoportba tartoznak a mésztelen kovasavas kőzetek, a másik csoportba a meszes kőzeteket borító hegyitalajok.

A kovasavas kőzetek termőtalajának lemosása csekélyebb mértékű, mert a vizet beveszik, megtartják és így sokkal maradandóbb növényzettel voltak és vannak befedve, mint a meszes kőzetek és ez a növényzet megóvjá a lejtőket borító talajokat a lemosástól.

A meszes kőzetek ezzel szemben a vizet elisszák, a csapadékvizek a mészkövekben csatornákat, barlangokat mosnak ki és ebben folynak el, ezért a mészkőzeteket borító talajok általában nagyon szárazak. Már a legeltetés is elegendő ahhoz, hogy a meszes kőzetek lejtői teljesen kopárrá váljanak. Ez az oka annak, hogy a mészkőzetek felszíne még a mi klímánk alatt is hamar kikopaszodik, azaz elkarsztosodik.

A hegyitalajok nagyjából erdőgazdasági vagy szőlőgazdasági használatban vannak, csak kisebb részük áll mezőgazdasági használat alatt. Általában azt mondhatjuk, hogy a hegyek lejtőin és a hegyek felsíkjain lévő talajok minősége megegyezik annak a klímaövnök a talajtípusával, amelybe beleesik. Azonban nagy különbséget okoz a talaj minőségében a lejtőknek égtáj szerinti fekvése. Így előfordul, hogy egy és ugyanazon hegynek déli lejtőin neutrális vagy lúgos-hatású talajok vannak, északi lejtőin pedig savashatásúak. Ezek a különbségek természetesen termékenységükben és a termelt gyümölcsök minőségében is kifejezésre jutnak. A napsütésnek erősebb a hatása a déli lejtőkön és csak gyengébb hatást fejt ki a hegyek északi oldalán, ez az oka annak, hogy egy ugyanazon kőzetet égtáj szerint olyan nagyon sokféle minőségű talaj boríthatja és hogy egy-ugyanazon hegynek déli és délnyugati lejtőjén kitűnő erős borok teremnek, keleti és északi lejtőin pedig csak egészen gyengék.

Még három különleges hegyitalajról kell megemlékezni: a *veres babércecs agyagról*; a *nyirokról* és a *Terra rossáról*.

A veres babércecs agyag. A hegyeknek lejtőin olyan helyeken, ahol az erdő letarolása után legeltetés folyt és a feltalaj a legelő állat patái alatt lekopott, ott a második, a felhalmozódási, vagyis „B” szint került a felszínre. Az erdei talajoknak a „B” szintje, mint ismeretes, nagyon agyagos és a vas is felszaporodott benne. Továbbá a tölgy-erdők alatt a „B” szintben még nagyszámú vaskonkréciók is alakultak. Amikor tehát ez a vasas és vasgöbces szint került a felszínre, akkor az egész lejtőt veresszínűre festette. A felvevő geológusok azután ezt a veres vasas agyagtakarót, a bennük talált babércek alapján *veres babércecs agyagnak* nevezték el.

A nyirok. A vulkáni eredetű hegyeknek a lejtőin mindenütt találni még vulkáni utóhatásokból eredő kőzetbomlásokat. A kőzetbomlásnak eredményeként ezeken a melegfekvésű déli lejtőkön intenzív festésű veres vasas agyag alakult ki, melynek igen nagy az agyagtartalma, továbbá kötött és a vizet erősen köti, nyáron is nyirkos marad. A szőlőművelés terjedésével éppen ezeket a melegfekvésű déli lejtőket keresték fel és erre telepítették a szőlőket. A szőlő telepítését megelőző forgatás azután felhozta ezt a veres agyagot a felszínre, úgyhogy az egész lejtőnek a színe élénkveres lett s ez a veres szín már messziről is élénken kitűnik a környező sűrű podzolos talajok közül.

Szabó József egyetemi tanár, midőn Tokajhegylépcső szőlővidékeinek talaját tanulmányozta, akkor ezt a veres agyagot is megvizsgálta.

és nagyfokú vizettartó képességének alapján *nyiroknak* nevezte el. A nyirok tehát nem egyéb, mint meleg napos helyen lefolyó kőzetbomlásnak terméke, melyet a szőlőműveléssel járó forgatás a felszínre hozott.

Nagyon sok helyen, a vulkáni hegyeknek a déli lejtőjén, a régi erdőtalajoknak a felhalmozódási szintjében is nagyon sok vas halmozódik fel, úgyhogy ha szőlőt telepítenek rájuk, ha a forgatáskor a felszínre kerülnek, akkor ezek is élénkveresre festik meg a talajt. Bár ezek nem igazi nyiroktalajok, azonban a közhasználatban ezeket is nyiroktalajoknak nevezik.

Terra rossa. A mészkőhegyeken, az egykori hullóporból alakult földtakaró sok helyen szintén geológiai okokból kifolyólag elbomlott és ha az elbomlás meleg fekvésben történt, akkor a vas nem lúgozódott ki belőle, hanem bentmaradt a bomló kőzetben. Ha azután az ilyen helyeken akár az esővíz, akár pedig az ember ezeket a verestalajokat a felszínre hozta, akkor az egész lejtőnek a színe még a nyirok színénél is élénkebb pirosra változott. Ezt a nagyon élénk piros színű agyagot az olaszok *terra rossának* = piros földnek nevezik. Innen, Olaszországból került bele a terra rossa név a világirodalomba és élénkpiros színű talajt jelölnek meg vele. Magyarországon csak a Pécsi Hegységnek déli lejtőin találni ilyen igazi terra rossát. A dalmát tengerparton és a Dinári Alpések lejtőin azonban ez a típusos hegyitalajfajta.

Gazdasági talajosztályozás.

A sokféle talajosztályozás közül meg kell még említenem, a gazdasági talajosztályozást is, melyet általában a gazdák használnak. A gazdasági osztályozás ugyanis kiegészíti a klímaticai talajosztályozást és gazdasági szempontból úgyszólván tökéletessé teszi

A gazdasági talajosztályozás a legrégebb, még Thaer állította fel. Alapul a talajnak az a képessége szolgál, melyszerint legjobban bizonyos gazdasági növényeket terem. A magyarországi talajtípusoknak megjelölésére a gazdasági osztályozás szerint a következő növények szolgálnak alapul: *lucerna, búza, árpa, here, rozs, burgonya* és *zab*.

Lucernatalaj. Mezőségi régióinak fő talajtípusa. Minthogy a lucerna a legigényesebb gazdasági növény, ezért a legjobb talajokat nevezhetjük csak lucernatalajoknak. Lucerna mélyrétegű, termékeny, meszes talajt kíván, mindezeket az igényeket a mezőségi vályogtalaj

és a mezőségi réti agyagtalaj tudja legjobban kielégíteni. Ezért a mezőségi vályog- és agyagtalajok az igazi lucernatalajok.

Az erdőségi övekben is termelnek már lucernát, de ez csak akkor sikerül, ha a talajt előbb a lucernatermelésre előkészítették, nevezetesen erősen megmeszezték és megtrágyázták. Ezek a talajok tehát nem mondhatók természetes lucernatalajoknak, mert előbb át kellett őket mesterségesen alakítani és a lucernatermelésre alkalmassá tenni.

Búzatalaj. Ugyanebbe a csoportba tartozik a búzatalaj is. A tiszaháti búzát termő alföldi talajok az igazi búzatalajok. A legjobb búzát a mezőségi vályogtalaj, a csernozjom termi. De jó búzát terem a rétiagyag is, ha reá jár az idő, továbbá a mezőségi vályogos homok is, mely rendszeren meszes.

Ugyan az erdőségi övekben is termelnek búzát. Azonban közismert tény, hogy az itt termelt búzának nincsen olyan sikértartalma, mint a mezőségi búzának, nem lehet belőle rétestésztát húzni és lisztje nem alkalmas finom tészta készítésre.

Magyarországi tiszaháti búza termelési feltételei ebben a tekintetben teljesen megegyeznek az északamerikai búzának termelési feltételeivel. A kanadai Manitóba-búza és az Egyesült Államok prairie-búzája ugyanolyan talajon teremnek, mint a magyarországi és a búza tenyészideje alatti klíma is hasonló. A különbség csak abban van, hogy a kanadai búza tavaszi búza, mert Kanadában olyan hideg a tél, hogy a búza kifagyna. Ugyanilyen minőségű búza terem a romániai és oroszországi mezőségi övekben is. A magas sikértartalmú búzának minősége klimatikai és talajtani tényezők összhatásának az eredménye. Az erdőségi övekben lévő búzatalajok nem igazi búzatalajok, hanem csak a vidék többi gyengébb talajaitól való megkülönböztetés szempontjából neveztetnek rendszeren búzatalajoknak.

Here- és árpatalaj. Az erdőségi régiókban a dombvidéknek és az alacsony hegyvidéknek fő talajtípusa a heretalaj és az árpatalaj. Magyarországnak legjobb és legértékesebb sörárpát termő talajai csakugyan a dunántúli dombvidéken és az alacsony hegyvidéken vannak. Herét és árpát termő talajok a barna vasas vályog és a barnavasas homokos vályog, de még a gyengén kilúgozott fakószürke vályogtalaj is. Ugyanilyen talaja és klímája van a híres Hanna-árpának hazájában Morvaországban. Az árpatalajoknak legjobb takarmánynövénye a vöröshere.

Rozstajaj. A mezőség és erdőségi övekben a homoktalajokat és homokos kavicstajajokat nevezik rozstajajnak, mert ezek a talaj-

fajták a rozsöt jobban megtermik, mint akármilyen más gazdasági növényt.

A klimatikai rozstalajok a magas hegyvidéken vannak, ahol a klíma olyan hűvös és a talaj annyira ki van lúgozva, hogy más, igényesebb növény termelésére emiatt nem alkalmas.

Burgonya- és zabtalaj. Talaj szempontjából a burgonya és a zab a két legigénytelenebb gazdasági növény, de igen nagy nedvességet kívánnak. Ezért azután az alacsony hegyvidéken és a magas hegy-ségben a leggyengébb talajok a homokok, a kavicsos homokok és a kötörmelékös homokok az igazi klimatikai burgonya- és zabtalajok.

A magas hegységben a talajok nagyon kilúgzottak és sekély-rétegűek, de ebbeli hibájukat enyhíti a nagy klimatikai nedvesség, amelynek következtében ezek a talajok sohasem száradnak ki. Ugyanebben a klímaövből legsikeresebben terem a hérefélék között is a legigénytelenebb, nevezetesen a bíborhere.

A felsoroltakon kívül vannak még olyan gazdasági növények is, amelyeknek talajigénye egészen különleges. Ilyenek például a baltacim.

Baltacimtalaj. A Csallóközben a Duna árterén nagyon sok meszes homok és meszes kavicsos homok van, melyeken a lucerna nem érzi jól magát, ezzel szemben a baltacim, hacsak túlságosan nem laza a talaj, 4—6 évig, esetleg tovább is, nagyon jól díszlik és nagy terméseket ad. A baltacim ugyan a többi klímaregiókban is előfordul és helyenkint megterem, azonban rendszeren olyan helyen, ahol az eső a felső mésztelen talajtakarót lemosta, úgyhogy az alsó meszes altalaj került a felszínre. Ezek nem igazi baltacimtalajok, hanem mesterséges talajátalakulás következtében váltak azzá.



“PÁTRIA”

IRODALMI VÁLL.

ÉS NYOMDAI

R. T.

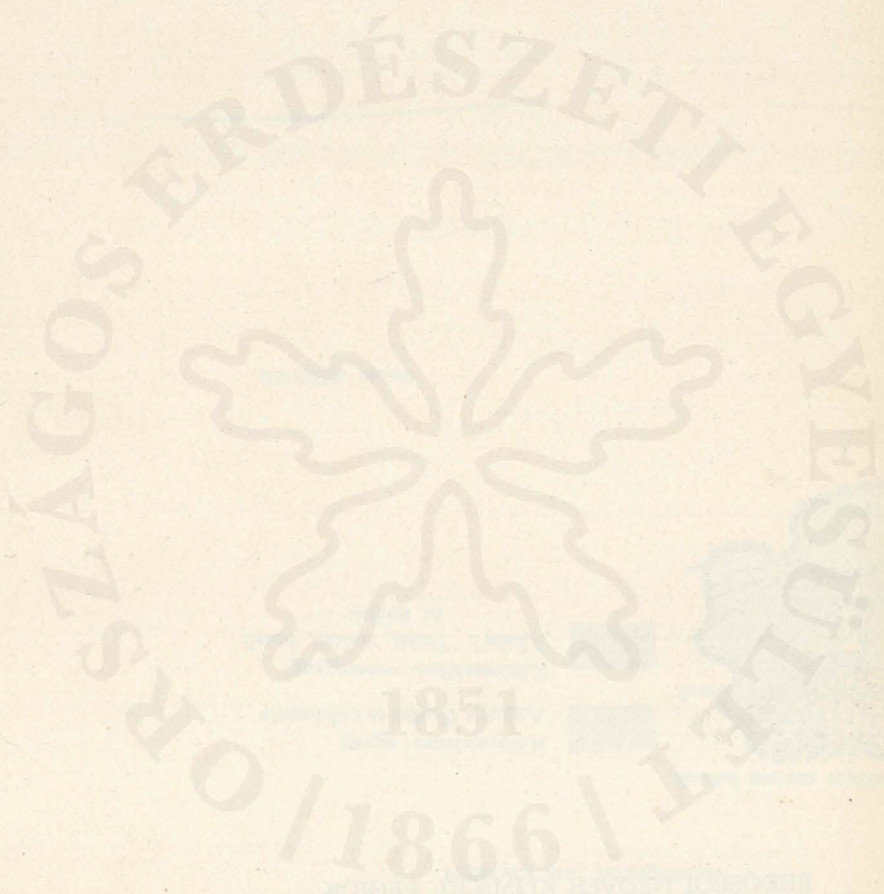


1851

/1866/

Felelős nyomdavezető:
Mészáros Vilmos

ÁG TALAJTÉRKEP



CSONKA-MAGYARORSZÁG TALAJTÉRKÉPE

SZERKESZTETTE
TREITZ PÉTER

A felvétel TREITZ PÉTER és TIMKÓ IMRE m. kir. agro-főgeológusok munkája az 1911–1918. évekből.

SZINKULCS.

MEZŐSÉGI SZÁRAZ KLIMÁJÚ RÉGIÓK

I. Síkságok mezősgéi fekete talajai, csernozjomok. Kémhatásuk lugos vagy semleges.






Klíma-jelleg: Mezősgéi száraz klíma. Hőmérsék: Tavasz +4°C-től őszi +4°C-ig terjedő tenyészeti időszak 260–240 nap, hőösszege: 4100–3800°C. Ebben +20°C-nál magasabb átlagos hőmérsék 95–60 nap alatt uralkodik. Csapadék: Évi csapadék átlaga 450–600 mm, 82–105 nap alatt hull le.

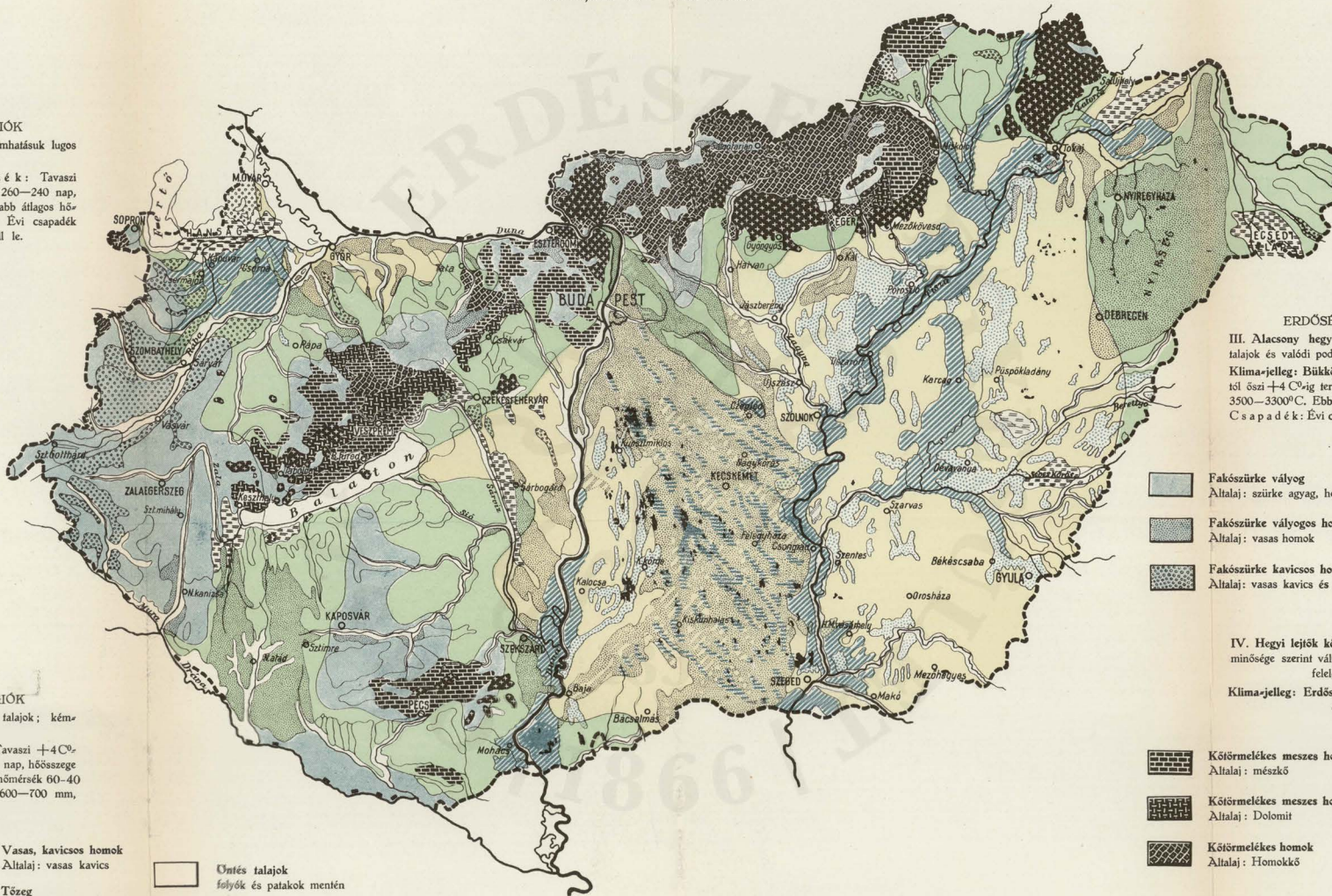
-  Mezősgéi vályog, csernozjom
Általaj: Sárga föld, (Lősz)
-  Vályogos homok
Általaj: Márgás homok
-  Futóhomok buckák
Általaj: Márgáshomok
-  Réti agyag
Általaj: Tavi márga
-  Szikes agyag
Általaj: Szikes sárgaföld
-  Szikesohomok
Általaj: Szikes márgás homok
-  Szikes tavak
Üntés talajok a folyók mentén
-  Tőzeg
Általaj: homok és kavics
-  Üntés talajok
folyók és patakok mentén

ERDŐSÉGI NEDVES KLIMÁJÚ RÉGIÓK

II. A dombvidék talajai. Erdői eredetű barna vasas talajok; kémhatásuk neutrális vagy gyengén savanyú.






Klíma-jelleg: Fűves erdők klímája. Hőmérsék: Tavasz +4°C-től őszi +4°C-ig terjedő tenyészeti időszak 244–240 nap, hőösszege 3800–3500°C. Ebben +20°C-nál magasabb átlagos hőmérsék 60–40 nap alatt uralkodik. Csapadék: Évi csapadék átlaga 600–700 mm, 105–120 nap alatt hull le.

-  Barna vasas vályog
Általaj: lész vagy márga
-  Vasas, kavicsos homok
Általaj: vasas kavics
-  Üntés talajok
folyók és patakok mentén
-  Vasas vályogos homok
Általaj: vasas homok
-  Tőzeg
Általaj: Tavi iszap








ERDŐSÉGI NEDVES KLIMÁJÚ RÉGIÓK.

III. Alacsony hegyvidék fakósszürke, kilugozott talajai. Podzolok talajok és valódi podzolok. Kémhatásuk gyengén savanyú vagy savanyú. Klíma-jelleg: Bükkös erdők klímája. Hőmérsék: Tavasz +4°C-től őszi +4°C-ig terjedő tenyészeti időszak 240–220 nap. Hőösszege: 3500–3300°C. Ebben 20°C-nál magasabb átlagos hőmérsék 40–20 nap. Csapadék: Évi csapadék 700–900 mm 120–150 nap alatt hull le.

-  Fakósszürke vályog
Általaj: szürke agyag, helyenkint márga
-  Fakósszürke vályogos homok
Általaj: vasas homok
-  Fakósszürke kavicsos homok
Általaj: vasas kavics és homok
-  Tőzeg
Általaj: homok és agyag
-  Üntés talajok
Általaj: üntés homok

IV. Hegyi lejtők kötőtermékes talajai. Összetételük a hegy kőzetének minősége szerint változik. Kémhatásuk égtáj szerinti fekvésüknek megfelelően semleges-től savanyúig változik.

Klíma-jelleg: Erdőségi nedves klíma; változatosságánál fogva rövid összefoglalásra nem lehetséges.

-  Kötőtermékes meszes homok
Általaj: mészkő
-  Kötőtermékes meszes homok
Általaj: Dolomit
-  Kötőtermékes homok
Általaj: Homokkő
-  Kötőtermékes agyag
Általaj: Gnajszt és csillámpala
-  Kötőtermékes vasasagyag
Általaj: Trahit, andezit, bazalt és tufajok

Lépték: 1 : 2,000,000

Rajolta RÉDIGER

M. KIR. FÖLDTANI INTÉZET HÁZIYOMDÁJA.

HONKA-MAGYAROK

