

## **Tápanyag-gazdálkodás**

### **Bevezetés**

A mezőgazdaság alapvető feladata az élelmiszertermelés, takarmánynövények biztosítása az állatállomány részére és nyersanyag a feldolgozóipar számára. Fontos továbbá a talaj termékenységének megőrzése és esetleges növelése. Manapság egy földműves 84 ember számára termeli meg a szükséges élelmiszert (Várallyay, Gy. 1993), 1960-ban mindössze 17 embert tudott ellátni élelemmel. A termelés növekedésével párhuzamosan javult az élelmiszer minősége is. Mindezt a magas hozamú fajták (hibridek), a jobb agrotechnikai eljárások, a trágyázás (szerves és műtrágyák, valamint a növényvédelem, a kártevők, betegségek és a gyomok visszaszorítása biztosította (Wiedermann-Sander, A. 1987).

Trágyázás alatt azt az agrotechnikai eljárást értjük, amellyel a talajba szerves- és műtrágyát juttatunk a talaj termékenységének fokozására és a termesztett növények optimális tápanyagellátására (Kádár, I. 1992., Antal, J. 1999). A trágyázás, tehát a növények tápanyagellátása, a talaj termékenységének megőrzése, a termékek magas szinten való tartása, esetleg növelése, a termésminőség javítása. Trágyázással pótoljuk a növények termésével a talajból elvont tápelemeket. A tápanyag-utánpótlás történhet szerves és műtrágyákkal. A szerves trágya lehet istállótrágya, komposzt (szervesanyag maradványokból) hígtrágyák és a zöldtrágyák. A műtrágyák a növények táplálására alkalmas anyagok, a természetben is előfordulnak (pl. a levegő nitrogénje, nyersfoszfátok, nyers kálisók), kémiai szintézissel, vagy átalakítással készülnek.

A műtrágya megjelölés csak előállításokra vonatkozik, egyébként nem természetidegen anyagok. A műtrágyát összetételük alapján osztályozhatók:

- Egyszerű műtrágyák, amelyek csak egy tápelemet tartalmaznak (pl. N-, P-, K-). Ezeket egyedi műtrágyának nevezik.
- Összetett kevert műtrágyák, amelyek legalább két, de esetenként akár több tápelemet tartalmaznak.

---

\* Dr. Molnár Imre, nyugalmazott egyetemi tanár, Újvidéki Egyetem, Mezőgazdasági Kar, Újvidék

- Összetett műtrágyák, amelyek kémiai szintézissel készülnek. Bennük a tápelemek azonos vegyületekben vannak jelen (pl. ammónium- foszfátok).

A műtrágyák szilárd vagy folyékony halmazállapotúak lehetnek. Megkülönböztetünk ezen kívül makro- illetve mikroelem trágyákat is. A több tápelemet tartalmazó műtrágyák megjelölésére használjuk a komplex műtrágya megjelölést. Ide tartoznak az összetett, kevert és tágabb értelemben a több komponenses folyékony, valamint a makro- és mikro elemeket tartalmazó műtrágyák.

A szerves trágyák átalakulása a talajban szintén hozzájárulhat a savanyúság okozásához (nitrifikáció során a  $H^+$  - ionok termelődnek), ugyanakkor az azonos trágyákban jelenlevő pufferáló hatású anyagok, csökkenthetik a műtrágyák savanyító hatását.

A talajoldatban kialakuló iónok növekedése a túlzott N-trágyázás következménye. Káros hatása azzal függ össze, hogy a talajba jutott N-műtrágya N tartalma ammóniumsavak és a karbamid is levegős viszonya között nitrifikálódik vagy  $NO_3-N$  képződik belőlük. A felvázoltak alapján különös gonddal kell eljárunk az N-műtrágyák megválasztásánál és adagolásánál, hogy a környezetkárosító hatásokat minimálisra csökkentjük. A szervestrágyák helytelen használata is hozzájárulhat a nitrát-koncentráció növekedéséhez. A felszíni vizek eutrofizációja nem más mint tápanyagokban, elsősorban N- és P-vegyületekben való gazdagodása. Az eutrof víztérben oxigén-hiány alakul ki, algásodás és hínárosodás léphet fel. Az eutrofizációt a szerves- és műtrágyák gondatlan használatán kívül egyéb anyagok is, pl. mosószerek szennyező hatása okozza.

A trágyázás tehát természetnövelő hatásán kívül szakszerűtlen alkalmazáskor káros is lehet a környezetre.

## **Történeti áttekintés**

A mai értelmezésű mezőgazdasági termelés a házasítással kezdődött 10-12 ezer évvel a Közel-Keleten. Európában 6-8 ezer éve (Zohary, és Hopt 1988) az ember szempontjából hasznos növényi és állati termékek előállításával. Az ember az akkori természetű növényekből szelekcióval válogatta ki a gabonaféléket és a hüvelyes növényeket.

A környezet emberi hatásra történő megváltozása a domesztikált növények és állatok megjelenésével kezdődött a Közel-Keleten, a „termékeny félhold” vidékén (Irán, Afganisztán, Dél-Nyugat Anatólia) az ún. „neolitikus forradalom” időszakában, Kr.e. 8-7 évezredek táján. A

Balkánra és onnan a Kárpát-medence területére a termesztett növények és állatok már K.r. 6-ik évezred végén áttejedtek (Füzes 1990).

A fölművelésre és állattenyésztésre való áttérés nagyon sokoldalú viszony kialakulásának kezdete a természet és az ember között. Ez a vállalkozás – különösen a kezdetekben – rendkívül lassú volt. A növénytermesztés a természetes vegetáció rovására erősödött fel. A termesztett növények és a környezet viszonyát a Kárpát-medencében élt népeiségek életmódja és a klimatikus viszonyok határozzák meg. A károsnak ítélt és nem tenyésztett fajok irtása, a kultúrfajok kizárólagos termesztése és az Újkortól a többi faj fokozatos gyérüléséhez, nem egy esetben eltűnéséhez vezetett. A természetes fitocönózisok jelentős része napjainkra mesterséges kultúrtájjá változott. Az erdők nagy részét kiirtották, helyüket szántóföldek, gyümölcsösök, legelők és települések foglalták el. A vegyszerek fokozott használata hatással volt a talaj biocönózisára, a vizek ökoszisztémájára. Mindezek következtében a fajok létszáma a kritikus érték alá süllyedt (Ghimessy 1984).

A Biblia szerint így alakultak ki a fejlett civilizációk Palesztinában, Mezopotámiában, a Tigris és az Eufrátesz folyók között, Egyiptomban, ahol a trágyázást a Nílus folyó évenkénti áradása biztosította. Kínában, Japánban és Dél-Kelet Ázsiában már időszámításunk előtt 5-6 ezer évvel fejlett mezőgazdaság alakult ki. Minderről kimerítően számolnak be a kor történései.

Nem ismeretes pontosan, hogy mikor és hogyan kezdődött a trágyázás gyakorlata. A görög mitológiában utalást találunk az ún. híg trágyázásra és az istállótrágya rendszeres összegyűjtésére, trágyakazalban való tárolására és használatára. Felismerték, hogy a zöldtrágyanövények jelentőségét elsősorban a pillangósokat, melyek nitrogénben gazdagítják a talajt. Ismerték a márga<sup>1</sup>, a különböző meszező anyagokat, a fahamu értékét, a salétromot és a káliumnitrátot, mint trágyázásra használható anyagokat, melyeket már Theofrasz i.e. 300 körül és Plinius is megemlít. A görögök fénykorszaka i.e. 800-tól 700-ig korszakig tehető. E korszak férfiai között olyan lángelmék is voltak, akik munkáinak máig is érvényes törvényszerűsége van (Molnár, I. 2011).

Az Újkorban számos természet-tudományi iskolázottság nélküli gyakorlati gazdák foglalták össze tapasztalataikat, terjesztették hasznos elgondolkodásaikat.

---

<sup>1</sup> Szénsavas mészből, agyagból álló sárgás vagy szürke kőzet, a cementgyártás alapanyaga.

Megemlíthető Arthur Young Angliában (1841-1920), akinek legnagyobb érdeme a norfolki négyes vetésforgók bevezetése, amelyben helyet kap a tápanyag- gazdálkodás is, a vöröshere mint hüvelyes növény termesztésével.

Andrej T. Polotov Oroszországban ebben az időben sokoldalúan képzett és fejlett úttörő munkáját, a vetésváltó földművelési rendszer bevezetését sokan alkalmazták. Iván Komov (1750-1792), több éves angliai tartózkodása alatt megismerte a viszonylag fejlett angol mezőgazdaságot. 1785-ben megjelent munkájában a német Albrecht Daniel Thaer-től függetlenül foglalkozik a növények tápanyag ellátásával, valamint az ún. humusz-elmélettel, amely téves volt ugyan, de voltak megfigyelései is, hogy egyes növények a levegőből biztosítják nitrogén szükségleteiket (hüvelyes növények). A humuszelmélet híve volt Albrecht D. Thaer (1752-1828), német mezőgazdász és orvos, akit a korszerű mezőgazdasági tudomány megalapítójának tekintenek, melyet a „Grundsätze der rationellen Landwirtschaft” („Az ésszerű mezőgazdaság alapjai”), című művében jelentetett meg. Az 1812-ben megjelent mű fordulópontot jelentett a mezőgazdasági tudomány és gyakorlat történetében. Hatására Németországban széles körben vezették be a vetésforgókat.

A haszonnövények táplálkozásának feltételein kívül ekkor kezdtek felismerni a talaj fizikai állapotának jelentőségét a tápanyag-gazdálkodásban. A talaj fizikai állapotának alapjait Gustav Schübler (1784-1834) fektette le 1831-ben kiadott munkájában. Jean B. Boussingault (1802-1887) vegyi elemzése alapján jutott arra a megállapításra, hogy a pillangós virágú növények nitrogénnel gazdagítják a talajt. Boussingault-ot az utókor biokémikusának nevezik, az ásványkémikus Liebig-el szemben.

Justus Liebig (1803-1873) hamuelemlése alapján megállapította, hogy a növényeknek milyen tápanyagokra van szükségük, valamint, hogy a növények a szénen kívül a nitrogén jó részét a levegőből veszik fel. Elmélete szerint a természettel eltávolított ásványi anyagokat teljes mennyiségben pótolni kell, a talajtermékenység fenntartása céljából. Felállította a növények ásványi táplálkozásának minimumtörvényét. Ettől fogva kezdenek nagy mértékben műtrágyát alkalmazni. Liebig munkássága óta tekintik a mezőgazdaságot alkalmazott természettudománynak.

Az ásványi elméletet először 1843-ban cáfolták meg az angliai rothamstedi kísérleti állomás alapítói: J.B.Lawes (1814-1900), a szuper-

foszfát feltalálója és J.H.Gilbert (1817-1901). Vizsgálataik szerint a növények hamujának elemzése nem ad reális képet a növények tápanyag szükségletéről.

J. Lachmann (1858), M.Sz. Veronin (1866) és W.O. Atwater (1881) állításait megerősítve Hermann Hellriegel (1831-1895) véglegesen bebizonyította (1888), hogy a pillangós virágú növények nitrogén-gyűjtő képességüket gyökérgumó-baktériumaiknak köszönhetik.

Oroszországban a XIX. század közepén alakult V. V. Dokucsajev (1846-1903) talajgenetikai elvekre épülő talajtani irányzata, amely szerint minden természeti jelenséget keletkezése és fejlődése szempontjából kell vizsgálni. Wollny-hoz hasonlóan ő is nagy figyelmet fordított a talaja fizikai állapotára.

Amerikában (H.W. Campbell 1907) kidolgozta az aszályos vidékek talajművelési rendszerét. Rámutatott a nedvesség megőrző talajművelés jelentőségére, és nagyban hozzájárult a tárcsásborona és a talajtömörítők elterjedéséhez, tudatosabb alkalmazásához melyet a Kárpát-medence aszályos vidékein is alkalmaznak. Ez a mozgalom nagy hatással volt a talajművelés fejlődésére.

Vaszilij R. Viljams (1863-1939) talaj fizikai vizsgálatai során rájött arra, hogy a talaj fizikai állapotát, főleg az általa fontosnak tartott szerkezetét, elsősorban a talaj biológiai viszonyai határozzák meg. Erre az elméleti alapra támaszkodva dolgozta ki a füves földművelési rendszert.

Eilhard Alfred Mitscherlich (1874-1956) Wollny tanítványa volt. Az ő buzdítására sokat foglalkozott talajfizikai és talajművelési kérdésekkel. A gyakorlati gazdák igen nagyra értékelték a talaj tápanyag-szükségletének meghatározására irányuló megállapításait és a termést kialakító tényezőkkel kapcsolatos vizsgálatait.

Helyszűke miatt nem taglaljuk a magyar, a hazai és a többi kutató e témával kapcsolatos munkáit. Ezzel kapcsolatban az olvasó kimerítő adatokat találhat A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken – 2011 c. kötetben megjelent tanulmányunkban.

## **A tápanyag-gazdálkodás és a környezet**

A növénytermesztésben napjainkban is a legfőbb cél a magas hozam és a kiváló minőség biztosítása. Szembe kell nézni azzal a kihívással, hogy a kiegyensúlyozatlan tápanyag-gazdálkodás környezetkárosító is lehet (Ángyán, J., Menyhért, Z. 1987).

A trágyák savanyító hatása elsősorban a kolloidokban szegény, kis pufferkapacitású homoktalajokon érvényesül. A nitrogén-műtrágyák közül legnagyobb mértékben az ammóniumok savanyítják el a talajt. A foszforműtrágyák közül a szuperfoszfát savanyító hatását kell kiemelni, amit szabadsav-tartalma és a gipsz savanyú hidrolízise okoz. A kálium-műtrágyák is savanyítják a talajokat. Az istállótrágyázás, hígtrágyázás, trágyalé, tőzegtrágya, komposzt, baromfitrágya átalakul a talajban, így savanyító hatása többé-kevésbé a kolloidokban szegény, kis pufferkapacitású homoktalajokon érvényesül. Nagy adagú trágya talajba vitele savanyodást okoz, az oxigén ionok gyors és nagy mértékű kimosódásához vezet.

A talajvíz szennyeződésén kívül a nagy adagú szerves trágya, de még inkább a hígtrágya a talajvízszint emelkedésének egyik okozója. Megállapíthatjuk tehát, hogy a szerves trágyák helytelen használata is hozzájárulhat a nitrogén koncentráció növekedéséhez.

Még nagyobb körütekintést igényelnek a műtrágyák, különösen a nitrogéntrágyák alkalmazása.

A nitrogén-műtrágyázás alapját J.F. Glauber teremtette meg, amikor 1650-ben megjelent munkájában közölte a salétrom kedvező hatását a növények növekedésére.

A Haber-Bosch eljárás alkalmazása fontos fejlődést jelentett a légkör nitrogénjének megkötésével, az ammóniák szintézissel. Ily módon lehetővé vált a nitrogén-műtrágyák ipari mennyiségű gyártása.

Justus von Liebig 1850-ből származó javaslata alapján, a foszfor műtrágya gyártását Hunter indította a csontliszt kénsavas feltárásával. Mivel a csontliszt mennyisége korlátozott volt, megindult a kutatás a természetben található nyersanyag források iránt az ún. nyersfoszfátok felkutatására. A nyersfoszfátok különböző apatitokból állnak, amelyeknek jellemzője a nehezen bontható apatit-struktúra. A kénsavas feltárás a leggyakrabban használt szuperfoszfát műtrágyát eredményezi. A foszfor vízdoldható monokálcium-foszfát, ill. változó mennyiségű szabad foszforsav alakjában, a foszforsav - feltárás hármasszuperfoszfátot eredményez. A salétromos feltárás nitro-foszfátokat, a termikus feltárás termofoszfátokat eredményez.

A nyers kálisók felfedezése a XIX sz. közepén történt, amikor 1856-ban Strassfurt-ban gazdag káli- és magnézium sótelepet fedeztek fel. A nyers kálisók feltárása után lényegesen nagyobb hatóanyagú káliumtrágya állítható elő.

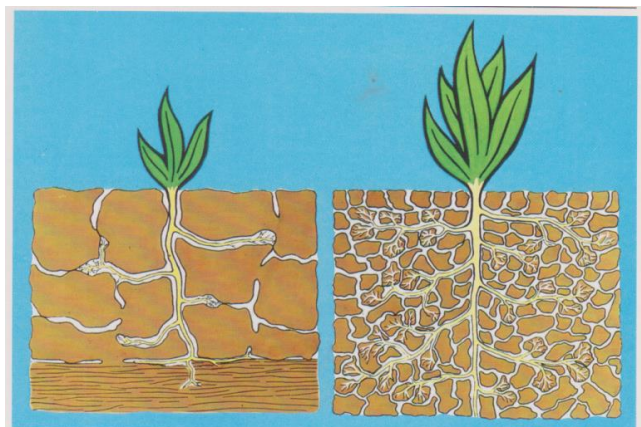
Még nagyobb körütekintést igényel a műtrágyák, különösen a nitrogéntrágyák alkalmazása. A túlzott N-trágyázás következménye a talajoldatban kialakuló ionok növekedése. Az N-trágyák káros hatása azzal függ össze, hogy a talajba jutott N-trágya N-tartalma, az ammóniásavak és a karbamid, levegős viszonyok között nitrifikálódnak vagy NO<sub>3</sub>-N képződik belőlük. A felvázoltak miatt különös gonddal kell eljárunk az N-műtrágyák megválasztásánál, adagolásánál, hogy a környezetkárosító hatásokat minimálisra csökkentsük. A felszíni vizek eutrofizációja nem más mint tápanyagokban, elsősorban N és P vegyületekben való gazdagodása. Az eutróf víztérben oxigénhiány alakul ki, algásodás és hínárosodás léphet fel. Az eutrófizációt a szerves- és műtrágyák gondatlan használatán kívül egyéb anyagok is, mint pl. a mosószerek „szennyező” hatása is okozhatja. A szerves- és műtrágyázás tehát termésmenvelő hatásán kívül szakszerűtlen alkalmazáskor káros is lehet a környezetre.

### A termőhely szerepe a talaj-tápanyag szolgáltatásában

A termőhely esetenként döntően befolyásolja a talaj termőképességét. A talaj termőképességét befolyásolják fizikai, kémiai és biológiai adottságok, vagy mindezek együttese: a túlkötött talaj, a tömődöttség, túl laza talaj, fölösleges víz, a levegő hiánya, vízhiány, nagy mennyiségű kő, túlzott savanyúság, sekély termőréteg, talajszennyeződés, stb.

A növénytermesztést gátló tényezőt minden esetben figyelembe kell venni és megfelelő eljárásokkal elhárítani a termés-csökkenés mértékét.

A túlkötött, tömörödött talaj gátolja a gyökérszét növekedését,



nem tud hálószerűen eljutni minden apró pórusba és felvenni a vizet és a tápanyagokat..

1. kép  
A gyökérszét növekedése tömörödött (balra) és laza talajon (jobbra)

A túlzott savanyúságot szerves- és műtrágyák esetében kalciumhiány jelentkezik. A savanyú kénhatású 5,5 pH alatti szerves anyagban gazdag talajok adszorbeált alumíniumtartalma már károsító lehet. Hatása elsősorban a pillangósok gümöbaktériumainak a tevékenységét akadályozza. A savanyú, nem karbonátos talajoknál a kalciumveszteség pótlása feltétlenül indokolt, mivel a kalciumnak a tápanyag-gazdálkodás szempontjából meghatározó szerepe van. (Debreczeni K. 1964)



2. kép

*A kalciumhiány pótlása nagyüzemekben*

## Összefoglaló

Trágyázás alatt azt az agrotechnikai eljárást értjük, amellyel a talajba szerves- vagy műtrágyát juttatunk a talaj termékenységének megőrzésére, esetleges növelésére és a termésminőség javítására. Pótoljuk továbbá a növények termésével elvont tápelemeket. A tápanyag-utánpótlás szerves- és műtrágyákkal történhet.

Nem ismerjük pontosan mikor és hogyan kezdődött a trágyázás gyakorlata. A mai értelmezésű mezőgazdasági termelés 12 ezer évvel ezelőtt a Közel-Keleten a „termékeny félhold” vidékén, Irán, Afganisz-



tán, Dél-nyugat Anatólia, az ún. neolitikus forradalom időszakában, a jégkorszak után, i.e. 8-7. évezred táján alakult ki. A Biblia szerint így alakultak ki a fejlett civilizációk, Palesztinában, Mezopotámiában, Egyiptomban, Kínában, Japánban és Dél-kelet Ázsiában. A görögök és rómaiak már fejlett mezőgazdasággal rendelkeztek.

Az Újkorban gyakorlati gazdák foglalták össze tapasztalataikat főleg angol, német, orosz és amerikai kiválóságok, akiknek ma is köszönetet mondhatunk.

A nitrogén-műtrágya gyártását J.F.Glauber fejlesztette ki a Háber-Bosch eljárás alkalmazásával. A légköri nitrogén megkötésével ammóniák-szintézissel állította elő az első nitrogén-műtrágyát.

A foszfor-műtrágyát Justus von Liebig ajánlására Hunter indította el 1775-ben a szuper-foszfát gyártását a csontliszt kénsavas feltárással. Mivel a csontliszt mennyisége korlátozott volt megindult a kutatás a természetben található nyersanyag iránt. A nyersfoszfátok feleltek meg leginkább e célra, amelyekből kénsavas feltárással hármasszuperfoszfát állítható elő. A salétromos feltárással nitrofoszfátokat, a termikus feltárással pedig termofoszfátokat eredményez.

A nyers kálisók felfedezése a XIX sz. közepén történt 1856-ban Strassfurt mellett, ahol gazdag kálium- és magnézium sótelepet fedeztek fel. A nyers kálisó feltárása óta nagyobb hatóanyagú káliumtrágya állítható elő. Minden ismert és használt műtrágyának megvan az előállítás módja.

A szerves- és műtrágyák termésmenővelő és minőségjavító hatása mellett környezetkárosítás is bekövetkezhet. A szerves és szervesetlen trágyák átalakulnak a talajban és savanyítják a talajoldatot. A túl nagy trágyaadag szakszerűtlen alkalmazása H<sup>+</sup> ionokat az N-trágyák N- tartalmú aminosavakat és karbamid levegős viszonyok között nitrifikálódnak vagy NO<sub>3</sub>-N képződik, amitől a talajoldat savanyúvá válik. A savanyú kémhatású 5,5 pH alatti, szerves anyagban gazdag talajok adszorbeált alumíniumot tartalmaznak és így károsító hatásuk lehet elsősorban a gümöbaktériumok tevékenységére. A növénytermesztést gátló tényezőket minden esetre számon kell tartani megfelelő eljárásokkal elhárítani a termésnövekedés mérséklése céljából. Ilyenek a talajlazítás, a talajfelszíni tömörítése, vetés után a fölösleges víz elvezetése, az öntözés, a megszűntetése és a talajszennyeződés megszüntetése.

## Felhasznált irodalom:

- Antal, J. (1999): A szántóföldi növények trágyázása. (In Fülek, Gy. (Szerk.): Tápanyag-gazdálkodás). Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Albrecht D. Thaer, (1880): (Grundsätze der rationellen Landwirtschaft. Verl. Parey.
- Ángyán, J., Menyhért, Z. (Szerk.) (1987): Alkalmazható növénytermesztés, ésszerű környezetgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 414 p.
- Campbell, H. W. (1907): Soil Culture Manual. Okszerű talaművelés (Átd., ford. K. Ruffly P.) Pátria Rt. Budapest 1909.
- Debreczeni, K., (1964): A műtrágyák gazdaságos adagjának és arányának vizsgálata öntözött talajokon. Korszerű öntözési kutatások. VITUKI, 99-100 p.
- Fülek, Gy. (Szerk.) (1999): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 713 p.
- Füzes, M. (1990): A földművelés kezdeti szakaszának (neolitikum és rézkor) növényleletei Magyarországon. (Archeobotanikai vázlat). Tapolcai Városi Múzeum közleményei 1., 139-238 p.
- Ghimessy, L. (1984): A tájpotenciál (táj, víz, ember, energia). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 348 p.
- Kádár, I. (1992): A növény táplálás alapelvei és módszerei. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiail Kutatóintézete. Budapest.
- Liebig, J. V. (1850): Naturwissenschaftliche Briefe über die moderne Landwirtschaft. Leipzig, Heidelberg.
- Mitscherlich, E.A. (1929): Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. 1. Mitteilung, Berlin.
- Mitscherlich, E.A. (1950): Bodenkunde für Landwirte, Vorstwirte und Gärtner. 6. Auflage, Verl. M. Niemeyer, Halle (Saale).
- Molnár, I. (2011): A földműveléstan fejlődésének története. A VMTT Közlönye, 533-542 p., Újvidék.
- THAER; A., (1880): Grundsätze der rationellen Landwirtschaft. Verlag P. Parey.
- Várallyay, Gy. (1993): Soil aspects of Sustainable development. Abst. Sci Conf. On „New strategies for sustainable rural development” Gödöllő, 22-25 March, 50 p.
- Viljams, V. R. (1950): Talajtan. A földműveléstan alapjai. Egyetemi jegyzet, Kézirat, Budapest. 105 p.
- Zohary, D., Hopf, M. (1988): Domestication of Plant in the Old Wprld, Oxford.
- Wiedermann-Sander, A. (1987): Düngung im Zwiespalt. Verlagsgesellschaft für Ackerbau mbH, 3500 Kassel.