

A földműveléstan oktatásának története

Bevezetés

Évezredekken keresztül a földműveléstan tapasztalatokon alapult. Az ismeretek szájhagyománnyal szálltak apáról fiúra. Így volt ez a világ minden táján, ahol az emberiség letelepedett és földműveléssel, mezőgazdasági termeléssel kezdett foglalkozni. Az emberiség létének és fejlődésének alapja a földművelés, mert az életműködéshez szükséges energiát, élelmiszereket biztosít. Ez az energia nélkülözhetetlen, belátható időn belül nem helyettesíthető mesterséges úton előállított élelmiszerekkel.

A ma, földművelésnek nevezett foglalkozás kezdetének időpontját nem tudjuk pontosan meghatározni, de bizonyosan több ezer évvel az időszámítás előttre tehető. Fejlett mezőgazdasággal rendelkeztek már az egyiptomiak, a görögök, rómaiak, és a kínaiak is. A földművelés kezdetének az az időszak tekinthető, amikor az ember megkezdte a számára hasznos növények termesztését. Európában ez a jégkorszak után következett be. A növénytermesztés Törökország, Anatólia, tartományban lévő Termékeny Félhold területéről indult északnyugat felé és terjedt el a kontinens termékeny részein így a Kárpát-medencében is, a honfoglalás után (Mandy, 1972). Írásos feljegyzések időszámításunk előtt 2500-ból léteznek a görögöktől, rómaiaktól, később pedig sok európai, és magyar kutatóktól is. Hatalmas ismeretanyag halmozódott fel, amelyet e dolgozat keretein belül lehetetlen felsorolni vagy méltatni. A teljességre való törekvés nélkül rövid ismertető következik a földműveléstan jelentősebb műveiről, amelyek felhasználhatók oktatási célokra is.

A földműveléstan oktatására alkalmas művek

A görögök hagytak ránk olyan mezőgazdasággal foglalkozó értékes műveket, melyeket még az Újkor első századában is a legkiválóbbaknak tartottak. Említésre méltó Xenophon (i.e. 437-355) és Theophratos (i.e. 372-287) feljegyzései, melyekben bőséges istállótrágyázást javasol-

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

nak. Az utóbbi a különböző eredetű trágyák értékéről is adatokat közöl. Szerinte, az emberi-, a sertés-, a kecske-, a juh-, a tehén-, az ökör- és a lótrágya sorolható a növények számára a leghatékonyabbnak. Arról is tudósít, hogy Macedóniában és Tesszáliában a lóbabot zöldtrágyaként alászántják.

A rómaiak közül Cato (i.e. 237-139) kijelenti, hogy a talaj nitrogén-gazdagítására a hüvelyesek, a lóbab, a csillagfürt és a bükköny a leghatékonyabbak, Vergilius (i.e. 70-19) ugyancsak a pillangósok vetését tanácsolja. Varro (i.e. 116-26), Plinius (i.e. 62-113) és Columella (1948), aki az időszámítás szerinti első században élt, műveikben ajánlják a meszezést, a márga kiszórását, értékelik a fahamut és foglalkoznak a talaj minőségének megállapításával. Róma hanyatlása után a mezőgazdasági tudományok művelésében hosszú szünet következett, Amíg Pietro de Crescenzi (1230-1307) munkája „Opus ruralium commodorum” címmel meg nem jelent, amelyben tulajdonképpen a római kori mezőgazdasági irodalom tanulságait gyűjtötte össze. Művét többször lemásolták és a könyvnyomtatás feltalálása után többször kinyomtatták.

Időszámításunk első századában Varro (i.e. 116-26), Columella (1948), Vergilius (i.e. 79-19), és Plinius (i.u. 62-113) értékes munkákat írtak a talaj minőségéről. Műveiket még az Újkor első századában is a legkiválóbbnak tartották. A középkorban Pietro de Crescenzi (1230-1307) a római kor mezőgazdasági irodalom tanulságait egy kötetben sűrítette össze „De agricultura vulgare” címmel. Művét többször lemásolták, kinyomtatták.

Crescenzi munkájának megjelenése után ismét hosszabb idő telt el, amíg a XVII. században Bacon (1561-1624), Glauber (1604-1668) és mások a növények táplálkozásával kezdtek foglalkozni. Glauber érdeme, hogy felhívta a figyelmet a salétromra mint olyan hatóanyagra, amely a növényeket erőteljes növekedésre serkenti.

A XIII. század fordulója után először Németalföldön, majd Angliában, később másutt is fejlődésnek indult a mezőgazdaság, ezzel együtt a mezőgazdasági tudomány és az irodalom is. Többnyire gyakorlati gazdák foglalták össze tapasztalataikat és terjesztették hasznos elgondolásaikat. E korból földművelési szempontból jelentős az angol Jethro Tull (1674-1741) munkássága, aki elsőként foglalkozott a kapás növények nagyobb arányú termesztésével. Kísérletei nagyban hozzájárultak két értékes eszköz: a sorvető gép és a lóvontatású kultivátor fejlődéséhez. Lókapás földművelés c. könyve – amelyet az angol mezőgazdasági körökben sokáig mérvadónak tekintettek – 1731-ben jelent meg. Egyik

követője John Wynn Baker 1762-ben már kísérleti gazdaságot alapított, hogy nyilvánosan bemutathassa eredményeit.

Arthur Young (1741-1820) a század legnevezetesebb angol mezőgazdája volt. Gazdag gyakorlati tapasztalatára és kísérletező munkájára támaszkodva széles körű irodalmi munkásságot fejtett ki. Nevéhez fűződik a *norfolki négyes vetésforgó* kidolgozása, rendszerbe foglalása és elterjesztése. A vetésforgó újszerű növényi sorrendjét Európa-szerte még ma is korszerűnek tartják, a gyakorlatban sok helyütt alkalmazzák.

Szászországban Johann Schubart (1734-1787) volt e korszak mezőgazdaságának legbuzgóbb fejlesztője. Az évelő pillangósok, elsősorban a vöröshere termesztésére, a háromnyomásos rendszer megszüntetésére és az istállózó állattenyésztés bevezetésére hívta fel a figyelmet. Hatása kiterjedt egész Közép-Európára, és a „vöröshere apostolának” elnevezett szakember munkája nyomán sok gazdaságban gyökeres változás következett be.

Oroszországban ebben a korszakban a sokoldalúan képzett Andrej Bolotov (1738-1833) fejtett ki úttörő munkát, különösen a vetésváltó földművelési rendszer bevezetése terén. A vetésforgók bevezetéséről, a területrendezés alapelveiről írt könyvet. A gyomnövényeket a biológiai tulajdonságok alapján osztályozta, és kidolgozta az ellenük való védekezési eljárásokat is.

Honfitársa Ivan Ikomov (1750-1792) több éves angliai tartózkodása alatt megismerte az ottani viszonylag magas színvonalú mezőgazdaságot. Hazatérve javasolta a burgonya, a vöröshere és a lucerna termesztését, valamint a vetésváltó földművelési rendszer bevezetését. A növények szén-dioxid-felvételéről is volt elképzelése. A német Albrecht Thaer-től függetlenül ő is felállította az ún. humuszelméletet (1788) abból a helytelen nézetből kiindulva, hogy a növények humusszal táplálkoznak.

Albrecht Daniel Thaer (1752-1828) volt a korszerű mezőgazdasági tudomány megalapítója. „Az ésszerű mezőgazdaság alapjai” című könyve (1812) fordulópontot jelentett a mezőgazdasági tudomány és gyakorlat történetében. Igen széles körű természettudományos műveltségét hasznosítva a mezőgazdasági termelést is tudományos alapokra helyezte. A gazdálkodás közgazdasági kérdéseinek is alapos ismerője volt, így az ésszerű mezőgazdálkodás megalapítójának is tekinthetjük. Munkásságát földműveléstani szempontból azért tartjuk igen jelentősnek, mert útmutatása alapján széles körben bevezették a vetésforgókat. Talajgazdagító, talajkímélő és talajzsaroló növényeket különböztetett

meg. Sokat tett a talajművelő eszközök tökéletesítése terén is.

Jean B. Boussingault (1802-1887) elsőnek állított be olyan szántóföldi kísérleteket, amelyeken különböző vetésforgók tápanyagmérlegét, a trágyázással talajba juttatott és a betakarított növényekkel kivitt tápanyagmennyiségeket hasonlította össze. Vegyi elemzése alapján jutott arra az általa még nem bizonyított megállapításra, hogy a *pillangós virágú növények a légkörből felvett nitrogénnel gazdagítják a talajt*. Boussingault-t az utókor biokémikusnak nevezi az ásványi-kémikus Liebig-el szemben. Justus von Liebig (1803-1873), 1855-ben „Die Grundsätze der Agrikulturchemie” c. munkájával, amely forradalmi jelentőségű volt, lefektette az *agrokémia alapjait*. Hamuelemzése alapján megállapította, hogy a növényeknek milyen tápanyagokra van szükségük és azt, hogy a növények a szénen kívül a nitrogént is a levegőből veszik fel. Szerinte a humusznak csak mint a talajban lévő tápanyagok oldhatóságát elősegítő szénsavképzőnek van jelentősége. Ásványi elmélete szerint – a természettel elvont ásványi anyagokat teljes mennyiségben pótolni kell a talaj termékenységének fenntartása céljából. Újszerű nézetei nagy ellenkezést keltettek. Liebig és hívei, valamint ellenfelei egyaránt igyekeztek igazukat kísérletek által bebizonyítani, ami a mezőgazdasági kísérletek jelentős fejlődését segítette elő. Ettől fogva kezdtek nagymértékben *műtrágyákat alkalmazni*. Liebig munkássága nyomán fellendült a mezőgazdasági termelés. Gyakorlati gazdák természettudományi ismeretek birtokában sok értékes megfigyelést tettek, értékes munkákat írtak.

Az ásványi elméletet először 1843-ban cáfolták meg az angliai rothamstedi kísérleti állomás alapítói: J.B. Lawes (1814-1900), a szuperfoszfát feltalálója és J.H. Gilbert (1817-1901). Vizsgálataik szerint a növények hamujának elemzése nem ad reális képet a növények tápanyagszükségletéről. A Liebig általi hamuelemzések alapján kis foszforigényűnek mondott tarlórépa pl. sok foszfort igényel, noha hamuja a rothamstedi vizsgálatok szerint is kevés foszfort tartalmaz. Rothamstedben már a XIX. század közepén tisztázták, hogy nitrogéntrágya nélkül a nem pillangós virágú növények hamuanyagaik pótlása esetén sem fejlődnek megfelelőképpen.

Oroszországban a múlt század közepén alakult ki 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 talaj fizikai tulajdonságaira. Kidolgozta az egyes természeti zónák földművelésének alapfeladatait: a tudományos alapon álló talajművelés-

nek, a morzsás szerkezet helyreállításának, a rendelkezésre álló nedveség maximális kihasználásának, a mezővédő erdősítésének stb. kérdéseit. Pavel A. Koszticsev(1845-1895) a modern agronómiai talajtan megalapítója. Különösen orosz csernozjom talajok képződésével, szerkezetük, erdősítésük kérdésével foglalkozott. Maradandót alkotott az aszály elleni küzdelem és a helyes talajművelés terén. A. V. Szovjetov (1826-1901) „A földművelés rendszereiről” c. 1867-ben megjelent műve a földművelési rendszerek történeti kialakulásával foglalkozó munkák úttörője. Sok értékes megfigyelést és vizsgálatot végzett az évelő szalastakarmánynövények termesztése és a talaj szerkezete közötti összefüggésre vonatkozóan is.

A századfordulón többen behatóbban foglalkoztak a szárazság elleni küzdelem kérdésével. Amerikában H.W. Campbell kidolgozta az aszályos vidékek talajművelését és azt az 1907-ben megjelent művében elméletileg is alátámasztotta. Munkája világszerte nagy visszhangot keltett.

A Campbell-mozgalom Magyarországon is hatással volt a talajművelés fejlődésére. Rámutatott a nedvességmegőrző talajművelés jelentőségére, és nagyban hozzájárult a tárcásborona és a talajtömörítők elterjedéséhez, tudatosabb alkalmazásához.

Vaszilij R. Wiljams (1863-1939) talajfizikai vizsgálatai során rájött arra, hogy a talaj fizikai állapotát, főleg az általa oly fontosnak tartott szerkezetét elsősorban a talaj biológiai viszonyai határozzák meg. Doku-sajev és Koszticsev munkáinak figyelembevételével megalkotta a *biológiai talajtant*, az egységes talajképződés elméletét. Erre az elméleti alapra támaszkodva dolgozta ki a *füves földművelési rendszert*. Ebben, azonban *helytelen következtetésekre* jutott, mert túlbecsülte a füves vetésforgó jelentőségét, és nem volt tekintettel annak ökonómiai kihatásaira.

Eilhard Alfred Mitscherlich német tudós sokat foglalkozott talajfizikai és talajművelési kérdésekkel. A gyakorlati gazdák igen nagyra értékelték a *talaj trágyaszükségletének meghatározására* vonatkozó megállapításait és a termést kialakító tényezőkkel kapcsolatos vizsgálatát.

Theodor Roemer (1883-1951) „Lehrbuch des Ackerbaues” c. Európa-szerte olvasott munkájában elsőként rendszerezte a földműveléstan tárgykörét. Wollny munkáira támaszkodva új lendületet adott a talajfizikai vizsgálatoknak. Alapos talajkémiai és biológiai ismeretek birtokában eredményesen fáradozott a talajművelés tudományos megalapozásán.

Hangsúlyozta a helyes vetésforgók jelentőségét a talajtermékenység fenntartásában.

Magyarországon ebben a korban dolgozott a magyar mezőgazdasági tudomány egyik legkiválóbb képviselője, Cserhádi Sándor, a magyaróvári Gazdasági Akadémia tanára, és az első Országos Kísérleti Allomás vezetője, aki elsősorban a talajművelés, a növénytermesztés és a talajerőpótlás terén alkotott maradandót. Az „Általános és különleges növénytermesztés” c. kétkötetes munkájában lefektette a *korszerű magyar földműveléstan és növénytermesztéstan alapjait*. Elsőként ismerte fel, hogy az egyoldalú gabonatermesztés a talaj leromlásához vezet. A talaj mélyművelésére vonatkozó átfogó tanulmányai német nyelven is megjelentek. Szembeszállt azzal az akkori általános nézettel, hogy Magyarország szárazságra hajló éghajlatában a műtrágya nem érvényesül. Kísérletező és szervező tevékenységének nagy szerepe volt abban, hogy az országban megindult a műtrágyázás. Olyan nagy szaktekintélyek kerültek ki tanítványai közül mint Grábner Emil, Gyárfás József, Sigmond Elek és Herke Sándor is.

Grábner Emil (1878-1955) az Országos Növénytermesztő Intézet megszervezője és igazgatója volt, sokoldalú tevékenysége kiterjedt a földművelés fejlesztésére is.

Gyárfás József (1875-1965) a Cserhádi által megkezdett nyomon elindulva kidolgozta és azt kiszélesítve belevitte a növénytermesztés gyakorlatába a mű- és a szerves trágyák helyes alkalmazásának ismeretét, és először hangoztatta a sortrágyázás jelentőségét. A földművelés szinte minden részletére kiterjedő munkásságán belül az aszályos, csapadékszegény vidékekre kidolgozott növénytermesztési és talajművelési módszerei és tanításai legmaradandóbbak. A „Magyar dry farming” – „Sikeres gazdálkodás szárazságban” c. munkája évtizedeken keresztül a növénytermesztők nélkülözhetetlen szakkönyve volt.

Manninger G. Adolf (1880-1954) által kidolgozott és alapjaiban ma is korszerűnek mondható nedvességtakarékos talajművelési rendszer szemléletváltozást jelentett az akkori talajművelés gyakorlatában. Talajművelési kutatásai eredményeit talajbiológiai és talajnedvesség-forgalmi vizsgálatokkal támasztotta alá.

H.W.Campbell professzor Észak-Amerikában, és a Jean de Brue által Dél-Franciaországban, aszályos területekre kidolgozott talajművelési rendszerei nagy hatással voltak több talajművelő eszköz – pl. tárcsás boronák, talajtömörítők – elterjedésére.

Sigmond Elek (1873-1939) nemcsak a talajtani iskola megalapí-

tójaként, hanem a szikes talajok javítása és trágyázása terén kifejtett tudományos és szakírói tevékenységével is kiemelkedőt alkotott.

Az elmúlt 30 év alatt hatalmas fejlődés ment végbe a földművelés minden területén. Lehetetlen rangsorolni és felsorolni mindazt az eseményt és eredményt, amely részese a termesztéstechnológia, illetve a mezőgazdasági növénytermesztés eddigi legnagyobb fejlődésének. Néhány kiemelkedő személyiséget a következőkben mégis megemlítnék.

Kreybig Lajos (1879-1956) az átnézetes talajismereti térkép elkészítésében végzett irányítói tevékenységet. Ennek során felismerte a természeti viszonyokhoz alkalmazkodó mezőgazdasági termelésben rejlő nagy tartalékokat.

Kemenesy Ernő (1891-1985) azon kevés tudósok közé tartozott, akik több évtizedes gyakorlati tapasztalataik alapján kezdték el az intenzív kutatómunkát. Ez meg is látszott megnyilatkozásaiban, mert mindig a mezőgazdasági termelés egészébe helyezve szemlélte a földműveléstan egyes kérdéseit. „*Talajerő-gazdálkodás*” c. iskolateremtő műve egyben legfontosabb munkásságának témáját jelöli meg, de igen jelentősek voltak a „Földművelés irányelvei”, a „Talajművelés” és a „Földművelés és talajerőgazdálkodás” c. munkái, amelyekben a biológiai talajművelés fontosságát, a vetésváltásban rejlő energia hasznosítását és az okszerű szervesanyag-gazdálkodást hirdette.

Sipos Gábor a Földműveléstan harmadik kiadását 1964-ben adta ki, melyben ismerteti annak rövid történetét.

Sipos Sándor (1925-1983) egész munkásságát a talajművelés talajtani alapjainak továbbfejlesztése jelentette. Széles körű vizsgálataival tisztázta a főbb kultúrnövények talajpórusok mennyiségével és minőségével szembeni igényét és kutatta azokat a termesztéstechnológiai, talajművelési megoldásokat, amelyekkel az optimális porozitási állapotok megteremthetők és fenntarthatók. Ez vezette el az általa periódusos *mélyítő művelésnek* nevezett és eléggé közismert talajművelési rendszer kidolgozásához.

A múlt század közepén Görbing (1948) és Szekera (1951) alkotnak maradandót a földműveléstanban.

Todorović (1957) a talaj réteges mélyművelését szorgalmazta savanyú talajokon mész, foszfor és szerves trágya adagolásával.

Stojković (1962) kétségbe vonta az elmélet helyességét és a sekélyebb művelést helyezte előtérbe.

Molnár (1987, 1989, 1999, 2000) munkáiban a talajt kímélő és a mulcs-művelést szorgalmazza, amely energiatakarékos és nem vezet

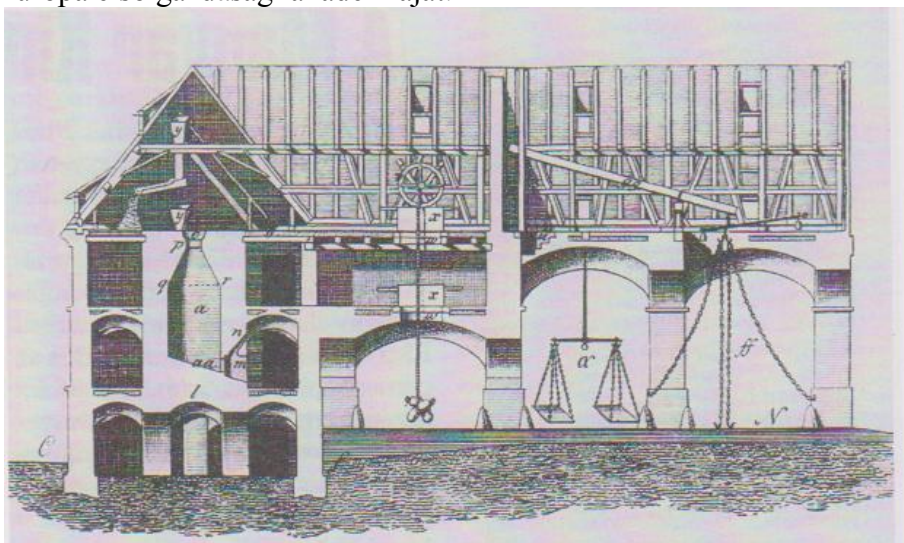
terméscsökkenéshez.

Konsztantinović (1997) terjedelmesen ír a „Talajművelés a növénytermesztésben” c. könyvében.

Birkás (2006) hangsúlyozza a környezetkímélő talajművelés jelentőségét a szántóföldi növénytermesztésben.

A földműveléstan oktatása

A napóleoni háborúk hatására a magyar mezőgazdaságban megindult fellendülést mutatja a nagybirtokok egy részének korszerűsítése. 1795 folyamán Festetics György Keszthelyen megalapítja a Georgicont, Európa első gazdasági akadémiáját.



I. kép

A Georgicon gazdasági iskola magtárának tervrajza 1798-ból

A földműveléstan intézményes oktatása 1808-ban kezdődött Keszthelyen, megelőzve a berlini mezőgazdasági oktatást, melyet Albrecht Daniel Thaer kezdeményezett 1810-ben a berlini Wilhelm von Humboldt egyetemen.

A földműveléstan oktatása mindenütt később kezdődött. A budapesti, illetve a gödöllői Agrártudományi Egyetem, ma Szent István Egyetem, négy tanszékvezető professzor Surányi János (1886-1965), Lázár Vilmos (1895-1972), Kolbai Károly (1901-1972) és Penyigey Dénes (1909-1974) segítették elő a mezőgazdasági tudománynak, ezen be-

lül, a földműveléstan oktatását.

Zimonyban 1920-ban nyílt meg a Mezőgazdasági Kar, Újvidéken pedig 1954-ben, köszönhetően Lazar Stojković (1904-1977) tevékenységének (Molnár, I. 1999).

A Vajdaságban a földműveléstan párhuzamosan fejlődött a Pannon-alföld mezőgazdaságával, ugyanis a Trianoni békediktátumig a térség egységes volt Magyarországgal, az Osztrák-Magyar Monarchia határain belül.

Összefoglaló

A Vajdaságban a földműveléstan oktatása párhuzamosan fejlődött a Pannon-alföld intézményes oktatási rendszerével. Ugyanis a Trianoni békediktátumig e térség egységes volt Magyarországgal, az Osztrák-Magyar Monarchia határain belül. Sok kutató érdeme, hogy napjainkig nagy, oktatásra alkalmas ismeretadat halmozódott fel, amelyek lehetővé tették a földműveléstan oktatását nálunk is.

A földműveléstan intézményes oktatása 1808-ban kezdődött Keszthelyen, megelőzve a mezőgazdasági oktatást a berlini Wilhelm von Humboldt egyetemen.

A földműveléstan oktatása mindenütt később kezdődött. A gödöllői Agrártudományi Egyetem, ma Szent István Egyetemen a mezőgazdasági oktatást is ennek keretében a földműveléstan oktatását Surányi János, Lázár Vilmos és Penyigei Dénes professzorok segítették elő.

Zimonyban 1920-ban nyílt meg a Mezőgazdasági Kar, Újvidéken pedig 1954-ben, köszönhetően prof. Dr. hc. Dr. Lazar Stojković tevékenységének.

Felhasznált irodalom:

1. Birkás, M. (2006): *Környezetkímélő alkalmazkodó talajművelés*. A Kaprint Nyomdaipari kft. Gödöllő.
2. Konstantinović (1997): *Obrada zemljišta u ratarstvu*. Naučni Institut za Ratarstvo i Povrtarstvo, Novi Sad.
3. Campbell, H. (1907): *Soil Cultur Manuel. Okszerű talajművelés* (átd. ford.) K. Ruffy Pátria Rt. Budapest.
4. Columella, L.J. (1948) *De re rustica*. Liber II. Roma
5. Glatz, F. szerkesztésében (1945): *A magyarok krónikája*. Helikon Könyvkiadó, Alexandria Könyvkiadó.
6. Görbing, J. (1951): *Die Grudndlagen der Gare im praktischen*

Ackerbau. Landbuch Verlag G.M.B.H. Hannover I.II.

7. Liebig, J. (1855): *Die Grundsätze die Agriculturchemie*. Anhang. S.13, 2.Aufl., Braunsweig.

8. Mándy, Gy. (1972): *Hogyan jöttek létre kultúrnövényeink?* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

9. Molnár, I. (1987): *Neka aktuelna pitanja redukovane obrade zemljišta i njene perspektive*. Zbornik referata XVI naučnog skupa „Redukovana obrada zemljišta za ozime useve, 2-9, Zrenjanin.

10. Molnar, I. (1989): *Od zasnivanja oranice do savremenih sistema obrade zemljišta*. Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu, povodom stogodišnjice rođenja prof. Dr. Dobroslava B. Todorovića, 48-56, Zemun.

11. Molnar, I. (1999): *Terminologija I klasifikacija konzervacijske obrede zemljišta*. Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad, vol. 25, No. 4 p. 139-153.

12. Molnar, I. (1999): *Život i delo srpskih naučnika*. Srpska akademija nauka i umetnosti. Knjiga X, 285-312. Beograd.

13. Sekera, F. (1951): *Gesunder und kranken Boden*. 3. Aufgabe, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

14. Sipos, G. (1964): *Földműveléstan*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

15. Sipos, S. (1973): *Talajművelési és talajjavítási kutatások összefoglaló ismertetése a Karcagi Intézet 25. éves fennállása alkalmából*, 20-37, Karcag.

16. Vilišams, V.R. (1946): *Osnovi ratarstva* (prevod sa ruskog), Zagreb.

17. Wollny, E. (1898): *Untersuchungen über den Einfluß des Wachstumsfactors auf das Produktivitätsvermögen der Kulturpflanzen*. In *Forschung auf d. Geb. D. Agrikulturphysik*, 2, 70.

18. Thaer, A. D. (1880): *Grundsätze der rationellen Landwirtschaft*, Verlag Wiegand Hempel und Pery, Frankfurt.