



A M. KIR. FOLDTANI INTÉZET NÉPSZERŰ KIADVÁNYAI

# MAGYARÁZÓ

A TOBBTERMELÉS SZOLGÁLATÁBAN ÁLLÓ  
TALAJVIZSGÁLATOKHOZ.

IRTA :  
TREITZ PÉTER

KIADJA  
A M. KIR. FOLDMIVELÉSÜGYI MINISZTERIUM FENNHATÓSÁGA ALÁ  
TARTOZÓ M. KIR. FOLDTANI INTÉZET.  
BUDAPEST, 1929.

1929 február hó 4.

A mű tartalmáért és nyelvezetéért a szerző, a szerkesztésért  
Dr. FERENCZI ISTVÁN felelős.

Midőn ezelőtt 80 esztendővel LIEBIG a növények táplálkozásáról szóló törvényeit megállapította és minimum törvényét felfedezte, az agrikultur-kémikusok azt hitték, hogy a talajnak tápanyag-igényeit ezután már nagyon egyszerű lesz 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 időkben — 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 termés hozamot, melyet a tápanyaghiány megszüntetésével elérni reméltek. Ennek a balsikernek alapján az egész világon szorgalmas kutatómunka indult meg. Az agrikultur-kémikusok 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 a talajban.

Az elmúlt 80 év alatt a világ minden részében sok százezer talajelemzést végeztek és a nyert eredményeket legtöbbször termelési kísérletekkel is ellenőrizték, de sikert épen 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 tápanyag-szükségletének megállapítására szolgáló módszerek négyfélék:

1. Gazdasági növényekkel való talajelemzés, más szóval a talajok tápanyag-szükségletének megállapítása tenyészfedény-kísérletekkel,

2. Bakteriológiai 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 ez a módszer, melynél a gazdasági növényeket használják fel a különféle tápanyagok hiányának kimutatására. A vizsgálandó talajjal megtöltenek 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 terméshozás 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 mezőgazdáknek.

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 így 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 50 évi munkásságának eredményei a növények táplálkozása körüli bűvárkodás terén, valamint az egyes tápsóknak hatását illetőleg, melyet a különböző gazdasági növényekre kifejtenek, alapvetők voltak, úgyhogy 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 quarc homokkal 100%-ra felhígított talajt használ tenyészedény-kísérleteihez. Évtizedeken át tartó kísérleteinek eredményeit táblázatokba foglalta össze és e táblázatokból nemcsak azt tudja megállapítani, hogy mely tápanyag fajtát 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 Északkelet-Németországban nagy sikerrel használják. Ennek az országrésznek gazdái Mitscherlich Társaságot 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 így a legnagyobb termést érhessék el. Ezekben az állomásokban évente mintegy 20.000 tenyészedény-kísérletet végeznek. Ez a szám magában véve is bizonyoságul szolgál arra nézve, hogy a módszerrel a gazdák meg vannak elégedve és hogy az nagy hasznot hajt az említett társaság tagjainak.

Északnémetország 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 ezeken 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 köréi eddig nem vállalkoztak.

## 2. Bakterológiai talajelemzés, vagyis talajelemzés baktériumok felhasználásával.

Talajbakterológiával foglalkozó agrikultur-kémikusok azt tapasztalták, hogy a termőtalajnak legfontosabb baktériuma, a nitrogénköti 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.

H. R. CHRISTENSEN és O. H. LARSEN dán agrikultur-kémikusok az azotobakternek mész iránti érzékenységet felhasználják arra, hogy megállapítsák vele a talajok mészigényét. Módszert dolgoztak ki, amelynek segítségével 2–3 nap alatt biztosan meg lehet állapítani, hogy az illető termőtalajnak van-e mészigénye vagy sem és hogyha az illető talaj mészigényes, mennyi az a mészmennyiség, amely a talajnak termőképes állapotba való hozatalára szükséges. Ezzel a módszerrel a két tudós 1911-től 1922-ig terjedő időszak alatt megvizsgálta Dánia összes talajtípusait mészigényükre vonatkozólag, összesen mintegy 34.000 talajmintát. A vizsgálatokból kapott adatok alapján megszerkesztették Dánia talajtérképét, amelyen különböző színekkel jelölték meg azokat a talajokat, amelyek mészigényesek, továbbá kifüntették rajta színárnyalatokkal azt is, hogy a mészigény kielégítésére hektáronként mennyi meszet kell alkalmazni.

NIKLAS H. dr. egyetemi tanár, a gazdasági főiskola talajtani intézetének igazgatója Weißenstephan-ban (Bajorország), az azotobakterrel való talaj-



vizsgálat módszerét továbbfejlesztette. Előbb ő is egy mészterképet szerkesztett az egész ország területéről, amely egész Bajorország talajtípusait mész-igényük mértékére való tekintettel csoportosította. Ez a talajtérkép feltűnően egész Bajorország talajtípusait és azt is, hogy a különböző talajtípusokban körülbelül mennyi mész volna szükséges a mészhiány pótlására.

NIKLAS tanár vizsgálatai közben azt is tapasztalta, hogy az azotobakter tenyészetének gyengébb, vagy erőteljesebb kifejlődését a talajnak káli- és foszforsav tartalma is nagymértékben befolyásolja. Erre a tapasztalatra alapította azután vizsgálatait; az azotobakternek ezt az érzékenységet arra használta fel, hogy vele a talajoknak foszforsav és káli igényét kimutassa. Ez sikerült is neki. Szerinte, ha a beoltott talajt külön-külön káli- vagy foszforsav tápsókkal kezeljük, akkor az azotobakter tenyészet nemcsak azt fogja megmutatni, hogy a vizsgálat alatt lévő talajnak van-e foszforsav- vagy káli-igénye, hanem az igénynek megállapítása után a második kísérletsorozatból még arra is kaphatunk felvilágosítást, hogy mekkora az a foszforsav- vagy kálimennyiség, amely a baktériumoknak legerőteljesebb kifejlődéséhez szükséges. A bakteriológiai vizsgálatból nyert adatokat tenyésztedény- és szabadföldi kísérletekkel egészítették ki s ilyen módon biztos számadatokat kapott arra nézve, hogy a bakteriológiai vizsgálatból nyert adatok a gyakorlatban milyen trágyamennyiségeknek felelnek meg.

Bár NIKLAS tanár több ezer talajvizsgálatot végzett és ezeknek a vizsgálatoknak nagy részét termelési kísérletekkel is ellenőrizte, továbbá összehasonlította még a bakteriológiai vizsgálatból nyert adatokat más kémiai módszerrel nyert vizsgálat adataival is, azonban mindannak dacára, hogy az összehasonlítás nagyon jó eredményeket tüntetett fel, ez a módszer mégsem tudott általánosságban elterjedni. A módszer ugyan nagyon egyszerű és olcsó is, továbbá egy-egy vizsgálat négy nap alatt befejeződik, mégis csak kevés helyen használják. Elterjedésének legnagyobb akadályát az, hogy végre-hajtása teljes bakteriológiai felszerelést és felkészültséget igényel. Azonban éppen talajbakteriológiai felszerelése nagyon kevés mezőgazdasági kémiai állomásnak és talajtani intézetnek van. Ezt a módszert hazánkban eddig csak dr. KREYBIG LAJOS agrikultur-kémikus használta laboratóriumában.

### 3. Kémiai módszerek.

A kémiai módszerekkel foglalkozó agrikultur-kémikusoknak legkevesebb szerencséjük volt. Mert egészen a legutolsó évekig minden igyekezetük hiába valónak bizonyult arra nézve, hogy olyan oldószert találjanak, amelynek oldó hatása a növénygyökér oldó hatásával volna egyenlő. Bár igen sok ériékes munka történt ebben az irányban, így pld. dr. 'SIGMOND ELEK műegyetemi tanár is szerkesztett egy módszert a talajok foszforsavigényének meghatározására, amely általános elismerésre talált, azonban minthogy olyan határértékeket 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 tápanyag pótlására.

Ezek között a módszerek között általános használatban a legkülönbélebb klímazónák alatt a legjobb eredményeket a LEMMERMANN-féle módszer szolgáltatta. LEMMERMANN a talajoknak foszforsav- és káli-igényét állapította meg. Ezt az eljárást használja a m. kir. Földtani Intézet talajismereti laboratóriuma is.

#### 4. Vegetációs és kémiai kombinált módszer.

Egyes agrikultur-kémikusok már régen gondoltak arra, hogy a talaj tápanyag viszonyairól legjobb képet tulajdonképpen azok a növények adják, amelyek rajta élnek. Ha tehát a növényeknek hamuját megelemezük, akkor biztos képet kapunk arról, hogy a tápanyagok milyen arányban vannak a kérdéses talajban, mert a növények abból a tápanyagból, mely a talajban főleg mennyiségben van jelen, sokat vesznek fel, még pedig annál többet, minél nagyobb annak mennyisége a talajban is. Ha tehát a növény hamuját megelemezük és az elemzési eredményeket összehasonlítjuk azokkal az adatokkal, amelyeket normális összetételű és nagy termőerejű talajon termesztett növények elemzésekor kaptunk, akkor a különbségekből következtetni lehet a vizsgálat alatt lévő talajnak összetételére, a benne előforduló egyes tápanyagok mennyiségére, azok egymás közötti arányára és valamelyikének hiányára. Ezt a módszert legelőször HEINRICH E. tanár dolgozta ki és az ő módszerével lakóhelyének körzetében csakugyan nagyon használható eredményeket kapott. Azonban ezeket az eredményeket általánosítani nem lehetett, mert a növények hamutartalma minden klímazónában más. Ha tehát HEINRICH módszerét más vidéken akarnók használni, mint amelyre ő azt megállapította, akkor előbb ugyanolyan táblázatot kellene szerkeszteni, mint aminek HEINRICH az ő körzetére szerkesztett. Ez pedig olyan nagy munka, amelyre eddig talajvizsgálattal foglalkozó intézményeink közül egy sem vállalkozhatott.

Hasonló nyomon indult el NEUBAUER H. Szászországban. Módszerének kidolgozásakor NEUBAUER is a növény hamuját elemzi, csak hogy a növényeket laboratóriumában neveli, külön erre a célra elkészített talajban. Minden vizsgálandó talajhoz még háromszor annyi mennyiségű tiszta kvarchomokot is kever, hogy a növények ilyen hígított alakban kaphassák a tápanyagokat és hogy kénytelenek legyenek a vizsgálat alatt lévő talajból lehetőleg a felvehető alakban bennfoglalt összes tápanyag mennyiséget kivonni. Továbbá az edényekbe mindig csak ugyanazt a fajta rozst vetette el, úgy hogy a kísérleti növényeknek hamutartalma a lehetőség szerint mindig ugyanaz maradjon.

Számtalan elemzésből táblázatot készített, melyből kitűnt, mekkora százaléka a hamunak a foszforsav és a káli az olyan talajokban, melyekben ez a két tápanyag főleg mennyiségben foglaltatik és mekkora százalék jeleníti a hiányt.



NEUBAUER vizsgálatait Szászországban végezte. Szászországnak talaj-típusai nagyon változatosak. Ennélfogva ezt a módszert Németországban sokkal nagyobb területen lehet sikerrel használni, mint pl. a MITSCHERLICH-ét. Hazánkban NEUBAUER táblázata némi kiegészítéssel valószínűleg szintén használható eredményeket fog szolgáltatni.

## A KÜLÖNBÖZŐ ELJÁRÁSOK ÉRTÉKE.

A felsorolt módszerek és eljárások érzékenysége, ennélfogva haszná- és értéke azonban nem egyforma.

A talajban levő tápanyagok formáját, könnyebb vagy nehezebb oldhatóságát legjobban a biológiai módszerek, tehát az azotobakter és a NEUBAUER-féle elemzési módszer adja meg. Ezek olyan érzékenyek, hogy még azt a csekély többletet is megérik, amely a talajban a múlt évi műtrágyázásból fennmaradt. Ez a két módszer tehát még azt is megmutatja, hogy a jövő évi terméshez van-e még elegendő tápanyag felvehető állapotban a talajban.

Ha ezekkel a módszerekkel akarnánk dolgozni, akkor tulajdonképpen minden évben meg kellene nézni a műtrágyázandó talajokat, hogy mennyi tápanyag áll még a jövő évi termésre rendelkezésre. De ha azt akarjuk megtudni, hogy mennyi a talajnak összes tápanyag készlete és ebből mennyi a könnyebben oldható, akkor mégis csak a kémiai elemzéshez kell folyamodni. A SIGMOND-féle, a LEMMERMANN-féle, a HASENBAUER-féle és a KÖNIG-féle eljárások megmutatják azt, hogy mennyi az összes tápanyag készlet és hogy ebből az összes készletből mennyi oldódik könnyebben.

Mint hogy a kémiai eljárások nemcsak a következő évi termésekre vonatkozó felvehető tápanyag-mennyiségeket adják, hanem megmondják azt is, hogy egyáltalában mennyi a talaj tápanyag készlete és hogy mennyi ebből a könnyen felvehető rész, ennélfogva sokkal tisztább képet adnak a talaj tápanyag viszonyairól, mint a biológiai módszerek. A mi céljainknak is sokkal jobban megfelel ez, mert a Földtani Intézet Talajtani Osztályának az a feladata, hogy kimutassa, hogy a különböző klímarégiókban milyen talajok vannak, milyen az összetételük és milyenek azoknak egyéb tulajdonságai. Mindezen adatok alapján meg lehet mondani, hogy mire lehet őket használni és mivel lehet bennük a termőerőt fokozni. A talajértékelés alkalmával csak ezeknek az ismereteknek alapján lehet és kívánatos is az összetartozó talajokat megfelelően csoportosítani.

## A TÁPANYAGOK ARÁNYÁNAK FONTOSSÁGA.

Az újabb vizsgálatok némi változást hoztak bele a régi LIEBIG-féle minimum törvény értelmezésébe, amennyiben kimutatták, hogy nemcsak a minimumban levő tápanyagok pótlása szabja meg a talaj termékenységének fokát, hanem a talajban bőségesen előforduló tápanyagoknak egymás közötti aránya az a legfontosabb feltétel, amelytől valamely talaj termékenysége függ.

Nem mindig az a talaj adja a legnagyobb termést, melyben a legtöbb tápanyag van, melynek legnagyobb a tápanyag készlete, hanem igen gyakran



egy olyan másik is, amelyben bár együttvéve talán kisebb készlet van, de az egyes tápanyagok közt az arány olyan, amelyet a növények a fejlődésükhez megkívánnak. Ha például egy talajban valamely tápanyagból elegendő mennyiség van jelen és ennek a tápanyagnak a mennyiségét még fokozom, akkor ezzel esetleg megbolygattam a tápanyagok arányát, amiből kifolyólag megeshetik, hogy kisebb lesz a szemtermés, mint egy másik talajban, amelyhez nem adtam semmiféle tápanyagot.

A többtermelés sikere szempontjából legfontosabb a helyes arálynak megállapítása. Sokszor megeshik, hogy nagyon kifizeti magát egy olyan tápanyag pótlása, amely nincsen ugyan minimumban a talajban, de erre a pótlásra mégis szükség van azért, hogy vele a tápanyagok közötti helyes arányt helyreállíthassuk. Ebből az következik, hogy nemcsak azt a tápanyagot kell pótolni, amely a minimumban van, hanem azt a másikat is, amelyből van ugyan elegendő, de mégis kevesebb, mint amennyire a fölös mennyiségben jelenlevő harmadik tápanyaghoz viszonyítva a helyes arány szempontjából szükség volna. Így pl. a kizáróan istállótrágyával kezelt földekben a nitrogén mindig túlsúlyba jut, ennél fogva, ha ezeket a talajokat foszforsavval kezeljük és kálit nem adunk hozzá, akkor pl. répában sokkal kisebb termést kapunk, mintha a foszforsavval együtt a kálit is pótoljuk, bár az elemzés szerint káli van elegendő a talajban. Ugyanilyen hatást fejthet ki a mész is.

## A TALAJ KÉMIAI REAKCIÓJÁNAK FONTOSSÁGA.

A kémiai elemzés útmutatása alapján beállított helyes táparány azonban csak akkor tud minden esetben megfelelő hatást kifejteni, ha az összes termelési tényezők mind egyenlő mértékben működnek közre a növény fejlődése alkalmával. A növények növekedését szabályozó tényezők között egyik legfontosabb a talaj szénsav termelése, mert a szénsav szolgáltatja azt a szénat, amelyből a növények testük szerves részét felépítik. Ez a tényező eddig nagyon kevés figyelemben részesült, pedig van olyan fontosságú, mint bármelyik más tényező.

Eddig általában az a nézet volt elterjedve, hogy a növények tisztán a levegő szénsav tartalmából veszik fel mindazt a szénmennyiséget, amely testük felépítéséhez szükséges és hogy a légkör mindenütt és minden körülmények között elegendő mennyiségű szénsavat szolgáltat a növényeknek erre a célra. Ez csakugyan így is van akkor, ha talajunkból nem akarunk nagyobb termékenységet kihozni, mint amekkora a hely klímájának és talaj típusának megfelel. De mihelyest arra törekszünk, hogy tekintet nélkül talajunk minőségére, olyan rekord-termést érjünk el, aminek a mienkhez hasonló típusú legjobb talaj produkál, akkor nem elégedhetünk meg csak pusztán a foszforsav, káli, nitrogén és mész pótlásával, hanem emelni kell a talajnak szénsav termelő képességét is. Újabb időben történt vizsgálatok bizonyították, hogy egyenlő ásványi tápanyag-mennyiség szolgáltatása mellett abban a talajban, — ahol élénkebb a mikrobák élete és amelyek ennek következtében több szénsavat is fejlesztenek, — aránytalanul sokkal nagyobb termés



várható, mint egy más olyan parcellán, hol a talaj élete gyengébb és szén-savszolgáltatása is kisebb. Ha tehát valamely talaj termékenységét mesterséges eszközökkel a normálison felül akarjuk fokozni, akkor ezen a talajon, megfelelő talajművelést feltételezve, istállótrágyát (vagy komposztot) és műtrágyát kell együtt alkalmaznunk. Az istállótrágyával beoltjuk a talajt a mikrobák csíráival és spóráival; a műtrágyákkal pedig megkönnyítjük ezeknek fejlődését és lehetővé tesszük gyors elszaporodásukat s így alapját vetjük meg az erélyes és állandó szénsavtermelésnek.

Az ilyen módon kezelt talajban a mikrobák több szénsavat és ammóniát fognak produkálni; a növények már fejlődésük kezdetén nagyobb testet építhetnek fel, nagyobb testük és bővebb gyökérzetük segítségével pedig a tavaszi klíma növénynevelő időszakait jobban ki is tudják használni, mint az olyan vetés, mely ebben az időszakban éppen a szénsavszolgáltatás elégtelen volta miatt satnyább maradt.

A gyorsabb fejlődésű vetés ki tudja használni mindazt a tápanyag-többletet is, melyeket a műtrágyával juttatunk be a talajba. Csakis ilyen kedvező előfeltételek mellett kaphatjuk azután azokat a rekord-terméseket, melyekről két évtized előtt még nem is hallottunk (28—30 q búza, 600 q répa holdanként).

A talaj szénsavszolgáltatását tehát csak olyan módon tudjuk fokozni, ha azoknak a parányi lényeknek a számát szaporítjuk és megkönnyítjük életlehetőségeiket, melyek egy nagy termésnek fokozott szénigényeit is ki tudják elégíteni.

A talajmikrobáknak az a csoportja, melynek közreműködése a növények életéhez nélkülözhetetlenül szükséges, a talaj kémiai reakciója tekintetében azonban nagyon érzékeny. Ezek a mikrobák ugyanis csak olyan talajban tudnak jól megélni és szaporodni, melynek kémiai reakciója nem savanyú, hanem közel semleges, vagy gyengén lúgos. Ha a mikrobák spóráit ezek ott elsatnyulnak és nagy részük elpusztul. Ennélfogva a savanyú kémiai reakciójú talajokban a trágyázásnak — sem az istállótrágyának, sem pedig a műtrágyáknak — sohasem lesz meg az a hatása, mint semleges vagy gyengén lúgos talajban. A föbbtermelésre, vagyis a termés fokozására irányuló minden egyéb munka előtt tehát meg kell ismernünk talajunknak kémiai reakcióját és, ha szükséges, ezt kell először megjavítani, mert különben megeshetik, hogy teljesen hiába szórjuk ki a műtrágyákat, azoknak nem lesz meg a kellő hatása.

5—10 év előtt sok helyütt megesett, — hazánkban pedig a műtrágya-akció keretében kiosztott és búza alá kiszórt szuperfoszfáttal a múlt évben is megesett az, hogy egyes országrészekben teljesen hatástalan maradt. Ennek a sikertelenségnek még nem tudták okát adni, mert nem rendelkezünk megfelelő módszerrel a talaj reakciójának meghatározására. De amióta erre a célra megszerkesztették a most használatban levő könnyű és biztos módszereket és minnek utána ezekkel a módszerekkel a világ minden részében sok százezer talajelemzést végeztek, — azóta tudjuk, hogy minden föbbtermelés sikerének első és legfontosabb feltétele a talajnak közel neutrális, —



vagy gyengén lúgos reakciója. Ezt a célt szolgálta Dániának és Bajorországnak a mészigényt, a mészhányt kimutató talajterképe.

Mínthogy a talajban a savasság csökkentésére kizárólag csak szén-savas meszet lehet alkalmazni, ennél fogva a talajreakció vizsgálatnak még egy másik kérdésre is kellett felelni, nevezetesen arra, hogy az illető talajra a savasság mérséklése szempontjából mennyi meszet kell elszórni. A termőtalajok meszezése tehát minden műtrágyaféle hatásának alapja. Az már teljesen mindegy, hogy én a meszet külön adom-e a talajra, vagy pedig olyan műtrágyaféleket használunk, amelyekben benne van már a szénsavas mész (p. o. mésnitrogén, fahamu, Thomassalak, rhenánia-foszfát, nyers foszfát), — a fő az, hogy a talaj a szükséges meszet megkapja.

Az elmondottakból kitűnik, hogy napjainkban az újkori talajelemzési módszerek a talajkémiának forradalomszerű haladásáról tesznek tanúságot. Ma már csakugyan meg tudjuk állapítani a talajról azt, hogy melyek a főbb termelést gátló hibák és ezenfelül azt is, hogy milyen növényi tápanyagok hiányoznak belőle. Ezeknek a megállapításoknak alapján természetesen a javítást is most már biztos alapon kezdhethetjük meg, úgyhogy azt mondhatjuk, hogy ma már nincs olyan termő talaj, amelynek termő erejét megfelelő meliorációval és megfelelő műtrágyafélékkel fokozni ne tudnók.

## A LEMMERMANN-FÉLE MÓDSZER A TALAJ FOSZFORSAV HIÁNYÁNAK MEGÁLLAPÍTÁSÁRA.

A LEMMERMANN-féle módszer nem új, már régóta használatban is van, de még eddig nem publikálták, mert folyton kipróbálás alatt volt. Magáról az eljárásról már több ízben volt szó a lapokban, csak hogy akkor még az ellenőrző kísérletek nem voltak befejezve és így nem lehetett tudni, hogy a módszer a mai formájában beválik-e, vagy még kiegészítésre szorul. Végre 1927-ben, miután a több országban végzett ellenőrző kísérletek mind beérkeztek és mindezek a módszer használhatósága mellett szóltak, — az eljárást most már mint kipróbáltat átadták a közhasználatnak.

A LEMMERMANN-féle módszer abban különbözik a többitől, hogy nem csak határértékeket ad, hanem hogy a határértékek közé eső középső értékek jelentőségét úgynevezett viszonylagos oldhatósági számmal emeli ki, miáltal ezek az értékek is ilyen módon kiegészítve szinte olyan fontos útmutatásokat szolgáltatnak, mint maguk a határértékek.

Az értékszámokat három vizsgálat eredményeiből nyerik:

1. Meghatározzák a talaj összes foszforsav készletét.
2. Az összes foszforsav készletből 1%-os citromsavval kioldják azt a részletet, amely ebben a híg savban könnyen oldódik. Ez a részlet a talaj összes foszforsav tartalmának könnyen oldható része.

3. Kiszámítják, hogy ez a könnyen oldható rész hányad része az összes foszforsav tartalomnak. Ha az összes foszforsav tartalomnak nagyobb része könnyen oldható, akkor nem kell pótolni a foszforsavat, ha pedig csak kis része oldható, akkor kell.

A viszonylagos oldhatósági számot a következőképpen számítjuk ki: Tegyük fel, hogy egy talajban az összes foszforsav tartalom 100 gramm talajban 100 milligramm, ebből oldódik 25 milligramm, akkor az oldhatósági viszonyszám 25 %.

Összes foszforsav	Oldható foszforsav	Viszonylagos oldhatóság
t a r t a l o m		
100 mg	25 mg	25 %
50 "	25 "	50 "
25 "	25 "	100 "

1 mg foszforsav 100 gr talajban megfelel 30 kg foszforsavnak hektáronként, 30 cm feltalajt véve alapul. Ennélfogva mind a három talajban hektáronként 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 foszforsav mennyiség, 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.

Ha 100 gr talajban 1%-os citromsavban oldható foszforsav :

25 mg	akkor akárminő	a foszforsavat
vagy több,	a viszonylagos oldhatósága,	nem kell pótolni ;
25–20 mg,	akkor az oldhatósági viszony=	a foszforsavat kell-e
	szám határoz abban, hogy	pótolni ;
20 mg-nál	akkor akárminő az oldhatósági	a foszforsavat pótolni
kevesebb,	szám,	kell.

A fenti táblázatból minden gazda kiolvashatja, — ha az elemzési adatokat megkapta, — kell-e talajában a foszforsavat pótolnia vagy sem.

## A TALAJOK MÉSZIGÉNYÉNEK MEGHATÁROZÁSA.

Minden gazda tudja, hogy van savanyú talaj és hogy van lúgos hatású talaj (p. szikós=talaj). Kémiai vizsgálattal ezelőtt csak a legritkább esetekben tudtuk a talaj savanyú reakcióját kimutatni, azonban a rajta élő vadnövények mindig világosan jelezték a talajnak savanyú voltát ; sóska=félék és savanyú füvek szaporodtak el ilyen helyeken. Újabban azonban sikerült egyszerű és könnyű kémiai eljárásokat szerkeszteni ennek a savanyúságnak kimutatására, sőt ma még a savanyúságnak fokát is könnyen meg lehet állapítani.



A jelenség tudományos magyarázatát még nem tudjuk olyan biztosan megadni, mert ez a most fejlődő kolloidkémia törvényein alapszik, melyek még nincsenek egészen tisztázva; a savanyú kémiai reakció eredetét azonban már kiderítették. A talajfelvételek ugyanis azt mutatták, hogy nedves klímaregiókban a talajkilúgozás erősen működik, az átszüremlő csapadékvíz kiviszi a magnéziát, a meszet, a kálit s a nátront; a savak pedig (a humuszsav és a kovasav), bent maradnak a talajban s savas hatást kölcsönöznek neki.

Minden talaj kétféle alkatrészből áll: kristályos részből, azaz kőzetek porlási termékéből, (u. m. ásványliszt, ásványpor, homok, dara, kavics) és az elválási termékeiből, vagyis a talaj kolloid alkatrészeiből.

A kolloid alkatrészek kémiai szerkezete a következő:

Bázisok :	Aluminium	}	→	{	kovasav	: Savak.
	Vas				humusz	
	Magnézia				kénsav	
	Mész				sósav	
	Nátron				szénsav	
	Káli				salétromsav	
	Ammonia					

Különbféle bázisok és savak összeállva nagyon komplikált összetételű kolloid-komplexumot alkotnak. A bázisok az ásványi savakkal (kénsav, szén-sav, sósav, salétromsav) bizonyos meghatározott súlyarány szerint vegyülnek és valódi sókat alakítanak. A kovasavval és humusszal, minthogy a talajban mind a kettő kolloidos állományú test, a kolloidkémia törvényei alapján alakítanak vegyületeket; ezeknek a súlyaránya nem állandó, hanem e vegyülek alakításában résztvevő alkatrészeknek mennyisége alapján változik.

A valódi sók is ebben a kovasav—humusz-komplexumban foglaltatnak bent, csak a kiszáradás alkalmával lép ki egyik—másik belőle.

Nedves klímájú talajokon (mint pl. a Dunántul egyes részein), a szén-sav tartalmú csapadékvizek a közben, hogy átszüremkednek a talajon, kioldják a kovasav—humusz-komplexumból a sókat és a bázisokat s elviszik őket magukkal az altalajba s ezen keresztül a föld árjába.

A talajnak bázistartalma megfogyatkozik és pedig annál nagyobb mértékben, minél nedvesebb természetű az illető hely felett uralkodó klíma. Lásanként mind több és több lesz benne a bázist lekötő alkatrész (kovasav, humusz és egyéb savak), mint e savas hatású alkatrészek lekötésére rendelkezésre álló bázis. Az ilyen szerkezetű talaj mindig savas hatású.

Ha az arány a bázistartalom és savtartalom között nagyon egyoldalú lesz s a bázisok túlságosan megfogyatkoznak, akkor a savanyú reakció anynyira erős, hogy még lakmus-papírral is kimutatható. Ha ilyen talajból híg sarat készülnék és ebbe kék lakmuspapírcsíkot teszünk, az rögtön megpirosodik.

Az aszályos klímájú tájakon (pl. a Nagyalöldön) az elmondott jelenség ellenkezőjét tapasztaljuk.

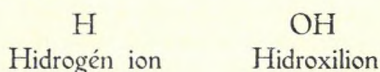
Az évnek nedves időszaka alatt, különösen a tavasz folyamán a csapadékvizek ugyan itt is lehúzódnak az altalajba és leviszik oda magukkal a

feloldott sókat és bázisokat. Azonban a sós talajvíznek csak kis részlete jut bele a föld árjába, nagyobb része a nyári meleg beálltával újra visszaszívódik a felszín alá és visszahozza ide a nedves időszakban lemosott sókat. S ha végül a talaj egészen kiszárad, a víz elpárolgása után a sók és bázisok megszilárdulnak és lassanként felszaporodnak a talajban. Különösen a szénsavas mészsav, a szénsavas magnézium és a szénsavas nátrium halmozódnak fel. A szénsavas sók kémiai hatása lúgos és minthogy a szabad bázisoknak is nagy része a talaj szénsav tartalmával szénsavas sókat alakít, ennél fogva az aszályos nyarú klímaregiókban a talajok nagy részének lúgos a kémiai reakciója. Csak azok a fekete földű agyagtalajok alkotnak ebben a tekintetben kivételt, amelyek az Alföldnek kiszáritása előtt rétségek és ingoványok fenekét alkották. Az a víz, amely az évnek nagyobb részén elborította őket, leapasztotta ezeknek is a bázistartalmát, úgyhogy ezeknek a fekete agyagoknak szintén gyengén savanyú a kémiai reakciója.

A savanyú kémiai reakció fokát az illető só-, vagy savnak hidrogén-ion koncentrációjával szokták kifejezni. A hidrogén-ion koncentráció fogalmát a következőképpen lehet érthetővé tenni.

Minden só és minden anyag vízben disszociál, azaz részben elemi alkotórészeire bomlik szét.

A kiszabadult elemeket ionoknak nevezzük s azt mondjuk, hogy a só, vagy sav vízben ionizálódik. Pl. 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



a másik pedig együtt marad az oxigénnel és vele a hidroxil-iont formálja.

A desztillált vízben mindig ugyanannyi szabad hidroxil-ion szabadul fel, amennyi a hidrogén-ion s a hidroxil-ion teljesen semlegesíti a hidrogén-ionok savanyú hatását, ennél fogva a valóban tiszta desztillált víz csakugyan teljesen semleges hatású. A savanyú kémhatást ugyanis 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 folyadékokban levő szabad hidrogén-ionok mennyiségét meg is lehet mérni, pontos mérés eredményeként azt találták, hogy a desztillált vízben egy literben  $1 \times 10^{-7}$  gr hidrogén-ion van, a savaknak vizes keverékében több és pedig annál több, minél több sav van a vízben, így például egy keverékben, melyben literenként 3'63 gr sósav van, abban a hidrogén-ionok mennyisége literenként  $0'084 \times 10^{-1}$ . 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



literenkénti mennyiségével szokták kifejezni.\* Így azt mondjuk, hogy egy olyan folyadékban, melyben literenként 4.0 gr lúgkő van, abban  $8.6 \times 10^{-14}$  gr szabad hidrogén-ion van literenként.  $0.084 \times 10^{-1}$ ;  $1.36 \times 10^{-3}$ ;  $1 \times 10^{-5}$ ;  $1 \times 10^{-7}$ ;  $1 \times 10^{-10}$  mind olyan számok, melyeket nagyon nehezen lehet megjegyezni, ennél fogva SORENSEN dán tudós ajánlatára e számok helyett általában ezeknek logaritmus értékeit 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:

$P_H = 3.5 - 4.5$	..... nagyon erősen savanyú
$P_H = 4.5 - 5.5$	..... erősen savanyú
$P_H = 5.5 - 6.0$	..... savanyú
$P_H = 6.0 - 6.8$	..... gyengén savanyú
$P_H = 6.8 - 7.2$	..... <b>neutrális</b>
$P_H = 7.2 - 8.0$	..... gyengén lúgos
$P_H = 8.0 - 8.5$	..... lúgos
$P_H = 8.5 - 9.5$	..... erősen lúgos
$P_H = 9.5 - 11.0$	..... nagyon erősen lúgos (sziksó kivirágzás).

Ezek a számok mértékül szolgálnak a talajok kémiai reakciója fokának megjelölésére. A  $P_H = 6.8 - 7.2$  számok jelentik a neutrális reakciót, a kisebb számok a savanyúsági fokokat, a nagyobbak a lúgossági fokokat.

A savanyúság azonban közönséges mértékkel mérve nagyon csekély; hogy a savanyúság mértékéről képet alkothassunk magunknak, sorozatba állítottam a hidrogén-ion koncentráció számainak megfelelő víz és ecet keverékeket és különböző szóda oldatokat.

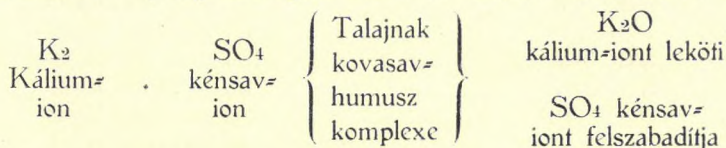
$P_H = 4$	megfelel olyan keveréknek, melyben:	100	1 vízben	2	dl ecet van.
$P_H = 5$	" " " "	100	" "	70	cm <sup>3</sup> " "
$P_H = 6$	" " " "	100	" "	30	" " "
$P_H = 7$	" " víznek	{	100	" "	0 " " "
			100	" "	0 " szóda "
$P_H = 8$	" " oldatnak	"	100	" "	7 cgr " "
$P_H = 9$	" " " "	"	100	" "	30 " " "
$P_H = 10$	" " " "	"	100	" "	1 gr " "

A savanyúság fokai rendkívül csekélyek; a  $P_H = 5$  jelzésű talaj ugyan olyan savanyú, hogy a lakmuspapírt rögtön megpirosítja, mégis savanyúsága közönséges mértékkel mérve rendkívül csekély, ilyen fokú savanyúságú vizet úgy készíthetünk, ha 100 liter desztillált vízbe beleöntünk 4 pálinkás pohár közönséges asztali ecetet. De a talaj baktériumok már ezt nagyon megérik, a nitrogénkötő azotobakter például ilyen savanyú talajban mind egy szálíg elpusztul. A baktériumok a lúgossággal szemben már nem olyan érzékenyek

\* 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.

$P_H = 9\frac{1}{2}$ -ig egészen jól megél a legtöbb fajta; csak a  $P_H = 9\frac{1}{2}$  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 talaj savanyúsági fokának meghatározására többféle módszerünk van. Egyik a hidrogén-ion koncentráció meghatározása. A másik módszer a savas talajoknak azt a képességét használja fel, mely szerint a neutrális sókat felbontják és a savat felszabadítják. A savas talajnak kolloidos állományú kóvasav—humusz-komplexuma megköti a sónak egyik alkatrészét, nevezetesen a bázist s a sav ilyen módon felszabadul. Pl. ha savanyú hatású talajra kénsavas kálit hintünk ki, akkor a talaj megköti a kálium-iont és a felszabaduló kénsav-ion pedig hidrogént köt le az oldatból és kénsavvá alakul át.



A talaj megköti a kálium-iont és felszabadítja a kénsav-iont, az utóbbi talajoldatból 2 H-t vesz fel és kénsavvá alakul. Az ily módon alakult kénsav mennyiségét meg lehet mérni. Amennyi kénsav felszabadult, annak megfelelő mennyiségű meszet kell adni a talajnak, hogy reakciója neutrális vagy közel neutrálissá váljék.

A harmadik módszer még egyszerűbb, nevezetesen a vizsgálandó talajból lemért mennyiséget összekeverjük vízzel s ebbe a keverékbe addig csöpögtetünk bele nátronlúgot, míg a keveréknek kémiai reakciója semlegessé nem válik. A nátrium mennyiségét arányba állítjuk a mésszel és ilyen módon könnyen kiszámíthatjuk a neutrálizáláshoz szükséges szénsavas mészmennyiségét.

A gyakorlatban azonban nem szükséges azt az összes mészmennyiséget kihinteni, amelyet a laboratóriumi próba mutatott; ilyen irányú kísérletek azt igazolják, hogy a savasság enyhítésére sokkal kevesebb is elegendő.

A kihintendő mészmennyiségét a talaj minőségéhez kell szabni. Az agyagtalaj neutrálizálásához több mész kell, mint a vályogtalaj neutrálizálásához, legkevesebb pedig a homoktalaj megjavításához. A számokat a gyakorlatban végzett kísérletnek eredményei határozták meg.

Budapest, 1929. január hó.