

# A TALAJ ANYAGAINAK BIOLÓGIAI KÖRFORGALMA KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A HUMUSZGAZDÁLKODÁSRA ÉS A MŰTRÁGYÁZÁSRA\*

GEORG MÜLLER  
akadémikus

Karl Marx Universitát, Leipzig

Mindazok az elemek, amelyek a biológiai körforgalomban részt vesznek, valamilyen módon a fel-, át- és leépítési folyamatok során, élő vagy elhalt növényi és állati eredetű szerves anyagokban realizálódnak. A körforgalmat a klorofillal rendelkező növények indítják be, melyek egyedül képesek a szerves anyagokból a nap sugárzó energiája segítségével szerves vegyületeket felépíteni. Ha a biológiai körforgalomba állati szervezet is bekapcsolódik, úgy ennek szerepe főleg átalakító jellegű lesz.

Hasonló feladatot töltenek be a mikroorganizmusok is, de ezeknél lényegesebb a leépítési folyamatokban játszott szerepük, mely szerint a főleg oxidációs jellegű leépítés folyamán mineralizálják a zöldnövények szintetikus anyagát. Ezáltal újból a növények számára nélkülözhetetlen szerves vegyületeket képeznek, egyidejűleg pedig szabadabbá teszik a szerves anyagban levő energiát, amely eredetileg a napsugarakból származik. A fiziológiai körforgalom két legfontosabb hatóereje tehát egyrészt a zöldnövények felépítéséhez szükséges napenergia, másrészt pedig a mikroorganizmusok leépítőtevékenységéhez szükséges oxigén.

Mind a szintetikus, mind pedig a mineralizációs folyamatokat döntően befolyásolják a növények rendelkezésére álló felvehető tápanyagok, valamint a mikrobiológiailag hasznosítható humuszanyagok mennyisége és minősége.

A növények rendelkezésére álló tápanyagok eredetük szerint származhatnak: *a)* a talaj biológiai és kémiai elmállásából, vagyis a kőzetek mineralizációjából, *b)* humusból, a mikroorganizmusok által az atmoszférából megkötött N vegyületekből, valamint a szerves és szerves trágákból, amelyek hasznosulását a talajművelési módok lényegesen befolyásolhatják.

A klimatikus tényezők kémiai és morfológiailag változtatják a termőhelyi adottságokat és azáltal befolyásolják az említett folyamatokat. A felsorolt tényezők komplikált egymásrahatása meghatározza a biológiai körforgalomban a folyamatok dinamikáját, valamint a bevont és keletkezett anyagok minőségét és mennyiségét.

\* Az előadás elhangzott az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetében 1967. április 7-én.



Az idők folyamán a különböző tényezők hatására más és más típusú termőhelyek keletkeztek, amelyek ennek megfelelően specifikus körmozgással rendelkeznek. Azt a tényt, hogy egy termőhelyen a vizsgálatok idején a talajban a fel-, vagy a leépítési folyamatok vannak-e túlsúlyban, a szerves anyagok gyarapodása vagy csökkenése mutatja meg.

Mind az élő, mind pedig az elhalt növényi és állati szerves anyagok, valamint a humuszanyagok állandó változáson mennek keresztül. Alapjában véve semmilyen szerves anyag sem állandó, mivel a legkisebb mennyiségben előforduló abszolút változatlan anyag kétséget kizáróan az élet keletkezése óta annyira felhalmozódott volna, hogy a föld felszínét ezen anyagoknak egy vastag rétege fedné be. Az viszont előfordulhat, hogy helyenként köztes anyagok, vagy jobban mondva átmeneti anyagok gyűlhetnek össze, amelyek azután megakadályozzák, vagy erősen befolyásolják az anyag körforgalmát. Ennek példája a lápok keletkezése.

Gyakran beszélnek a fel-, át- és leépítés egyensúlyáról, melynek következménye a talaj egyenletes humusztartalma lenne. A gyakorlatban egy ilyen egyensúly azonban csak látszólagos. Az organikus anyagok fel- és leépítésének sem a természetes, sem pedig a számított folyamata nem olyan kiegyensúlyozott, hogy a dinamikai különbségek elkerülhetők lennének.

Minél hosszabb ideig és minél intenzívebben műveljük a talajokat, annál inkább előtérbe kell, hogy kerüljön a talajtermékenység fenntartása és fokozása, annál nagyobb súllyal kell, hogy foglalkozzunk a biológiai körforgalommal, s ennek megfelelő intézkedéseket kell tennünk a gyakorlati gazdálkodásban a talajtermékenység irányítása érdekében. Pontosabban megfogalmazva: a mezőgazdasági termelés alapja a biológiai körforgalom.

A mező- és erdőgazdálkodás módszereinek összessége általában véve közvetlenül vagy közvetve hat az anyagok biológiai körforgalmára, mégis elsősorban a növénytermesztés, az állattartás és a trágyázás, valamint az ökonómiai tényezők azok, amelyek a fel- és leépítési folyamatokat, ezek szerint a humuszgazdálkodás kiindulópontját és végeredményét meghatározzák.

Ha röviden áttekintjük azon tényezőket, amelyek az organikus anyag fel-, le- és átépítésénél lényeges szerepet játszanak, láthatjuk, hogy a szokásos művelési módszerek csak kismértékben képesek a klimatikus tényezők sokkalta erősebb befolyását megváltoztatni.

Mindezeket szem előtt tartva a fő feladatunk az, hogy a tényezők figyelembevételével a legjobb gazdálkodási módszereket vezessük be. Így pl. egyazon hőmérsékleti, de különböző mennyiségű és eloszlású csapadékviszonyok közötti területen ugyanazon mennyiségű műtrágyától, a felhasználás mértékének megfelelően eltérő terméseredményeket várhatunk. Ésszerű talajhasznosításnál ezeket a tényezőket mind számításba kell vennünk, és ha pl. egy pótlólagos öntözés túl drágának tűnik, úgy egy esetleges műtrágyázást is mérlegelnünk kell, más szóval a rendelkezésre álló vízmennyiség arányában érdemes csak a



műtrágya adagokat fokoznunk. Lényegesen előnyösebbek a termelés azon tényezői, amelyek a talajtól, növénytől vagy a gazdálkodási módszerektől függenek.

Természetesen első feladat ebben az esetben is a helyzet felismerése. Más lehetőségekkel rendelkezünk, ha az említett tényezők kölcsönhatásának megfelelő ésszerű módszereket alkalmazunk.

Többek között figyelembe kell venni a homok-, agyag- és vályogtalajok fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait, illetőleg az egyes gabona-, kapás- és takarmánynövényfajták táplálkozásfiziológiai igényét, valamint az egyes élet-tani tényezőknek kölcsönhatását. Ezen alapismeretekre támaszkodva dönthetjük el, hogy milyen üzemtani és agrotechnikai módszert a legésszerűbb az adott viszonyok között a biológiai körforgalom érdekében alkalmazni.

A termelésnél egyenként és kölcsönösen ható tényezők, azaz a klíma-, a talaj-, a növény- és a művelési mód határozzák meg a biológiai körforgalomba bevont anyagok minőségét és mennyiségét.

Ezeknek a tényezőknek a nagy variabilitása alapján az idők folyamán minden egyes termőhelyen a specifikus anyagoknak változatos minősége jött létre, amelyek élő, vagy postmortális úton tovább növekedhetnek. Ha ilyen szempontból összehasonlítjuk az emberi tevékenység által még nem befolyásolt természetes talajokat a kultúrtalajokkal, úgy általában megállapítható, hogy a természetes talajok legtöbbször több, de minőségileg kevésbé értékes vitális (többéves növénytakaró) és postmortális (humusz) anyagot tartalmaznak és vontak be a körforgalomba, mint a kultúrtalajok. Az évi anyagnövelést, azaz a körforgás eredményét összehasonlítva a két különböző termőhely esetében a kultúrtalajok ismét előnyben vannak.

A mi legjobb kultúrtalajainkban, pl. egy intenzív kapásnövényeket termesztő üzemben, a szervesanyag-termelés egy szántóföldön évenként 8–10 tonna/ha szárazanyag (a tarló- és gyökérmaradványokkal együtt). Számításaink szerint az NDK-ban, ha az 1965-ös terméseredményeket vesszük alapul, országos átlagban az ennek megfelelő érték 7–8 t. Egy jó erdőterület többé-kevésbé analóg termőhelyi viszonyok mellett, évenként 4–6 t/ha szárazanyag-mennyiséget termel. Tehát a szántóföld kedvezőbb szárazanyag hozama az erdővel szemben csak a szárazabb termőhelyeken érvényesül (WECK 1955.) Ezen összehasonlításnál még figyelembe kell venni a szerves anyag lényeges minőségi különbségét.

A mezőgazdaságilag hasznosított talajok jobb terméseredménye tehát a helyes művelésben és nem a természetes adottságban rejlik.

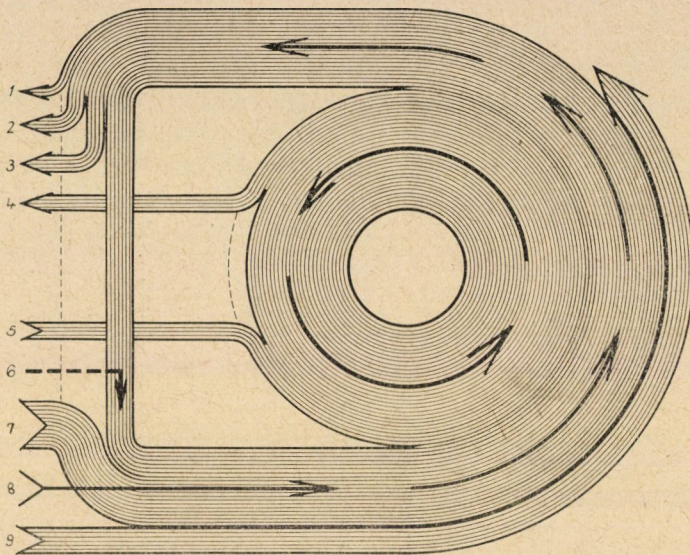
A következőkben vizsgáljuk meg ezeknél a talajoknál a biológiai körforgalom számottevő tényezőit, egy általam elgondolt sematikus ábra alapján.

Az 1. ábra bemutatja a biológiai körforgalomba bevont élő és elhalt szerves anyagokat a talaj felszínén és a talajban, illetőleg azokat, amelyek kimosódással vagy a betakarítással átmenetileg vagy végleg kikapcsolódnak,



valamint azokat az anyagokat, amelyek termésmenvelés érdekében a folyamatba bekerülnek. Egyben megkíséreltük, hogy a vonalvezetéssel az anyagkörforgás dinamikai karakterét is bemutassuk.

A szaggatott vonalak mutatják az elvont, de a rendszer zártsága érdekében pótolandó anyagok mennyiségét.



1. ábra. Az anyagok biológiai körforgalma mezőgazdaságilag művelt talajokban

a) Az anyagvesztés okai: 1. Terméstárolás 2. Táplálkozás, takarmányozás 3. Istállótrágya érlelés 4. Kimosódás és denitrifikáció

b) Anyagpótlás és -fokozás: 5. Tápanyag feltáródás és légköri N kötés 6. Szervestrágyázás 7. Műtrágyázás és légköri N kötés 8. A körfolyamat gyorsítása termésfokozással 9. Fokozott műtrágyázás

A körforgalom úgynevezett meggyorsítása (amiről később még részletelesen beszélünk) nyíllal van jelölve. Alapul véve a biológiai körforgás két főtenyezőjét, az egész körforgás probléma tehát két nagy csoportba osztható be; úgy mint az anyagvesztés, illetőleg anyagelvonás és az anyagútánpótlás, illetve anyagkibővítés csoportjába.

A termésbetakarítás és raktározás során létrejött anyagvesztés a tudomány és a modern technika minden elért eredménye ellenére még mindig igen nagy. HERMANN (1963) és QUAAS (1963) munkáit alapul véve a különböző terményeknél átlagosan a következő veszteségekkel kell számolni: zöldség és gyümölcs kb. 15–20%, burgonya 20%, cukorrépa 5–10%, takarmányrépa 25%, silótakarmány 3–15%. Ha 10%-os átlagértéket veszünk alapul, ez kb. megfelel a gyakorlati tapasztalatoknak. Ezek elsősorban mint légzési és mineralizációs veszteségek, melyek bakteriológiai, mikológiai, állati és raktári kár-



tevők, valamint feldolgozási hulladék révén jönnek létre. A terményeknek ez a mennyisége végleg kivonódik a körforgalomból és a mezőgazdasági termelés részére beláthatatlan ideig elvész.

Mindenekelőtt tisztában kell lennünk azzal, hogy mindennemű veszteség, mely a termények raktározásánál jön létre, csak műtrágya, talajmállás vagy a levegő N-jének megkötése útján pótolható és semmiesetre sem szerves trágyával, mivel a raktározási veszteségek maguk is szervesanyag veszteségek. Az anyagelvonás, mely az ember és állat táplálkozása alapján jön létre, ugyancsak lényeges, s a terméseredmény 45%-a, mint ahogyan ezt az 1. ábrán is láthatjuk.

Az ember és állat anyagcseréje csak azt az energiát veszi alapul, melyet eredetileg a növények kötöttek le. Az anyagcsere a növényi tápanyagok szervesen kötött elemeit átváltoztatja energiaszegényebb organikus vegyületekké, illetőleg ezeket tovább bontja anorganikus elemeire, míg végül mint tekintélyes mennyiségű exkrétumok szilárd, folyékony és gáz alakban kerülnek vissza a környezetbe. A gáz alakban leadott anyagok a biológiai körforgásban már nem vesznek részt. A fontosabb elemekből rendszerint az ammónia nitrogén az, amelyik ez úton elvész. De a legnagyobb anyagvesztéség azáltal jön létre, hogy az emberi és állati ürülék, valamint vizelet N-je a helytelen tárolás és kezelés miatt, nagyon sokszor pedig a mezőgazdaság számára teljesen el is vész. Csak kevés kilátás van arra, hogy lényegesen lecsökkentsük azokat a veszteségeket, amelyek az emberi és állati táplálkozás révén az egyes helyeken létrejönnek.

Amennyiben az emberek tömörülése a városokban és a mezőgazdaságban dolgozók csökkenése a falvakban továbbra is fokozódik, valamint ha tovább növekszik a mezőgazdasági üzemen kívüli állattartás — mely iránnyal a következő időben számolni kell — úgy ez a veszteség valószínűleg még emelkedni fog.

Mivel ezeknek a problémáknak a megoldása mind ez ideig nem sok sikerrel járt (gondolok itt elsősorban a szennyvíz és szemet értékesítésére), nem lesz érdektelen a jövőben újabb elgondolásokat és kutatásokat végezni. A trágya tárolásánál keletkező veszteségek is rendkívül lényegesek. Elsősorban az organikusán kötött C és N vegyületek azok, amelyek leginkább aerob, de részben anaerob (denitrifikáció) úton a trágyaérlelésnél gáz formájában szabaddá válnak, vagy a felesleges nedvességgel kimosódnak. Itt kb. 35%-os veszteséggel is számolhatunk. Számos érlelési és tárolási eljárás van, melyek azt a célt szolgálják, hogy a trágyaérlelés minél kedvezőbb legyen.

Az utóbbi évtizedekben az istállótrágya nyerésére, kezelésére és hasznosítására számos korszerű kísérletet folytattak le, melyekkel bebizonyították a korábban elterjedt, de nem helytálló felfogások tarthatatlanságát, ugyanakkor pedig újabb, a természettudományi kutatás eredményein nyugvó felfogások váltak ismertté. Fontos felismerést jelentett a friss trágya kedvező hatása a talajra és növényre, amelyet SCHMALFUSS (1963) bizonyított be. A friss trágyahatáshoz viszonyítva második helyen következik az anaerob úton betonsilóban érlelt trágya.



Csak harmadik és negyedik helyen áll a többé-kevésbé aerob érlelési eljárás, mint pl. a magasan rakott trágya és a Kranz-féle forró trágyakezelés.

Mondhatnánk, hogy a legveszteségmentesebb eljárás a friss trágyával történő trágyázás, amelynél az összes leépítési folyamat a talajban történik. Ez a legkedvezőbb és a gyakorlatnak legjobban ajánlható, ha a többi üzemi körülmények a trágyának a folyamatos kivitelét és hasznosítását megengedik.

Meglehetősen csekély veszteséggel kell számolnunk a gödörben anaerob viszonyok között érlelt és kezelt trágyánál, amelynek a hatása ugyancsak igen kedvező. Ennél az eljárásnál azonban a kiadások, pl. egy tárológödör építése és fenntartása magasabbak, mint az egyszerűbb trágyadombon vagy a forró trágyakezelésnél, továbbá ezek munkaigényesebb eljárások. A mezőgazdasági üzemnek ezek szerint — jelenleg és a jövőben is — nemcsak a trágya jobb hatását, hanem a trágyakezelés módszerét is figyelembe kell vennie.

Mivel a munkaerő-ellátottság az egyes üzemi ágak és a művelés intenzitása üzemenként különböző, érthető, hogy a legkedvezőbb istállótrágya raktározás és kezelési mód nem lehet mindenhol egyforma. Mi a termelőségkezeleteinknek jelenleg az úgynevezett „rakott trágya” kezelést ajánljuk.

Az istállótrágya- és humuszgazdálkodás jövőbeni fejlődését is tekintetbe kell venni. Jelenleg az a feladatunk, hogy az istállótrágya raktározási- és hasznosítási eljárása — amelyet a gazdaság alkalmaz — addig legyen folytatva, míg az üzem gazdasági helyzete egy további kedvezőbb eljárás bevezetését nem látja biztosítottnak.

Mivel a munkaerők száma a mezőgazdaságban a következő években továbbra is csökken, ezért több mint valószínű, hogy pár éven belül fel kell adni az istállótrágya úgynevezett „raktári” kezelését. A belterjes gazdálkodás további mechanizálása sem fogja megoldani ennek az eljárásnak nagy munkaigényét, s egyébként is több munkafolyamat csak részben oldható meg gépesítéssel. Ugyanakkor az egyes üzemek munkaerőviszonyait és mechanizálását figyelembe véve, az istállótrágya raktározása, a szalmatrágyázás és a hígtrágyázás újabb kísérleti eredményei mind nagyobb jelentőséget nyernek. Az a tény, hogy a friss trágya és a silótrágya (trágyagödörben anaerob viszonyok között érlelt trágya) a hatásukban az érett trágyánál előnyösebbek, a kombinált trágyázást (trágyázás hígtrágyával és szalmával közösen) a jövő szempontjából kedvező színben mutatja. Általában igazat kell adnunk LÁNG-nak (1966), aki megállapítja, hogy még nem alakult ki egy általánosan elismert eljárás az istállótrágyagazdálkodásban, mely a modern nagyüzemek részére alkalmas, kevés munkaerőt követel, valamint olcsón megoldható. Az NDK-ban azonban már kísérleti gazdaságok vannak, amelyekben az említett hígveles trágyázást jó eredménnyel alkalmazzák. Ennél a kombinált trágyázásnál a C-ben és a hígtrágya helyes tárolása esetén az N-ben is alig van veszteség.

A munkaerőszükségletet tekintve a hígtrágyagazdálkodás minden más istállótrágyakezelésnél előnyösebb, mivel az összes munkafolyamat tökélete-



sen gépesíthető. Az istállókban keletkezett vizelet, szilárd ürülék és öblítővíz egy trágyagödörben gyúlik össze, ahonnan egy erre megfelelő szállítóeszközzel a szántóföldre viszik. A szalmaszegény, illetőleg a szalmanéklü állattartás sok országban az utolsó évtizedben állandóan növekedett. Már számos üzem áttért erre a trágyázási eljárásra, jóllehet, a hítrágya gazdálkodás számos problémája még átfogó tudományos kutatásra vár.

Biztos azonban, hogy az a régi felfogás, mely szerint az érlelési veszteségek-nél egy „produktív” veszteségről van szó, nem helytálló. Azok a veszteségek, melyek a talajban kimosódással, erózióval és denitrifikációval keletkeznek, nagymértékben az edafikus és klimatikus tényezők-ből tevődnek össze.

A veszteségeknél elsősorban anorganikus vegyületekről van szó, melyek a növényfiziológia szempontjából különösen jelentősek. Ezek, amint az 1. ábra is mutatja, a talajból közvetlenül kivonódnak. A kimosódás elsősorban az anorganikus nitrogén (különösen nitrátokat) kálium- és kalcium-vegyületeket, kisebb mértékben pedig foszforvegyületeket valamint a szerves vegyületeket érinti. Közép-európai viszonyok között lefolytatott újabb kísérletek adatai szerint évi átlagban 30—40 kg nitrogén és 20—40 kg káliumvesztést mutattak ki hektáronként.

Ezek az értékek, melyeket SCHÄFFER és SCHACHTSCHABEL (1960), valamint PFAFF és GERLACH kb. egyenlőeknek talált, lényegesen magasabbak, mint SCHARRER által (1955) meghatározott adatok.

A mézvesztés igen változó. Átlagosan kb. 40 kg CaO mosódik ki évenként egy száraz évben, és több, mint 400 kg olyan években, melyeknek a tele igen csapadékos, pl. a mi körülményeink között.

Azok a nitrogénvesztések, melyek denitrifikációból származnak, csak nehezen határozhatók meg. Jól átszellőzött morzsalékos talajon a veszteség valószínűleg igen csekély, mivel a denitrifikáció anaerob talajmikrobiológiai folyamat. Számításaink szerint a denitrifikáció által keletkezett nitrogénvesztések kb. 10 kg/ha tehetőek.

Ha az erősen kötött talajokon is megfelelő talajműveléssel állandó jó átszellőztetésről gondoskodunk, akkor ezzel a denitrifikációt is lecsökkenthetjük.

Szeretnék a dolgok reális mérlegelése érdekében rámutatni azon anyagokra, amelyek a mezőgazdaságilag hasznosított területeken a tárolásból, élelmezésből, az istállótrágyázás után kimosódással, erózióval és denitrifikációval elvonódnak, s az anyag biológiai körforgásában lényeges szerepet játszanak. Egyben pedig kihangsúlyozni azokat a feladatokat, amelyeket az anyagképzés fenntartásának érdekében kell tennünk.

LÁNG (1966) számításai alapján Magyarországon a jelenlegi szántóterület és a terméseredmények figyelembevételével a mezőgazdasági üzemből a növények által szintetizált szerves anyagoknak (belevéve a gyökér- és tarlómaradványokat) kb. 80%-a marad vissza. Az NDK-ban ez a szám magasnak



tekinthető, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a minőségileg értékesebb anyagok (pl. gabona, hús és a tej) hagyják el az üzemet.

Nálunk az ismételt termésanalizálási tapasztalatok, valamint az 1964, 65 és 66-os statisztikai évkönyv adatai alapján megállapítható, hogy közép-európai talaj- és klímakörülmények között, közepes intenzitású talajműveléssel évenként átlagosan 60 q szárazanyagtermelés várható hektáronként. Ezekben a számokban beleértendő a háztartásban visszamaradt anyagok is. LÁNG (1966) magyar viszonyok között 43 q/ha szárazanyagtermelést mutat ki. Ha ebből az irányszámból (60 q szárazanyag termelés/ha) indulunk ki, úgy 6 q szárazanyagmennyiségnek megfelelő raktári veszteséggel számolhatunk. Az a veszteség, mely az élelmezésből jön létre, kb. 45%, amely megfelel 27 q szárazanyagnak. Ha ezt a mennyiséget az 54 q-ból levonjuk, akkor egy értéket kapunk, amely az istállótrágya kiindulási mennyiségének felel meg.

Ha SCHMALFUSS kísérleti eredményeinek megfelelően egy 35%-os érlelési veszteséggel számolunk, úgy 17,5 q szárazanyagmennyiség marad meg, illetőleg 70 q friss trágyaanyag, amely az eredeti termésmennyiség 29%-a. Ez szerves trágya formájában visszaadható a talajnak. Ez ténylegesen az a mennyiség, amely országos átlagban a mezőgazdasági üzemeknek ha-ként és évenként általában a rendelkezésére áll. Ezt az alacsony visszapótlást csak a veszteségek csökkenésével fokozhatjuk. A mezőgazdasági üzemek szempontjából a lehetőségek azonban igen korlátozottak.

A termelőszövetkezeteknek és állami gazdaságoknak csak az üzemen belüli raktározási és élelmezési veszteségekre van közvetlen befolyásuk és ez a mennyiség csak egy töredéke annak, ami az elhasználási centrumokban a mezőgazdaságon kívül elvész.

Ezek szerint a mezőgazdasági üzemekben leginkább az istállótrágya veszteségek lecsökkentésével lehet kedvező eredményt elérni a humuszgazdálkodásban.

Az anyagpótlás és ennek kibővítése adnak egyedül lehetőséget ahhoz, hogy a biológiai körforgásban fellépő anyagveszteségeket ismét pótoljuk, sőt ezeket kibővítsük.

Továbbiakban azoknál a tényezőknél — amelyek az organikus anyagképzés előfeltételei — úgy járok el, hogy minden említett anyagvesztés-tényezőnek egy úgynevezett anyagpótló, illetőleg anyagkibővítő tényezőt állítok szembe, hogy ezáltal egyszerűbben mutathassak rá a körforgás összefüggésére. Természetesen tisztában vagyok azzal, hogy folyamatos átmenetek és kölcsönhatások is vannak, melyek az ábrázolásban nincsenek figyelembe véve. (1. ábra.)

Az ember által nem befolyásolt természetben, ahol az anyag-, illetőleg a tápanyagvesztés legtöbbször igen csekély, ott minden veszteség a kőzetek és talajképző ásványok elmállása, valamint a levegő nitrogénjének mikroorganizmusok segítségével történő pótlása útján jön létre.



A talaj szerves anyaga, más szóval a humusz, ebben az esetben kiegyenlítően hat, mivel egy tápanyagbőséges időben humuszgyarapodás, tápanyaghiány esetén pedig egy humuszcsökkenés következik be.

Már korábban rámutattam arra, hogy a kultúrtalajokon az anyagveszteségek túl magasak ahhoz, hogy az elmállásból és a helyi nitrogénkötésből pótolhatók lennének. Általában egy közepes nitrogénveszteséget alapul véve, kimosás és erózió által 35 kg, denitrifikáció által 10 kg, tehát összesen 45 kg/ha a nitrogénveszteség. A nitrogénpótlás pedig a csapadékvíz által 5 kg, mikrobiológiai aktivitás következtében évenként 10 kg, vadon termő és négyévenkénti pillangós növény vetés esetén az ezekkel szimbiózisban élő mikroorganizmusok által 30 kg, összesen tehát kb. 45 kilogrammot tesz ki. A káliumkimosódások és a kálifeltárás elmállással, vályog és agyag talajokon kb. egyensúlyban állnak, amint ezt saját biokémiai kísérleteink kimutatták. Homoktalajokon a magas kimosódás és csekély mértékű feltárás miatt a káliveszteségek nem fedeződnek teljes mértékben.

Ahogy a kísérleteink [MÜLLER és FÖRSTER (1964, 1966)] mutatják, a talajásványok elmállása messzemenően egy biokémiailag indukált folyamat. Ezekben a folyamatokban talajmikroorganizmusok játszanak döntő szerepet.

Kémiailag könnyebben feltáródhatnak a szilíciumszegényebb ásványok. Kísérleteinkben az ortoklásznál és az oligoklásznál tapasztaltunk nagyobb káliumutánpótló képességet.

A levegő nitrogénkötésénél a nem szimbiózisban, hanem a talajban szabadon élő mikroorganizmusok közül elsősorban az *Azotobacter* és *Clostridium* fajok ismertek. Ezen organizmusok aktivitása elsősorban a talajban előforduló könnyen értékesíthető szénvegyületek mennyiségétől függ. A légköri nitrogénkötés fokozása alacsony molekulájú szénvegyületek hozzáadásával nem volt rentábilis.

A szervestrágyázás egyik legfontosabb talajművelési folyamat a mezőgazdaságilag használt területek biológiai körforgásában. Ahogy az 1. ábra is mutatja, ezalatt mindazon szervesanyagnak a talajba történő visszapótlását értjük, mely a veszteségek és a gazdasági felhasználás után az összproduktumból megmarad.

A talajba visszajuttatott organikus anyagok legnagyobb részét az istállótrágya teszi ki. Az istállótrágya elsősorban mikrobiológiailag viszonylag könnyen értékesíthető, a növény növekedésére fiziológiailag stimulálóan ható, s többé-kevésbé tápanyaggazdag szerves anyag. Az istállótrágyában a tartós humuszanyagok — megfelelően irányított érlelésnél — csak kis mennyiségben fordulnak elő.

Ma már tudjuk, hogy a szorpció — a talajszerkezet — és az egyenletes tápanyag ellátás szempontjából oly értékes humuszanyagok a talajban és nem pedig a trágyaérlelésnél képződnek. Ismert az is, hogy nem annyira az istállótrágya minősége, mint az edafikus tényezők behatása a mértékadó. Így pl.



minőségileg másodrendű szalma vagy tiszta glükóz talajba vitelével az ott levő ásványi nitrogénnel számottevő mennyiségű huminsav alakulhat ki. [FREYTAG (1966)].

Az istállótrágyának a talajra és a növény növekedésére oly kedvező hatása van, mely tulajdonságainál fogva pótolhatatlanná teszik az istállótrágyát a biológiai körforgásban.

A tápanyagutánpótlási képességet a trágyában levő tápanyag mennyisége és a mikrobiológiailag történő mineralizációs és humifikációs folyamatok befolyásolják. Az istállótrágyánál — a műtrágyával szemben — a növények tápanyagutánpótlása folyamatos és egyenletes. Az istállótrágya tápanyagszolgáltató képessége több éven át jut érvényre. Az összetartalomtól 25—30% N, 25—35%  $P_2O_5$  és 45—70%  $K_2O$  válhat szabaddá, illetve válhat hasznosíthatóvá.

Ismeretes, többek között, SELKE (1965) eredménye, mely szerint az istállótrágya hatása a műtrágyával kombinálva lényegesen növelhető. Ennek a felismerésnek a fokozottabb trágyaadagolásnál van nagy jelentősége. Egy magasán rakott trágyakazal az érési folyamat végén [RÜBENSAM, RAUHE (1964)] általában a következő tápanyagmennyiséggel rendelkezik: 100 q-ként 45 kg N, 20 kg  $P_2O_5$  és 55 kg  $K_2O$ . A tápanyagarány: (N : P : K) 1 : 0,4 : 1,3. Mi jelenleg a következő tápanyagra törekszünk: 1 : 0,9 : 1,4. Az istállótrágyában tehát a táparány nem előnyös, mindenekelőtt túl kevés foszfort tartalmaz, melyet mindenesetre műtrágyával kell pótolni. Igen előnyös azonban az, hogy az istállótrágya az összes nyomelemet tartalmazza. Még kedvezőtlenebb a gazdaságból származó trágyalé táparányviszonya, 1,0 : 0,1 : 2,2.

Jó szellőzőttőségű és vízgazdálkodású talajokban, mint pl. a homoktalajokon, elsősorban a mineralizáció, a csernozjom- és vályogtalajok fakultatív anaerob feltételei között a humifikáció, az agyag és rossz vízgazdálkodású talajokban, főleg anaerob viszonyok között a rothadási folyamatok jutnak érvényre.

Megfelelő kultúrtechnikával, így elsősorban helyes talajműveléssel és növénytermesztéssel ezeket az említett folyamatokat célszerűen befolyásolhatjuk. [MÜLLER (1965)].

Ezen kombinált trágyázás kedvező hatása mindenekelőtt a kétféle trágya egymást kiegészítő hatásában kereshető. Az istállótrágya a műtrágyában hiányzó nyomelemeket tartalmazza, a műtrágya pedig az istállótrágya kedvezőtlen tápanyagarányát egészíti ki. Másrészt a talajélet tápanyagellátottsága is jobb lesz, az istállótrágyával bevitt stimuláló anyagokon és a jelenlevő műtrágyákon keresztül, mely kombináció végső soron a talaj intenzívebb tápanyagfeltáródását eredményezi.

A szalmával való trágyázás jelentősége a jövőben nőni fog. A szalma-trágyázásnál a sokszor megfigyelt kedvezőtlen (túl tág C : N arány által létrejött) nitrogén biológiai lekötésének problémája több éves szabadföldi- és edénykísérletekkel megoldást nyert. Így a szalmatrágyázás ma a szervestrágya



ellátásnak egy fontos kiegészítését jelenti. Szerintem igen értékesek SCHMALFUSS és KOLBE (1959) ez irányú kísérleti eredményei, melyek kimutatják, hogy az évenként megismételt 5 t hektáronkénti szalmatrágyázásnál csak az első 5 évben következik be a nitrogén biológiai lekötése és ebben az időben is csak akkor, ha egy kiegészítő kb. 30—35 kg/ha nitrogéntrágyázás elmarad.

Ha tekintetbe vesszük azokat a műtrágyamennyiségeket, amelyek a jövőben alkalmazásra kerülnek, úgy még egy igen nagymértékű szalmatrágyázással sem következhet be átmeneti biológiai N lekötés. Sőt még azzal lehet számolni — és erre több kísérleti eredmény mutat rá —, hogy egy gazdag N kínálat nemcsak a szalma mineralizálását serkenti, hanem magasértékű humuszanyagok keletkezését is növeli. [FLAIG (1960)]. A talajmorzsa keletkezését és stabilizálását nemcsak az istállótrágya és a zöldtrágya eredményezi, hanem a szalmatrágyázás is, és így javítja a talaj levegő- és vízgazdálkodását.

Az a felfogásom, hogy a jövőben a szalma- és hígtrágya lehetőleg együttes bemunkálását kell megoldanunk. A hígtrágya nagy N-tartalma biztosan hasonló befolyással van a szalma kedvezőtlen C : N viszonyára, mint a N-műtrágya. Ha a hígtrágya túl gyors hatása sokszor kedvezőtlené válna, úgy a hígtrágya és szalma kombináció egy lassúbb folyamatot eredményez a kívánt humifikálásnál és a tartós humusz képzésnél.

A mezőgazdasági kutatás elsőrangú feladata kivizsgálni a hígtrágya és szalma együttes hatását a humuszgazdálkodásra, valamint a növénytáplálkozásra.

Az általunk bevezetett komplex kísérletekben a táphumusz leépítésének, a tartós humusz felépítésének mennyiségi és minőségi jellege, a kultúrnövények tápanyagutánpótlás és termésképzésének dinamikája, a hígtrágya tárolásának és megfelelő időben történő kiszállítása, a szalmával történő összekeverés és a talajbamunkálás folyamatainak módszerei, valamint higiéniai kérdései állnak az előtérben.

Igen valószínű, hogy hígtrágyával vagy ennek szalmával való keverése esetén a talajélet formaspektruma részben megváltozik, de ezek a változások nem kell, hogy negatívek legyenek, mint azt FRANZ gondolja. A friss trágyával való trágyázás megváltoztatja a talajéletet a trágya minőségének megfelelő specifikussággal, anélkül azonban, hogy ez a talajra vagy a növényre hátrányos lenne.

A zöldtrágyázást csak azért számítom a szerves trágyázáshoz, mert a pillangósok révén a levegő nitrogénkötése útján pótlólagos N kerül az anyag biológiai körforgalmába.

Máskülönbén a zöldtrágyázás egy kultúrtechnikai eljárás, mely a körforgalom révén illetőleg ennek gyorsítása révén, az anyagtermelés növeléséhez járul hozzá, amint azt később látni fogjuk.

Visszatekintve az elmondottakra, megállapíthatjuk, hogy azok az anyagvesztések, amelyek a termésraktározásnál, az emberi és állati élelmezésnél,



az istállótrágya érlelésnél, valamint a kimosásnál, erózióznál és denitrifikációnál a talajban keletkeznek, nem pótolhatók teljes mértékben kizárólag istállótrágyával.

Meg kell állapítanunk, hogy ezeket a veszteségeket olyan alacsonyan kell, hogy tartsuk, amint csak lehetséges, s ezáltal a visszaszármasztott anyagmennyiséget, amely a szerves trágyázás során rendelkezésre áll, ok nélkül ne csökkentjük vagy ne pazaroljuk el. Az el nem kerülhető veszteségek pótlására a talajmállás és a mikroorganizmusok légköri N-kötése nem elegendő, így ennek fedezése csak a műtrágya és a gumóbaktériumok segítségével történő légköri nitrogénkötés által lehetséges. Ez az egyedüli mód arra, hogy intenzíven használt mezőgazdasági talajokon az anyag biológiai körforgalmát fenntartsuk.

A terméseredmények folyamatos fokozása az utolsó évszázadban sem Japánban, sem pedig Dániában és Hollandiában vagy nálunk nem lett volna elérhető, ha a veszteségeket nem pótolták volna vissza az előbb említett módon.

Az I. táblázathoz hasonlóan, ahol a szárazanyag kalkulációt mutattuk ki, a II. táblázatban a legfontosabb tápelemek veszteségét és visszajuttatását mutatom be.

### I. Táblázat

A biológiai körforgalomban résztvevő anyagmennyiségek- és veszteségek

Megnevezés	Termés mennyiség	Tárolási	Táplálási	Istállótrágya erjesztési	
				veszteségek	
Szárazanyag q/ha/év .....	60,0	6,0	27,0	9,5	17,5
Veszteség a termésmennyiség %-ában		10,0	45,0	16,0	29,0
Veszteség a vonatkoztatási alap* %-ában .....		10,0	50,0	35,0	

\* Termésmennyiség a már beszámított veszteségek levonása után.

Először azokat a tápanyagokat vesszük figyelembe, amelyeket a termés tartalmaz. Azután következnek azok, melyek az istállótrágyában és a vizeletben megmaradtak és azok, amelyek raktározással, élelmezéssel, istállótrágya érlelésnél, valamint kimosódással erózió útján és denitrifikációval elvesztek.

A három utolsó tényező vesztesége kiegyenlítődik, ezért ezeket a további számításainkban már nem vesszük figyelembe. A raktározási, élelmezési és trágyaérlelési veszteségek levonása után kapjuk az összveszteségeket, melyet pótolni kell.

A talajművelés és növénytermesztés jelenlegi fokán az évenkénti pótolandó mennyiség nitrogénnél 38,4, foszfornál 26,2, káliumnál 51,5 és kalciumnál 220 kg/ha a mezőgazdaságilag hasznosított területen, ha a növény számára



fel nem vehető foszfort, valamint a fixált káliumot nem vesszük figyelembe. Ezzel szemben az NDK-ban az évi átlagos műtrágyafelhasználás 1964-ben N: 48,3 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 41,3 kg, K<sub>2</sub>O: 85,2 kg és CaO: 183,4 kg/ha mezőgazdaságilag használt területen. Figyelembe véve bizonyos mértékű N és P lekötést is, a veszteségek a műtrágyával visszapótlódtak. A káliumnál viszont még, ha a lekötődést is tekintetbe vesszük, a mostani intenzitásnál egy túladagolást hajtunk végre.

## II. Táblázat

Tápanyagveszteségek- és visszapótlások, ha/év

Megnevezés	Nitrogén (N)		Foszfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Kálium (K <sub>2</sub> O)	
	%	kg	%	kg	%	kg
60,0 q termés által a talajból kivont tápanyagmennyiség, átlag .....	1,29	77,4	0,68	40,8	1,77	106,2
Visszapótlott tápanyagmennyiség, 17,5 q istállótrágya-szárazanyagban (70 q erjesztett istállótrágya) .....	0,45	31,5	0,20	14,0	0,55	38,5
Trágyalében visszapótlott tápanyagmennyiség, 0,7 számossal/ha .....	0,25	7,5	0,02	0,6	0,54	16,2
Tárolás, táplálkozás, istállótrágyaerjesztés során bekövetkező tápanyagvesztés .....	—	45,9	—	26,8	—	67,7
Kimosódás, erózió, denitrifikáció által okozott tápanyagvesztés .....	—	45,0*	—	—	—	30,0
Összes veszteség .....	—	38,4	—	26,2	—	51,5
Műtrágyafelhasználás kg/ha (1964) .....	—	48,3	—	41,3	—	85,2

\* Ezek a veszteségek a mikrobiológiai N-kötés és a talajásványok biokémiai elbomlása során kiegyenlítődnek. A visszapótlandó mennyiségek kiszámításánál ezért nem vesszük figyelembe.

A nagy káliraktározó képességgel rendelkező talajoknál, tehát az agyag és vályog talajokon ez kevésbé káros, mint a szorpciószegény homokon, ahol a káliumkimosás igen nagymértékű.

A nitrogén pótlására a vetésforgó keretén belül még lehetőségünk van a pillangósok termelésével.

A mikroorganizmusok légköri nitrogénkötése és a N-műtrágyázás egymással összefügg. Nem elégséges műtrágyaellátásnál a pillangósok által sok, jó műtrágyaellátás esetén pedig kevés lesz a levegőből lekötött nitrogén. A nitrogén megkötése azonban az egyes pillangósoknál más és más. Így egy jó lucernaállománytól kb. 250, vörösherétől 150, borsótól 60 kg nitrogén lekötést várhatunk évenként és hektáronként. Az NDK-ban még nincs teljes mértékben kihasználva a lehetőség a levegő nitrogénjének lekötése terén, pl. vetőmagoltás segítségével. MÜLLER, HIKISCH (1966).

A biológiai körforgás anyagvesztése csak akkor pótolható műtrágya révén teljes sikerrel, ha 1. a trágyaféleségek hatóképessége, 2. a termőhely



talajtani tulajdonságai, 3. a növény élettana és tápláló anyagigénye ismert és azt számításba vesszük.

Megfelelő talajművelés, növénytermesztés, öntözés, vízlecsapolás, trágyraktározás és trágyázási módszer a trágyázás eredményét még fokozhatja.

Még, ha mindezen követelményeket teljesítettük is, úgy a műtrágyázás és a szimbiotikus légköri nitrogénkötés csak egy mennyiségileg nem csökkentett anyagkörforgást biztosít, de további anyagkibővítést vagy bevonást a biológiai körforgásba ezzel még nem értünk el.

A szocialista termelés alapvető kötelessége a lakosság életszínvonalának emelése. Ennek érdekében tehát az anyagok biológiai körforgását a mezőgazdaságilag használt területeken célszerűen növelni kell.

E követelés teljesítésének egyik útja az átalakulás meggyorsítása. Ennél egyszerűen úgy járunk el, hogy egy kérdéses termőhelyen a fel-, át-, és le-, valamint újrafelépítés folyamatát a biológiai körforgásban meggyorsítjuk, és végül is így nagyobb anyagmennyiségek termelődnek, illetve állítódhatnak elő.

De ez azt is jelenti, hogy mindazok a tápanyagok, amelyek a körforgásban részt vettek, rövidebb rotációs időt, és ezáltal egy nagyobb produktivitást érnek el. Ennek a jelentősége a gazdaságban abban mutatkozik meg, hogy ugyanazon tápelemek értékesíthető terméké váló átalakulása többször megismétlődik. A körfolyamat gyorsításának legegyszerűbb módja a nagy termés-hozamú növények arányának növelése a vetésforgóban. Ezt a célt szolgálják a másod-, alj- és tarlóvetések, valamint a téli köztesvetések kibővítése.

A szántóföldi takarmánynövény-termesztésben, valamint a rét- és legelőgazdaságban a terméseredmények a köztes vetésekkel, a kaszálások számának növelésével és az állomány megfelelő időben történő aratásával lényegesen fokozhatók. A körfolyamat gyorsítása csak akkor jár sikerrel, ha a növénytermesztés a talajművelés módszereivel célszerűen kombinálódik. Mindenekelőtt az utóbbi időben kipróbált mély- és meliorizációs talajművelés az, amely a természetátlékok feltárásánál értékes segítséget jelentenek.

További tartalékok rejlenek még a megfelelő időben végzett, talajszerkezetet kímélő vetési és művelési eljárásokban. Mélyen gyökerező és nitrogénkötő pillangósok termesztésének kibővítésével is fokozható még a szervesanyag termelése.

A magyar humuszgazdálkodás keretén belül a pillangósok, különösen a lucerna, vöröshere termelésének fontosságára KEMENESY (1956) és LÁNG (1966) mutatnak rá, amennyiben a pillangósok nagy anyagegység-értékére hívják fel a figyelmet.

A körfolyamat-gyorsítás irányításánál a talaj humusztartalmának ésszerű hasznosítása is nagy fontossággal rendelkezik. Ahogyan korábban részletes munkámban már bebizonyítottam [MÜLLER (1965)], a humuszgazdálkodásnak nemcsak az a feladata, hogy a talajt elegendő táp- és tartóhumusszal lássa el



(hogy ezáltal a talajszerkezetet, a víz- és szorpciós kapacitást javítsa), hanem egyidejűleg arról is gondoskodni kell, hogy a talajban az átalakulási folyamatok minél gyorsabban menjenek végre és a humuszállományból a mineralizáció segítségével elegendő tápanyag álljon a kultúrnövények rendelkezésére. A stabil humuszanyagok értékelésénél nem szabad félrevezessen bennünket az a tény, hogy a humuszgazdálkodás lényege annak nem stabilizációjában, hanem dinamikájában rejlik. Nem a szervesanyag növelése, hanem sokkal inkább a humuszanyagok növekedése és leépítése közötti megfelelő arány biztosítása a lényeges és ez az ismertetőjele egy jó talajgazdálkodásnak. Ha egy területen hosszabb időn át maximális terméseredményeket akarunk elérni, úgy elkerülhetetlen lesz, hogy komolyan foglalkozunk a humuszmérleg vagyis a humusztartalom, a humuszpótlás és a humuszfelhasználás kérdéseivel.

Amennyiben nagy terméseredményeket akarunk elérni, úgy az összes gazdálkodási módszereinknek az e célt szolgáló optimális humuszállapotot kell biztosítani. WELTO (1955) a talaj humusztartalmát különböző leépítési intenzitás mellett mutatta ki, és összehasonlította azt a humuszszükségletet, mely a kiindulási mennyiség fenntartásához szükséges, azzal a humuszpótlási mennyiséggel, amely intenzív talajművelésnél kívánatos.

Egy mezőgazdasági üzemben a talaj optimális humusztartalma ugyanolyan ismert kell, hogy legyen, mint pl. a tápanyagellátás. Mivel azonban a humusztartalom és a humuszleépítés meghatározása nagy módszertani nehézségbe ütközik és a talajművelési módszerek befolyása ezekre a tényezőkre még nem eléggé tisztázott, ezért ennek meghatározása a gyakorlati mezőgazdaságban nagy akadályokba ütközik. Az egyes humuszháztartás kialakulásánál szerepet játszó tényezők kölcsönös és egymásra hatását újabban NEHRING és WIESEMÜLLER (1966) kísérletei ismertetik. Ebben a meszezés, az NPK trágyázás és a humuszminőség kölcsönhatását veszik elemzés alá.

Az általam vezetett komplex kutatótémán belül a mineralizációs és humifikációs folyamatok befolyását a talajmikrobiológiai dinamikára gyakorolt hatásának figyelembevételével több ilyen kérdést vizsgálunk. Az anorganikus talajrészekből kiinduló szorpciós-, kiválási-, feloldási folyamatok is befolyásolják a tápanyag rendelkezésre bocsátásának dinamikáját és ezáltal az anyagképzést.

Így pl. a foszfor túl magas vagy túl alacsony talajreakciónál, a kálium túl nagy csillámszerű agyagásványtartalomnál a növény számára felvehetlenné válik. A biológiai körforgás meggyorsítása annyit jelent, hogy a talajmikrobiológiai folyamatok aktiválódnak, a talajbiokémiai málási folyamatok növekednek és a talajásványokból történő feltárási folyamatok is erősödnek. Továbbá azt is jelenti, hogy a talajt a növény gyökerei jobban átszövik, a vegetációs szünetek pedig megrövidülnek. A kimosódás, erózió és denitrifikáció ugyancsak lecsökken. Az anyagkörforgás kibővítése a körforgalom gyorsításával csak akkor mutat igazi eredményt, ha az általa elért magasabb telje-



sítmény a termőhely termőpotenciáját jobban kihasználja anélkül, hogy kívülről bevitt mesterséges tápanyagellátással növelnék a terméseredményeket.

Ha a körforgalom-gyorsítás intenzíválása a gazdálkodás állandó módszérévé válik, úgy ezzel elkerülhetetlenül az anyagveszteségek is fokozódnak, vagyis a tápanyagveszteségek a raktározással, táplálással és istállótrágya tárolással hasonlóan növekednek. Az anyagveszteség pótlásához szükséges műtrágyamennyiségek, melyet minden mezőgazdasági üzemben legalább a fő tápanyagokra vonatkozóan gondosan meg kell határozni, mennyiségben nem egyenlők a körforgalom gyorsításával elért többtermés mennyiségével, mivel még talajtartalékokat is számításba kell vennünk.

Ha olyan állapot áll be, melynél egy pótlólagos többtermés már csak egyenlő mennyiségű tápanyaggal érhető el, úgy a biológiai körforgás további kibővítésének lehetősége körforgás gyorsítással már messzemenően ki van merítve és egy további javítás már csak a tápanyagok teljes pótlásával, elsősorban a N, P, K, Ca és Mg trágyázással biztosítható. (Az 1. ábrán ez a folyamat ugyancsak fel van tüntetve.)

Az anyagtermelés kibővítése pótlólagos műtrágyázással a mezőgazdaságban már több mint száz éve nagy sikerrel jár. Az ezzel elérhető eredmények határai azonban egyelőre még fel nem ismerhetők.

Tudjuk, hogy a műtrágyák növekvő mennyiségének felhasználása, különösen pedig a nitrogénadagok fokozása, világviszonylatban állandóan emelkedik. KUNDLER (1966) számításai alapján világviszonylatban a műtrágyafelhasználás 1975-ig megkétszereződik, 2000-ig pedig valószínűleg meghatszorzódik.

Az NDK-ban is állandóan fokozzuk a műtrágyafelhasználást, amely a háború előtti viszonyokhoz képest, ma már több mint a kétszeresére emelkedett. Ennek megfelelően a terméseredmények is növekedtek 25-ről 36 gabonaegységre/ha.; tehát 40%-al. Ha figyelembe vesszük, hogy ez a termésnövekedés nemcsak egyedül a nagyobb trágyafelhasználásnak köszönhető, úgy ezt az értéket 50%-ra becsülhetjük.

Mi a jövőben további emelkedő műtrágyafelhasználást tervezünk. Ezek szerint már 1970-ig 250 kg, 1980-ig 310 kg/ha hatóanyagot, ebből 80, illetőleg 120 kg nitrogént akarunk felhasználni.

Ezek a tervek azonban nemcsak egy fokozottabb trágyautánpótlás problémáját jelentik, hanem ezzel egyidőben újabb problémák lépnek fel, melyek csak a növénytermesztés és trágyázás helyes kooperálása útján oldhatók meg. Így pl. részben meg kell változtatni azt a felfogást, hogy a növénytermesztést csak a korlátozott mennyiségben rendelkezésre álló műtrágyától tegyük függővé. Sokkal inkább lényeges a jövőben annak a feladatnak a megoldása, hogy olyan művelési módszereket vezessünk be, melyek a magas műtrágyamennyiségek lehető legjobb kihasználását biztosítják.

A racionális gazdálkodás megoldásának elsőrendű problémája a felhasz-



nálásra kerülő műtrágya optimális mennyiségének és az arányának megállapítása. Számításokkal kimutatták, hogy pl. az NDK-ban átlagos klíma- és talajviszonyok között jelenleg még a következő nitrogén műtrágya mennyiségek felhasználása rentábilis: cukorrépa termesztésnél 160 kg-ig, burgonya és családmádénál 120 kg-ig, őszi gabonáknál 90 kg-ig.

Ha nem a kapott termés összmennyiségét, hanem a termés minőségét, pl. fehérjehozamát vesszük alapul, úgy a határértékek még magasabbak lesznek.

A trágya helyes ökonómiai és fiziológiai alkalmazása érdekében nagy jelentőségű az optimális tápanyagarány ismerete. Világviszonylatban ez 1 : 1,1 : 1. Ez még esökkenni fog 1970-ig a következőképpen: 1 : 0,7 : 0,6-ig.

Az optimális pH viszonyok létrehozására és fenntartására ugyancsak nagy figyelmet kell fordítani. Ennek fontossága azért is nő, mivel a növény fiziológiai teljesítménye, a trágyaféleségek hatásfoka, valamint a talajszerkezet kialakulása ettől nagymértékben függ.

Homoktalajoknál, ahol a magnéziumhiány egyre fokozódik, a nagy terméseredmények biztosítása érdekében évi 20–40 kg/ha MgO-t kell adnunk.

Ezenkívül a növénytermesztés intenzívitásának további fokozása megfelelő nyomelemtrágyázást is megkövetel. Elsősorban munkaszervezési szempontokat figyelembe véve több kombinált műtrágya is kerül majd alkalmazásra, pl. nagy kolloid tartalmú talajokon kombinált PK tartaléktrágya. A közép-kötött talajú szántóföldek részére egy olyan, ahol a NPK trágyában az elemek táparánya 1 : 1 : 1, a rét- és legelőterületekre pedig az arány 1 : 0,4 : 0,6 szerint alakul. Egyes területeken, különösen szerves anyagban gazdag talajoknál nagyobb mértékben alkalmazunk folyékony és gáz alakú műtrágyákat.

De nemcsak a trágyafelhasználást, hanem a trágyázás hatékonyságát, valamint a trágyázási munkák szervezését és mechanizálását is meg kell javítanunk.

Nagy jelentőséget kell tulajdonítanunk a jövőben az öntözési és a trágyázási munkák szervezésénél az időt, munkaerőt és anyagot megtakarító szerződéses szolgáltató szervezeteknek is. Annak ellenére, hogy a műtrágyázás fokozása a legfontosabb tényezője a biológiai körforgás kibővítésének, mégis a terméseredmény kialakulásánál szereplő összes edafikus-, klimatikus- és ökonómiai tényező kölcsönhatását kell figyelembe vennünk.

### Összefoglalás

Először az ugyanazon a talajon termesztett szervesanyag keletkezését és elvonását tárgyaltam, s ugyanakkor analizáltam az itt fellépő anyagvesztéseket, amelyek a raktározás, emberi és állati élelmezés, valamint istállótrágya érlelés révén keletkeznek. Végül ahhoz az eredményhez jutottam, hogy az össztermés, tehát a kiindulási anyag kb. 60%-át teszi ki.



Ehhez hozzá kell még számítani azokat a veszteségeket, amelyek a talajban kimosással, erózióval és denitrifikációval keletkeznek. Ezek után az anyagpótlás lehetőségeit vizsgáltam. Megállapítottam, hogy a még fennmaradt szervesanyag maradványok teljes visszaszármaztatása esetén is (különösen az istállótrágya játszik itt szerepet) fellépő anyagvesztesége, csak a talajásványok elmállása, a pótlólagos műtrágya és a mikroorganizmusok levegőből történő nitrogénlekötése révén pótolhatók.

Végül rámutattam arra, hogy a körforgalom kibővítése csak a körfolyamat, gyorsításával és fokozott műtrágya felhasználással érhető el.

#### IRODALOM

- ANONYM (1964, 1965, 1966): Statistische Jahrbücher der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin
- FLAIG, W. (1960): Chemie der Humusstoffe
- FÖRSTER, I. (1966): Die Freisetzung von Ionen aus primären Mineralien auf dem Wege der biologischen Verwitterung und ihre Einbeziehung in den pflanzlichen Nährstoffkreislauf. Forschungsabschlussbericht zum Forschungsauftrag Nr. 450 20 17-5-15/3, Institut für Bodenkunde und Mikrobiologie, Leipzig
- FRANZ, H. (1960): Feldebodenkunde, Wien
- FREYTAG, H. E. (1966): Humusresistenz gegenüber stimulierter Mikrobentätigkeit. Forschungsbericht MÜNCHENBERG Nr. 368041-5/09
- HERRMANN, J. (1963): Lehrbuch der Vorratspflege, Berlin
- KEMENESY, E. (1956): Talajerőgazdálkodás, Akadémiai Kiadó, Budapest
- KUNDLER, P. (1966): Wissenschaftliche Probleme und Entwicklungstendenzen der Mineraldüngung in der DDR. Vortrag vor der Plenartagung der DAL am 22. 7. 1966
- LANG, G. (1966): Zu einigen betriebswirtschaftlichen Fragen der Humuswirtschaft. Tagungsbericht Nr. 82 der DAL zu Berlin
- MÜLLER, G. (1965): Bodenbiologie, Jena
- MÜLLER, G. (1965): Zu Fragen des Humusproblems I. Die Deutsche Landwirtschaft, 16, 496-498
- MÜLLER, G. und FÖRSTER, I. (1964): Der Einfluss mikroskopischer Bodenpilze auf die Nährstofffreisetzung aus primären Mineralien II. Mitt. Zbl. Bakt. II. 118, 594-621
- MÜLLER, G. und RAUHE, K. (1959): Zur Tiefkultur auf leichten Böden im besonderen Hinblick auf die Bodenbiologie. II. Bodenbiologischer Teil. Z. Acker- und Pflanzenbau 109, 309-332
- NEHRING, K. und WIESEMÜLLER, W. (1966): Mineraldüngung und Humushaushalt in Ackerböden. Albrecht-Thaer-Archiv 10, 379-400 und 455-470
- QUAAS, R. (1963): Hochschulstudium der Landwirtschaftswissenschaften, Lehrbrief Vorratspflege, Leipzig
- RAUHE, K. und MÜLLER, G. (1959): Zur Tiefkultur auf leichten Böden im besonderen Hinblick auf die Bodenbiologie. I. Ackerbaulicher Teil. Z. Acker- und Pflanzenbau 109, 291-308
- RÜBENSAM, E. und RAUHE, K. (1964): Ackerbau, Berlin
- SCHARRER, K. (1953): Agrikulturchemie I, Pflanzenernährung, Berlin
- SCHAEFFER, F. und SCHACHTSCHABEL, P. (1960): Bodenkunde, Stuttgart
- SCHMALFUSS, K. und KOLBE, G. (1959): Feldversuche mit Strohdüngung. Die Deutsche Landwirtschaft, 10, 343-347
- SCHMALFUSS, K. und KOLBE, G. (1963): Der Dünger Stallmist
- WECK, J. (1955): Forstliche Zuwachs- und Ertragskunde, Radebeul Berlin
- WELTE, E. (1955): Fragen zur praktischen Humusforschung. Die Deutsche Landwirtschaft, 6, 433-438