

Mészlepedékes csernozjom talaj fontosabb paramétereinek alakulása hagyományos és ökológiai gazdálkodási rendszerekben

Lukácsné Veres Edina – Zsuposné Oláh Ágnes

Debreceni Egyetem Agrár és Műszaki Tudományok Centruma Agrokémia és Talajtani Tanszék

E-mail: zsuposne@agr.unideb.hu

Összefoglalás

Azonos környezeti feltételek mellett mészlepedékes csernozjom talajtípuson (Calcic Endofluvic Chernozem) végeztük a hagyományos és a kemikália használatot mellőző ökológiai gazdálkodási módnak a fontosabb talajjellemzőkre gyakorolt összehasonlító vizsgálatát. A talajok fizikai, kémiai tulajdonságai mellett meghatároztuk a talajban élő mikroorganizmusok számát, a mikrobiális biomassza mennyiséget, valamint néhány fontos talajenzim aktivitását. A két gazdálkodási rendszert összehasonlítva megállapítható, hogy az *ökológiai gazdálkodás* kedvezőbb életfeltételeket teremtett egyes talajmikrobák számára, így a cellulózbontó-, a nitrifikáló-, az ammonifikáló baktériumok és a mikroszkopikus gombák számára, valamint néhány enzim – foszfatáz, dehidrogenáz és celluláz – aktivitása is. A talajok CO₂-termelése és a biomassza-C tartalma is magasabb volt. A *hagyományos gazdálkodási rendszerben* az összes csiraszám, a nitrogénkötő baktériumok száma, illetve a szacharáz, kataláz és ureáz enzimek aktivitása volt magasabb. Az utóbbi két enzimmél a hatás statisztikailag is igazolható.

Summary

The effects of the traditional and ecological farming system without chemicals were studied on some more important soil properties at the same environmental conditions on Calcareous chernozem (Calcic Endofluvic Chernozem) soil. The physical, chemical soil properties was determined and some soil microbiological properties were also examined, so the number of micro-organisms living in the soil, the microbial biomass content as well as activity of some enzymes.

Comparing the two farming systems it could be stated that the ecological farming system provided favourable conditions for certain microbes – like cellulose decomposing-, nitrifying-, ammonifying bacteria and microscopic fungi – and some enzyme – phosphatase, dehydrogenase, cellulase – activities. The CO₂-production and the biomass-C content of soil samples were also higher in the soil of ecological farming system. Although the total number of bacteria, the amount of nitrogen fixing bacteria, as well as the activity of saccharase, catalase and urease enzymes were higher in the traditional farming system. In the case of catalase and urease enzymes this effect was proved by statistically.

Bevezetés

Az utóbbi évtizedek erőteljes antropogén beavatkozása – mely megnyilvánul például a nem rendszerszemléletű talajművelésben, a kemikáliák intenzív használatban – számos talajjellemzőre kedvezőtlenül hatott és ez a hatás tükröződik az elért termés mennyiségében és minőségében is. Éppen ezért egyre több szakember figyelme irányul a biológiai gazdálkodás felé, tanulmányozva annak a termésre és talajéletre gyakorolt hatását. Előtérbe kerül a talaj állapotát kímélő és megőrző művelési mód, a megfelelő vetésváltás alkalmazása, valamint a szerves trágyák és környezetbarát anyagok tápanyagként történő felhasználása.

FLIESSBACH et al. (2000) 21 éves szántóföldi kísérletben a hagyományos és az organikus gazdálkodás mikrobiológiai talajjellemzőkre gyakorolt hatását hasonlították össze. Az organikus gazdálkodás során a mikroorganizmusok aktivitása nagyobb volt, ezáltal gyorsabbnak bizonyult a tápanyagok átalakulási folyamatai. A növekvő aktivitás kedvezően hatott a talaj szerkezetére is, csökkentve ezáltal az erózió veszélyét.

STEVLIKOVA et al. (2002) adatai is azt mutatják, hogy a nitrifikáció intenzitása és a mikrobiális biomassza-C mennyisége nagyobb értékben növekedett az ökológiai gazdálkodásban, mint az intenzív gazdálkodás esetében.

LÜTZOW et al. (1994) a hagyományos és a biológiai gazdálkodásban a mikrobiális biomassza-C és a mikrobiális biomassza-N tartalmat vizsgálták. Kora tavasszal és ősszel a két paraméter magasabb értékeket mutatott a biológiai gazdálkodás esetében. A vegetációs periódusban mindkét gazdálkodási rendszerben növekedett a biomassza-C és biomassza-N tartalom, de ez a növekedés a hagyományos művelési módban erőteljesebbnek bizonyult.

Kultúrnövényeinket vetésváltásban vagy monokultúrában termesztjük. Az intenzív növénytermesztés korszakában a kukorica és a búza termesztési területei megnövekedtek, így csökkent a megfelelő vetésváltás kialakításának lehetősége, széleskörűvé vált a monokultúrás termesztés.

A vetésváltás és a monokultúra hatásával több kutató foglalkozott, akik többsége (GAWRONSKA et al., 1990; KARTVELISVILI, 1983; KAZANCEVÁ et al., 1986) arra a következtetésre jutott, hogy a vetésváltás kedvezőbb a talajban lejátszódó mikrobiológiai folyamatokra, mint a talaj típusa.

Lényeges kérdés, hogy a vetésváltásban milyen növények szerepelnek. A pillangósok kedvező elővetemény hatásával már több publikációban olvashattunk (JORGJI et al., 1994; LÓPEZ-BELLIDO et al., 1994; STEVLIKOVÁ et al., 2002).

ARTUGANOVA (1982) azt tapasztalta, hogy a talaj biológiai aktivitás nagyobb volt, amikor az őszi búzát a vetésváltásban évelő vagy egynyári növények, borsó, illetve ugaroltatás előzte meg, mint amikor árpát vagy kukoricát termesztettek előtte.

A trágyázás, hasonlóan a vetésváltáshoz, módosíthatja a talajok biológiai jellemzőit. A témakörhöz kapcsolódóan a kijuttatott tápanyag milyenségét és mennyiségét kell tanulmányoznunk.

Számos irodalom foglalkozik a szerves és műtrágya talajdinamikai hatásának összehasonlító vizsgálatával.

Több kutató is (KÁTAI, 1992; MÜLLER, 1991) arra az eredményre jutott, hogy a talajban élő mikroorganizmusok számát és a talajban lejátszódó mikrobiális folyamatokat a szerves és műtrágya együttes kijuttatás stimulálja leginkább, míg alacsonyabb értékeket a műtrágya önmagában való kijuttatása eredményez.

BARCSÁK et al. (2001) 1995 és 1997 között végezték el a Biofert és az ammónium-nitrát összehasonlító vizsgálatát 21 féle gyepnövényen. Mindkét anyagból 60 kg/ha N-hatóanyagot juttattak ki kora tavasszal. Az összesített termésadatok a Biofert és az ammónium-nitrát műtrágya adagolása során is nagyon kedvezőek voltak. A Bioferttel történt kezelés a kontroll termését 2,37-szeresére, az ammónium-nitrát műtrágya pedig 2,26-szorosára növelte. A statisztikai értékelés alapján megállapították, hogy a két - N-hatóanyagot azonos mennyiségben tartalmazó – tápanyagforrás termésmenvelő hatása között 90%-os megbízhatósági szinten nincs szignifikáns differencia.

A műtrágyázás – elsősorban az egyoldalú N-műtrágyák alkalmazásakor – káros hatásaként kell megemlítenünk a talajok savanyodását, mely kedvezőtlenül befolyásolja a talajok biológiai aktivitását, termékenységet és a várható termés mennyiségét. A savanyú kémhatású talajok mind kémiai, mind fizikai jellemzőinek javítására meszezést alkalmaznak. A meszezés kedvező hatásáról számol be BEZDICEK et al. (2003).

ZSUPOSNÉ et al. (2002) réti csernozjom talajon vizsgálta a cukorgyári mésziszap és a mészkőpor mikrobákra kifejtett hatását. Azt tapasztalták, hogy a cukorgyári mésziszap kedvező hatása elsősorban az aerob nitrogénkötő, cellulózbontó baktériumok esetében mutatkozott, a mészkőpor az összes csiraszámot növelte a kontrollhoz viszonyítva mintegy 15%-al. Agyagbemosódásos barna erdőtalajon a szerves Ca-tartalmú javítóanyagok közül az önporló dolomit kedvezett leginkább a talajbaktériumok élettevékenységének (ZSUPOSNÉ, 2002).

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat hagyományos és ökológiai gazdálkodási rendszerekben végeztük a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrumának Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén, mészlepedékes csernozjom talajtípuson. Az ökológiai gazdálkodás parcellái N-trágyaként a lizin gyártás melléktermékeként keletkező magas nitrogéntartalmú, savanyú kémhatású Biofertet kaptak. A várható talajsavanyodás kompenzálására a talajok 2002-ben

különböző dózisu cukorgyári mésziszap (CaCO₃-tartalma 31,5%) javítóanyagban részesültek.

A hagyományos gazdálkodás parcelláiból és a bioterületről évente két alkalommal, 2004 és 2005 tavaszán és őszén a felső 20 cm-es termőrétegből vettünk átlagmintákat. A két gazdálkodási rendszerből származó talajminták számát és a hozzájuk tartozó kezeléseket az 1. és 2. táblázatokban tüntettük fel.

1. táblázat. Az ökológiai gazdálkodásból származó minták száma és kezelésük

Minta sorszáma (1)	Növénykultúra (2)	Elővetemény (3)	Mésziszap t/ha (4)	Biofert kg/ha N (5)			
				2002	2003	2004	2005
1.	őszi búza (a)	cs. kukorica (b)	0	0	111	68	60
2.	őszi búza (a)	cs. kukorica (b)	2	30			
3.	őszi búza (a)	cs. kukorica (b)	10	60			
4.	cs. kukorica (b)	cs. kukorica/borsó (c)	0	0	113		90
5.	cs. kukorica (b)	cs. kukorica/borsó (c)	2	30			
6.	cs. kukorica (b)	cs. kukorica/borsó (c)	10	60			

cs. kukorica = csemegekukorica

2. táblázat. A hagyományos gazdálkodásból származó minták száma és kezelésük

minta sorszáma (1)	Növénykultúra (2)	Elővetemény (3)	műtrágyaadag kg/ha N+PK (4)
7.	őszi búza (a)	csemegekukorica (b)	0
8.	őszi búza (a)	csemegekukorica (b)	30
9.	őszi búza (a)	csemegekukorica (b)	60
10.	őszi búza (a)	csemegekukorica (b)	90
11.	őszi búza (a)	napraforgó (c)	0
12.	őszi búza (a)	napraforgó (c)	30
13.	őszi búza (a)	napraforgó (c)	60
14.	őszi búza (a)	napraforgó (c)	90

A mintavételeket követően meghatároztuk a talajok fontosabb fizikai, kémiai és talajbiológiai jellemzőit.

Fizikai vizsgálatok közül a leiszapolható részt, az Arany-féle kötöttségi számot, a maximális vízkapacitást (VK_{max}%), valamint a talaj tömegszázalékban kifejezett nedvességtartalmát (KLIMES-SZMIK, 1962). A kémiai vizsgálatok közül a pH_{dH2O}, pH_{1mKCl}-ot, a hidrolitos aciditást (y₁), a vízben oldható összes sótartalmat, az AL-oldható foszfor- és káliumtartalmat, (GEREI, 1970) valamint a NO₃-nitrogén (FELFÖLDI, 1984), humusz- és összes nitrogéntartalmat Kjeldahl módszerével (FILEP, 1995).

A talajmikrobiológiai paraméterek közül az összes csiraszámot (húsleves agar táptalajon) és a mikroszkopikus gombák számát (pepton glükóz táptalajon) lemezöntéses eljárással, a cellulózbontó, valamint az aerob N₂-kötő, nitrifikáló, és fehérjebontó baktériumok mennyiségét POCHON-TARDIEUX (1962) a legvalószínűbb csiraszám meghatározására alkalmas módszerével határoztuk meg. A képződött CO₂ és a mikrobiális biomassza-C mennyiségi meghatározására JENKINSON et. al. (1976) által kidolgozott eljárást alkalmaztuk. A talajenzimek közül a foszfatáz enzim meghatározásához KRÁMER-ERDEI (1959 cit. SZEGI, 1979) módszerét alkalmaztuk. A szaharáz enzim aktivitásának meghatározása (BERTRAND, 1952 cit. SZEGI, 1979) szerint történt. Az ureáz aktivitás SZEGI (1979) meghatározása a karbamidból felszabaduló ammónia mennyiségi kimutatására épül. A kataláz enzim aktivitására SZEGI (1979) módszerével a hidrogénperoxid bomlása következtében felszabaduló oxigén mennyiségéből következtetünk. A dehidrogenáz és a celluláz aktivitás mérését SCHINNER et al. (1996) szerint végeztük.

A méréseket négy ismétlésben végeztük, az eredmények statisztikai feldolgozására a Microsoft Excel programot használtuk, a szignifikáns differenciát 5, 1 és 0,1% szinten is megvizsgáltuk.

Eredmények

A fizikai és kémiai talajvizsgálati eredményeink azt mutatták, hogy valamennyi talajminta textúrája vályog. Kémhatásukat tekintve a talajminták gyengén savanyúak. Az ökológiai gazdálkodásban a hagyományos gazdálkodáshoz képest szignifikánsan kisebb pH-értékeket mértünk. Ennek oka a savanyú kémhatású Biofert (pH=3-4) alkalmazása. A 2002-ben meszezett parcellákban mért pH-értékek a kontrollhoz képest nagyobbak voltak. A hagyományos gazdálkodáson belül a növekvő műtrágyaadagokhoz alacsonyabb kémhatás tartozott, de nem minden esetben volt a műtrágyázás hatása szignifikáns. A talajminták kis sótartalmúak.

A *hagyományos gazdálkodásban* a tápanyag-ellátottságot vizsgálva megállapíthatjuk, hogy magasabb foszfor-, kálium-, nitrát-nitrogén- és humusztartalmat mértünk, illetve ezen gazdálkodáson belül a csemegekukorica, mint elővetemény a P-tartalomra, míg a napraforgó elővetemény a NO₃-N-, K- és a humusztartalomra hatott kedvezően. Az *ökológiai gazdálkodásban* a meszezésnek és csemegekukorica/borsó előveteménynek pozitív hatása volt a talaj tápanyag-ellátottságára.

A *biológiai aktivitást* jellemző talajtulajdonságok vizsgálata során az alábbi megállapításokat tehetjük.

A talajmintákban a mikroorganizmusok száma – eltekintve a nitrifikáló baktériumoktól és a mikroszkopikus gombaszámától – összességében magasabb volt, mint tavasszal. Az általunk vizsgált enzimek aktivitása és a mikrobiális biomassza-C mennyisége azonban többnyire tavasszal bizonyult nagyobbak.

A két gazdálkodási rendszert összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy az *ökológiai gazdálkodás* kedvezőbb életfeltételeket teremtett egyes talajmikrobák számára, így a cellulózbontó-, a nitrifikáló-, az ammonifikáló baktériumokra és a mikroszkopikus gombákra. Intenzívebb volt a foszfatáz, dehidrogenáz és celluláz enzimek aktivitása is, illetve a talajok CO₂-termelése és a biomassza-C tartalma is magasabb volt. A *hagyományos gazdálkodási rendszerben* az összes csiraszám és a nitrogénkötő baktériumok száma volt nagyobb, illetve ez a gazdálkodási mód – hasonlóan az előző évhez - kedvezően hatott a szacharáz, kataláz és ureáz enzimek működésére. Az utóbbi két enzimnél a hatás statisztikailag is igazolható.

Az *ökológiai gazdálkodáson belül a meszezés hatását* vizsgáljuk, akkor elmondható, hogy a javított területeken a kontrollhoz képest magasabb volt az összes-, a cellulózbontó-, az ammonifikáló- és a nitrogénkötő baktériumok száma, illetve a kataláz és a dehidrogenáz enzimek aktivitása. Ezzel szemben a foszfatáz és a szacharáz aktivitás, valamint a biomassza-C mennyisége a kontroll parcellákban volt magasabb. A mikroszkopikus gombaszám (statisztikailag is igazolhatóan), az ureáz aktivitás és a CO₂-termelés őszi búza elővetemény esetében meszezés hatására csökkent, míg a csemegekukorica/borsó előveteménynél a meszezett területeken a kontrollhoz képest nőtt.

Az elővetemények hatását vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a csemegekukorica/borsó előveteményű területeken nagyobb volt az összes-, a nitrifikáló és az ammonifikáló baktériumok száma, valamint a szacharáz és dehidrogenáz enzimek aktivitása. Ezzel szemben őszi búza elővetemény esetében magasabb számban fordultak elő a nitrogénkötő baktériumok és mikroszkopikus gombák, illetve nagyobb volt a kataláz, foszfatáz, celluláz enzimek aktivitása és a mikrobiális biomassza-C tartalom.

A *hagyományos gazdálkodási rendszerben* a műtrágyázás a kontrollhoz képest – több esetben is szignifikánsan – növelte a talajban élő mikroorganizmusok számát, illetve a foszfatáz, szacharáz, dehidrogenáz és celluláz enzimek aktivitását, valamint a biomassza-C tartalmat. A műtrágya dózisok közül leginkább a *60 kg/ha N+PK bizonyult a legkedvezőbbnek*. Mindkét vizsgálati évben azt tapasztaltuk, hogy valamennyi műtrágya adag a kontrollhoz képest csökkentette a kataláz enzim aktivitását, és ez a hatás többnyire szignifikáns volt. Az ureáz enzim esetében is megállapíthatjuk, hogy a műtrágyázás gátolta az enzim működését.

A csemegekukorica kedvezőbb előveteménynek bizonyult, mint a napraforgó, hiszen esetében magasabb volt az összes csiraszám, a cellulózbontó-, ammonifikáló- és N-kötő baktériumok száma, illetve intenzívebb a szacharáz, kataláz és celluláz enzimek működése. Napraforgó előveteményű parcellákban csak a foszfatáz, ureáz enzim aktivitása és a biomassza-C tartalom alakult kedvezőbben.

Az eredményeket a 3. és 4. táblázat tartalmazza. A terjedelmi korlátok miatt csak a négy mintavételi eredmények átlagértékeit tüntettük fel.

3. táblázat. Mikrobacsoportok mennyiségi változása a két gazdálkodási mód talajában

Minta sor-száma (1)	Mikr. Gombasz. $\times 10^4$ (2)	Összes bakt. szám $\times 10^4$ (3)	Aerob cell. bontó bakt. $\times 10^2$ (4)	Nitrifikáló bakt. $\times 10^2$ (5)	Ammonif. bakt. $\times 10^5$ (6)	Aerob N_2 -kötő bakt. $\times 10^5$ (7)
1.	12,11	112,13	20,79	83,46	203,48	106,22
2.	7,47	80,92	16,52	24,52	128,10	106,93
3.	9,79	87,70	27,47	41,64	76,16	89,00
4.	11,49	109,74	29,22	65,08	100,99	51,30
5.	10,03	91,27	32,61	41,25	163,75	100,18
6.	12,54	101,15	29,03	63,81	65,27	63,64
7.	3,76	74,14	10,03	9,73	31,64	74,22
8.	5,41	135,28	16,16	24,13	45,92	120,31
9.	4,91	112,67	32,38	22,84	132,88	130,16
10.	9,27	133,52	34,61	91,96	154,82	190,51
11.	5,29	52,63	3,13	19,21	38,95	34,70
12.	9,01	96,52	4,24	14,77	28,35	62,57
13.	6,70	126,35	12,57	122,65	130,03	160,18
14.	7,86	81,83	15,08	30,73	38,74	115,05

4. táblázat. Az enzimek aktivitásának és a mikrobiális biomassza-C mennyiségi változása a két gazdálkodási mód talajában

minta sor-száma (1)	Foszfatáz (2) P ₂ O ₅ mg 100g ⁻¹ 2h ⁻¹	Szaharáz (3) glukóz mg g ⁻¹ 24h ⁻¹	Ureáz (4) NH ₄ -N mg g ⁻¹ 24h ⁻¹	Kataláz (5) O ₂ ml 2g ⁻¹ 2min ⁻¹	Dehidrogenáz (6) INTF µg g ⁻¹ 2h ⁻¹	Celluláz (7) glukóz µg g ⁻¹ 24h ⁻¹	mikrobiális biomassza-C (8) µg g ⁻¹
1.	23,11	22,23	63,38	31,65	88,31	89,80	171,43
2.	18,38	22,94	70,55	32,23	91,89	61,17	152,18
3.	23,66	24,70	66,48	27,18	106,66	140,97	135,30
4.	23,92	26,17	86,62	30,23	104,07	126,58	187,05
5.	19,50	27,34	82,43	30,83	90,68	51,71	120,30
6.	20,81	29,72	78,33	34,65	102,17	120,56	116,70
7.	17,02	27,65	94,52	47,33	80,15	58,25	86,23
8.	19,21	29,78	103,56	43,88	90,03	71,97	89,48
9.	18,95	30,98	92,84	40,62	102,25	83,83	178,60
10.	22,89	29,85	89,36	38,75	104,68	116,52	154,88
11.	20,14	27,58	94,62	48,45	82,42	30,75	175,08
12.	18,88	26,65	94,69	43,20	87,86	66,82	193,78
13.	20,86	28,40	98,09	41,79	97,17	49,72	190,50
14.	19,86	25,86	102,14	37,48	94,17	75,13	197,85

Következtetések

A talaj biológiai aktivitását mészlepedékes csernozjom talajon két különböző gazdálkodási rendszerben vizsgáltuk.

Összehasonlítottuk a hagyományos gazdálkodási rendszer – melyben műtrágyát alkalmaztak – valamint a természetbarát ökológiai gazdálkodási rendszer talajainak biológiai aktivitását és azt tapasztaltuk, hogy jelentős különbség a mért paraméterek között nem volt.

Környezetvédelmi szempontból mészlepedékes csernozjom talajon az ökológiai gazdálkodásnak van létjogosultsága, perspektivikus gazdálkodási forma lehet.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA (F 042568) támogatta.

Irodalomjegyzék

- AJWA, H. A., DELL, C. J. RICE, C. W., (1999): Changes in enzyme activities and microbial biomass of tallgrass prairie soil as related to burning and nitrogen fertilisation. *Soil Biology and Biochemistry* **31**. 5. 769-777.
- ARTUGANOVA, Z. I., (1982): Changes in soil biological activity in a crop rotation under the influence of crops preceding winter wheat. *Soviet Agricultural Sciences* **10**. 5-8.
- BARCSÁK Z. & BAJNOK M., (2001): A biofert és az ammónium-nitrát hatásnak összehasonlító vizsgálata 21 féle gyepnövényen. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumában. Gödöllő. pp.334-337.
- BEZDICEK, D. F., BEAVER, T., GRANATSTEIN, D., (2003): Subsoil ridge tillage and lime effects on soil microbial activity, soil pH, erosion and wheat and pea yield in the Pacific Northwest, USA. *Soil and Tillage Research* **74**. 55-63.
- BOLTON, H., ELLIOTT, L. F., PAPENDICK, R. I., BEZDICEK, D. F., (1985): Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices. *Soil Biology Biochemistry*, **17**. 3. 297-302.
- CASTILLO, X. & JOERGENSEN, R. G., (2001): Impact of ecological and conventional arable management systems on chemical and biological soil quality indices in Nicaragua. *Soil Biology and Biochemistry* **33**. 1591-1597.
- FELFÖLDY L., (1987): A biológiai vízminőség. Vízgazdálkodási Intézet, Budapest. pp. 172-174.
- FILEP GY., (1995): Talajvizsgálat. Egyetemi jegyzet. Debrecen. pp. 3-156.
- FLIESSBACH, A., MADER, P., DUBOIS, D., GUNTS, L., (2000): Results from a 21 year old field trial. Organic farming enhances soil fertility and biodiversity. *FiBL Dossier*. **1**. 15.
- FRANKENBERGER, W. T., JOHANSON, J. B., (1983): Methods of measuring invertase activity in soils. *Plant and Soil* **74**. 301-311.
- GAWRONSKA, A., KULINSKA, D., WOJTKOWIAK, D., (1990): Long-term Monoculture of Maize Versus Biological Properties of Soil. *Agrokémia és Talajtan* **39**. 3-4. 430-432.
- GEREI L., (1970): Talajtani és agrokémiai vizsgálati módszerek. OMMI kiadvány. 16-19.
- GRODZINSKIJ, A. M. & GOLOKOVO, E. A., (1983): Allelopaticseszkie problemü pocsvoutomlenije. *Pocsvovedenie. Moszkva* **1**. 74-78.
- JORGJI, K. V. & KRISTO, I. L., (1994): The influence of crop rotation on the chlorophyll content and leaf area index in the maize crop. 3rd Congress of the European Society for Agronomy. Padova. pp.708-709.
- KARTELISVILI, L. G., (1983): Vlijanie produktov razlozsenija raznokacsesztvennih rasztitel'nyh osztkov na mikrofluoru szubsztrata pri monokul'ture psenicü. *Bjull. VNII Sz. h. Mikrobiol., Leningrád*, **37**. 31-34.
- KAZANCEVA, O. V. & MIHAJLICSENKO, M. N., (1986): Biologicseszskaja aktivnoszty dernovopodzolisztoj pocsvyh prifermszkih szevooborotovo. *Pocsvovedenie. Moszkva*. **9**. 71-79.
- KÁTAI J., (1992): Kölcsönhatások a talajtulajdonságok, néhány agrotechnikai eljárás és a mikrobiológiai aktivitás között. Kandidátusi értekezés tézisei. pp. 12-13.
- KÁTAI, J., (1997): The effect of agrochemical methods on microflora and biological activity in the soil. In: *Land Use and Soil Management* (Ed.: FILEP, GY). 240-252. REXPO Ltd., Debrecen.

- KLIMES-SZMIK A., (1962): A talajok fizikai tulajdonságainak vizsgálata. In: Talaj- és trágyavizsgáló módszerek (Szerk. BALLENEGGER R. & DI GLÉRIA J.). Mezőgazdasági Kiadó. pp. 83-161.
- KOBUS, J., KUREK, E., CZECHOWSKA, E., SLOMKA, A., KULPA, D., (1987): Effect of organic fertilization on the biological activity of degraded loess soil. *Roczniki Gleboznawcze*. **38**. 1. 133-141.
- LOPEZ-BELLIDO, L., FUENTES, M., CASTILLO, J. E., LÓPEZ, F. J., (1994): Influence of crop rotation on wheat yield under mediterranean condition. 3rd Congress of the European Society for Agronomy. Padova. pp. 720-721.
- LOSÁKOV, V. G., EMCEV, V. T., NICÉ, L. K., IVANOVA, SZ. F., ROGOVA, T. A., (1986): Biologicseszakaja aktivnoszt pocsvy v szpecinivnogo sziderata i szolomy v kacsesztve udobrenij. *Izv. TSZHA.*, Moszkva **4**. pp. 10-17.
- LUKÁCS A. & RÉDLY L-NÉ, (1988): A talajok sótartalmának és sóösszetételének vizsgálata. In: Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. (Szerk.: BUZÁS I.). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp. 174-210.
- LÜTZOW, M. & OTTOW, J. C. G., (1994): Einfluss von konventioneller und biologisch-dynamischer Bewirtschaftungsweise auf die mikrobielle Biomasse und deren Stickstoff-Dynamik in Parabraunerden der Friedberger Wetterau. *Z. Pflanzenernähr. Boden.*, **157**. 359-367.
- MARSCHNER, P., KANDELER, E., MARSCHNER, B., (2003): Structure and function of the soil microbial community in a long-term fertilizer experiment. *Soil Biology and Biochemistry* **35**. 453-461.
- MÜLLER G., (1991): Az agroökológia talajmikrobiológiai kérdései és az intenzív mezőgazdasági termelés. *Agrokémia és Talajtan* **40**. 3-4. 263-272.
- POCHON, J., & TARDIEUX, P., (1962). *Techniques D' Analyse en Micobiologie du Sol*. Collection "Techniques de Base". 102.
- SCHINNER, F., ÖHLINGER, R., KANDELER, E., MARGESIN, R., (1996): *Methods in soil biology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Pp. 93-98.
- STEVLIKOVÁ, T., JAVOREKOVÁ, S., VJATRÁKOVÁ, J., (2002): Soil biological activity within integrated and ecological management of soil. *Agrártudományi Közlemények* **1**. Acta Agraria Debreceniensis. Debrecen. 47-52.
- SZEGI J., (1976): *Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek*. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó. pp. 234-259.
- ZSUPOSNÉ O. Á., (2002): Javítás hatása a talajtulajdonságokra és a talajmikrobákra agyagbemosódásos barna erdőtalajon. In: *Talaj és környezet* (szerk. KÁTAI J. & JÁVOR A.). 268-280. Debrecen.
- ZSUPOSNÉ O. Á., KÁTAI J., BESSENYEI M., (2002): A talaj biológiai aktivitásának vizsgálata talajműveléses tartamkísérletben. *Tartamkísérletek, tájtermesztés, vidékfejlesztés*. II. kötet. pp. 155-162.