

Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely

Növénytermesztés és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola

Iskolavezető:

Prof. Dr. Gáborjányi Richard
egyetemi tanár, az MTA doktora

Témavezetők:

Prof. Dr. Kádár Imre
tudományos tanácsadó, az MTA doktora

Prof. Dr. Lehoczky Éva
egyetemi tanár, az MTA doktora

Komposztált vágóhídi melléktermékek és húsliszt hatása talajra, szántóföldi növények termés hozamára és elemösszetételére

Doktori értekezés

Készítette:

Ragályi Péter

Budapest
2011.

Komposztált vágóhídi melléktermékek és húsliszt hatása talajra, szántóföldi növények termés hozamára és elemösszetételére

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
a Pannon Egyetem Növénytermesztés és Kertészeti Tudományok
Doktori Iskolájához tartozóan

Írta:
Ragályi Péter

Témavezető: Dr. Kádár Imre

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

Témavezető: Dr. Lehoczky Éva

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton%-ot ért el,

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

Bíráló neve: igen /nem

.....
(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján%-ot ért el.

Keszthely,

.....
a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDHT elnöke

Tartalomjegyzék

1. Kivonatok	6
1.1. Magyar nyelvű kivonat.....	6
1.2. Angol nyelvű kivonat	7
1.3. Német nyelvű kivonat	8
2. Bevezetés és célkitűzés	9
3. Irodalmi áttekintés	11
3.1. Szerves melléktermékek mezőgazdasági hasznosítása régen és ma	11
3.2. Szervesanyagok a talajban.....	12
3.2.1. Humuszkutatások eredményei.....	12
3.2.2. A humusz szerepe a növény táplálásban és környezetvédelemben.....	15
3.3. A szerves trágyázás gyakorlata	17
3.3.1. Istállótrágyák	17
3.3.1.1. Istállótrágyák kezelése.....	17
3.3.1.2. Istállótrágyák hatása	20
3.3.1.3. Istállótrágyák hatása a műtrágyákhoz képest	24
3.3.2. Szennyvíziszapok	27
3.3.2.1. Szennyvíziszapok elhelyezésének, hasznosításának gyakorlata	27
3.3.2.2. Szennyvíziszapok hatása talajra, növényre	29
3.3.3. Komposztok.....	33
3.3.3.1. Komposztok alkalmazása	33
3.4. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek	35
3.4.1. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek felhasználása régen és ma	35
3.4.2. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek hatása talajra és növényre	37
3.4.3. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek mineralizációja.....	40
3.4.4. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek zsírtartalmának hatása.....	41
3.4.5. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek fertőzésveszélye	43
4. A kísérletek anyaga és módszere.....	46
4.1. A kísérletek általános bemutatása	46
4.2. A kísérletek talajának jellemzői	46
4.3. A kísérletek beállítása, elrendezése	47
4.4. Az alkalmazott vágóhídi melléktermékek jellemzői	49
4.5. A kísérleti növények.....	51
4.6. A kísérlet csapadékellátottsága.....	51
4.7. Mintavételezések és laboratóriumi vizsgálatok.....	52
4.7.1. Talajmintavétel és analízis	52
4.7.2. Növénymintavétel és analízis	54
4.7.3. Komposztok és húsliszt mintavétele és analízise	55
4.8. Az adatfeldolgozás módszere	55
5. Eredmények és értékelés	56
5.1. Vágóhídi melléktermékek vizsgálati adatainak értékelése.....	56
5.2. Vágóhídi melléktermékek hatása a kísérlet talajára	57
5.2.1. Vágóhídi komposztok hatása a talaj szántott (0-20 cm) rétegére 2002-ben.....	57
5.2.2. Vágóhídi melléktermékek hatása a talaj szántott (0-20 cm) rétegére 2003-ban	58
5.2.3. Vágóhídi melléktermékek hatása a talaj szántott (0-20 cm) rétegére 2008-ra	64
5.3. Vágóhídi melléktermékek hatása a növényi terméshozamra, elemösszetételre és elemfelvételre	69
5.3.1. Kezelések hatása a kukoricára 2002-ben.....	69
5.3.2. Kezelések hatása a mustárra 2003-ban.....	72

5.3.3. Kezelések hatása a tritikáléra 2004-ben	79
5.3.4. Kezelések hatása a tritikáléra 2005. és 2010. között	84
6. Következtetés, javaslat	94
7. Új tudományos eredmények	97
8. Összefoglalás	98
9. Köszönetnyilvánítás	102
10. Irodalomjegyzék	103
11. Mellékletek	111

1. Kivonatok

1.1. Magyar nyelvű kivonat

Komposztált vágóhídi melléktermékek és húsliszt hatása talajra, szántóföldi növények terméshozamára és elemösszetételére

Különböző minőségű vágóhídi komposztok és húsliszt hatását és utóhatását vizsgáltuk szabadföldi kísérletben talajra és növényre az MTA TAKI Órbottyáni kísérleti telepén. A meszes homoktalaj átlagosan 1-6% közötti CaCO_3 -tal, 1-1,5% humusszal és 10-15% agyagfrakcióval rendelkezett; nitrogén-, foszfor- és kálium-ellátottsága alacsony volt. Az öt kísérletet 5 kezeléssel és 4 ismétlésben, azaz 20-20 parcellában állítottuk be véletlen blokk elrendezéssel a 2002. és 2003. év folyamán. A kezelések egyszeri 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposztot, illetve 0; 2,5; 5; 10; 20 t/ha húsliszt adagot jelentettek. Kísérleti növényként 2002-ben kukoricát, 2003-ban mustárt, 2004. és 2010. között pedig tritikálét termesztettünk.

Az első két évben a szántott réteg szerves-C készlete és a kötöttségi mutató általában emelkedő tendenciát mutatott. A „felvehető” P_2O_5 , S és Na-tartalmak szignifikáns mértékben növekedtek. Az „összes” P, S, Ca, Na és Zn készlet, valamint az összes-N szintén növekedett. A 2008. évben a kötöttség és a szervesanyag-tartalom még egyes kísérletekben növekedést mutatott az emelkedő dózisok hatására. A „felvehető” P_2O_5 , Na, S és Zn tartalmak esetében általában még szignifikáns különbségek jelentkeztek. Az „összes” P és S, valamint az összes N is emelkedést mutatott.

Az aszályos első két évben a komposztok nagyobb adagjai egyes esetekben depressziót okoztak az egyébként is alacsony termésmennyiségben. A kedvező csapadék-ellátottságú 2004. évben az éretlen komposzt a kontroll parcella összes földfeletti termését több mint háromszorosára növelte, míg a többi trágya esetében másfél-kétszeres különbségek jelentkeztek. A maximális dózisok ekkor már egyik kísérletben sem okoztak depressziót. A további években az utóhatások fokozatosan mérséklődnek, az érett komposzt 2005. után, míg a húsliszt 2007. után veszítette el termésnövelő hatását, de az éretlen és félérett komposzt fajták magasabb adagjai még 2008-ban is igazolhatóan növelték a termést a kontrollhoz képest. A 2009. és 2010. évek csapadék szempontjából kedvezőtlenek voltak, de még ekkor is előfordultak szignifikáns terméskülönbségek.

A kukorica elemtartalmát tekintve elsősorban a nitrogén, nitrát-nitrogén, kálium, kén és cink készlet emelkedett, míg a mustár esetében általában a nitrogén, kén, foszfor és nátrium koncentrációknál állt elő luxusfelvétel a növekvő kezelési adagok nyomán. A 2004-ben és az öt évvel később termesztett tritikálé nitrogén és kén tartalma is általában és tendenciájában nőtt a komposztok, illetve a húsliszt adagolásával. A növényelemzés eredményei szerint extrém elemdúsulások nem álltak elő a vizsgált növényekben, az összetétel „normális” maradt.

A feldolgozott állati hulladékok trágyaszerként való alkalmazása egyszerre növelheti a talaj termékenységét és csökkentheti a képződő szerves hulladékok mennyiségét.

1.2. Angol nyelvű kivonat

Effect of composted slaughterhouse wastes and meat meal on soil as well as yield and element composition of crops

Effect and residual effect of different slaughterhouse waste composts and meat powder were examined on soil and crop parameters on a calcareous sandy soil in Órbottyán. Trials were set in 2002 and 2003 with 5 doses (0, 25, 50, 100, 200 t/ha fresh compost and 0; 2,5; 5; 10; 20 t/ha meat powder once applied) and 4 replications giving a sum of 20 plots with $5 \times 8 = 40 \text{ m}^2$ area each. Sown crops were maize in 2002, mustard in 2003 and triticale monoculture between 2004 and 2010.

The organic-C content, the water-holding capacity as well as P, S, N and Na contents were generally increased significantly.

In the first two years of the trial the yield was negligible due to draught and higher doses of compost caused yield depression in some cases. In 2004 the fertilizers had significant residual effect on triticale without depression. In following years residual effects were moderated, however some treatments produced significant yield increases even in 2010, in the 8th and 9th experimental years. Rising compost doses caused increasing nitrogen and sulphur contents in plants without extreme element enrichments.

Use of treated slaughterhouse waste as fertilizer can be a good way to maintain soil productivity as well as reduce organic waste.

1.3. Német nyelvű kivonat

Wirkung von kompostierten Nebenprodukten der Schlachthöfe und Fleischmehl auf den Boden und auf die Ernteerträge, sowie die Elementzusammensetzung der Pflanzen

Auf dem kalkhaltigen Sandboden in Órbottyán wurde die Wirkung und Nachwirkung von Fleischmehl sowie von Schlachthöfen stammenden kompostierten Nebenprodukten von verschiedener Qualität untersucht. Die Versuchspartzen erhielten eine einmalige Gabe von 0, 25, 50, 100 und 200 t/ha frischem Kompost, bzw. von 0; 2,5; 5; 10 und 20 t/ha Fleischmehl in 4 Wiederholungen. Versuchspflanzen waren Mais im Jahre 2002, Senf im Jahre 2003, und vom Jahre 2004 bis 2010 Triticale.

Der organische C-Vorrat, die Bindigkeitszahl der Ackerkrume sowie der P-, S-, N- und Na-Gehalt traten im Allgemeinen signifikante Unterschiede auf.

In den beiden ersten, von Dürre betroffenen Versuchsjahren verursachten die höheren Kompostgaben in einigen Fällen bei den sowieso niederen Erträgen eine Depression. Im Jahre 2004 steigerten die Düngergaben verglichen mit den Kontrollpartzen den Ertrag der Versuchspartzen signifikant. In den weiteren Jahren verminderten sich die Nachwirkungen allmählich, aber auch im Jahre 2010 kamen signifikante Ertragsunterschiede vor.

Der N- und S-Gehalt der Pflanzen stieg im Allgemeinen zusammen mit den Kompost- und Fleischmehlgaben. Die Resultate der Pflanzenanalyse zeigten keine extreme Anreicherung der Elemente in den untersuchten Pflanzen.

Die Anwendung als Düngemittel von den verarbeiteten tierischen Abfällen kann zugleich die Fruchtbarkeit des Bodens steigern und die Menge der organischen Abfälle vermindern.

2. Bevezetés és célkitűzés

Az elmúlt évszázad alatt az emberek életformája, környezete, fogyasztási szokásai gyökeresen megváltoztak. Az életszínvonal emelkedésével együtt jár a húsfogyasztás növekedése. Bár az elmúlt évtized alatt Magyarország hústermelése fokozatosan csökkent, a lakosság húsfogyasztása gyakorlatilag nem változott. Világviszonylatban a fogyasztás növekedése jellemző. Előrejelzések szerint a népességnövekedés és a gazdasági fejlődés együttes hatására az állati termékek iránti kereslet a legtöbb más élelmiszerkeresletét meghaladhatja. A hústermelés globálisan megduplázódhat, azaz az 1999/2001-es 228 millió tonna 2050-re elérheti a 465 millió tonnát. A növekedés elsősorban a fejlődő országokban megy végbe: Kínában, Indiában és Brazíliában, mely országok már most a világ hústermelésének kétharmadát adják (AKI 2007, FAO 2006).

A húsfeldolgozás során keletkező hulladékok hasznosítására sokféleképpen lehetséges. Már 19. századi források is beszámolnak arról, hogy az állati hulladékokat a talajtermékenység fokozására használták fel (Thaer 1821 In: Kádár 1996a; Wolff 1872 In: Kádár 2007), de igen valószínű, hogy ez a gyakorlat sokkal régebbi időkre nyúlik vissza. A 20. századi nagyüzemi gyakorlat szerint ezek jelentős hányadát állati takarmányokká alakították, illetve azokhoz keverték.

A TSE betegségcsoporthoz tartozó szivacsos agyvelőgyulladás (BSE – bovine spongiform encephalopathy) egyre nagyobb mértékű előfordulása miatt viszont az Európai Unió jelentősen korlátozta az állati melléktermékek takarmányozási célú felhasználását. Magyarországon 2001 óta érvényesek a korlátozások. A takarmányozásból kieső állati eredetű melléktermékek számára tehát alternatív hasznosítási módot kell találni. Hazánkban jelenleg a 71/2003. (VI.27.) FVM rendelet szabályozza az állati hulladékok kezelését és a hasznosítását. A rendelet a vonatkozó EU rendeletekkel összhangban az állati hulladékokat 3 osztályba sorolja. Az 1. kategóriába a TSE-beteg vagy betegséggyanús állatok hullái tartoznak. Ezeket égetéssel kell megsemmisíteni. A 2. osztályba többek között a trágya, hígtrágya és az elhullott állatok tartoznak. A 3. osztályba az emberi fogyasztásra alkalmas termékeket, vagy az ezek előállításánál keletkező hulladékokat sorolták. A 2. és 3. osztályba tartozó fehérjetartalmú hulladékokat szerves trágyaként vagy talajjavító anyagként fel lehet használni, de a további hasznosítás előtt kötelező ezek aprítása és hőkezelése.

A képződő állati hulladékok mennyisége országos szinten évente hozzávetőlegesen 200-300 ezer tonna. Hőkezelés után az állati hulladékok kikerülnek a veszélyes hulladékok

köréből, így lehetőség van további feldolgozás (komposztálás, illetve szárítás és őrlés) után a termőföldi elhelyezésükre (Kiss *et al.*, 2001).

A nem fertőzött, kezelt anyag gyarapítja a talaj szerves- és tápanyagkészletét, így javulhatnak egyes talajjellemzők (pl. víztartó képesség, szervesanyag-tartalom) és nőhet a termésbiztonság. A 2000. évi XLIII. hulladékgazdálkodási törvény célkitűzése, hogy a végleges lerakásra kerülő hulladék mennyisége, és ennek a biológiai úton lebomló szerves anyag tartalma is csökkenjen. Fontos, hogy az állattartás és a környezetvédelem megfelelő egyensúlyba kerüljön; a növekvő népesség, gazdasági fejlődés és urbanizáció mindkét tényezőt igényli. Az állattenyésztés növeléséhez a környezetre gyakorolt káros hatásokat csökkenteni kell.

Az állati hulladékokból készült szerves trágyaszerek hatásainak tudományos vizsgálatára eddig csak ritkán került sor, és a kutatások többnyire csak a tiszta húslisztre, vagy a hús- és csontliszt keverékére terjedtek ki. Mindezen tényezők indokoltá tették, hogy a vágóhídi hulladékokból készült komposztok és húsliszt hatását szabadföldi kísérletben tanulmányozzuk.

A vizsgálataink a következő célokat tűzték ki:

- a vágóhídi hulladékból készült komposztok és húsliszt alapvető tulajdonságainak, tápanyagtartalmának, elemösszetételének, esetleges szennyező mikroelem-tartalmának meghatározása
- a trágyák hatásmechanizmusának megismerése, annak felderítése, hogy hogyan hat a talaj alaptulajdonságaira, és hogyan módosítja az elemtartalmat
- a trágyákkal kezelt talajon a növények fejlődésének, termésmennyiségének és összetételének vizsgálata
- a trágyák lebomlási idejének és utóhatásainak vizsgálata
- az optimális dózisok meghatározása

3. Irodalmi áttekintés

3.1. Szerves melléktermékek mezőgazdasági hasznosítása régen és ma

A szántóföldi gazdálkodás kialakulásának és elterjedésének kezdetén (legkésőbb i.e. III. – II. évezred) a tápanyag-utánpótlás problémáját a vándorló földművelés gyakorlata oldotta meg. Ha a föld kimerült, akkor elhagyták, ezért feltételezhetően sok nehézség származhatott abból, hogy folyton új területeket kellett a természetes vegetációtól meghódítani, és művelésbe vonni. A tápanyag-visszapótlás technikájára, azaz a trágyázás gyakorlatának kialakulására utal az ún. örökszántó-rendszer létrejötte, ahol ugyan azt a földet több nemzedéken keresztül művelik (*Gunst és Lőkös 1982*).

A 4000 évvel ezelőtti Kínában törvények szabályozták a keletkező szerves hulladékok kezelését, de ez a gyakorlat a mai napig is jellemző egyes vidéki területeken. Az ökológiai szemléletű kínai farmokon (ún. agro-ökoszisztémákban) a termeléshez szükséges energia 90%-át a nap szolgáltatja közvetlenül vagy közvetve, a szerves anyagokat pedig kötelezően visszaforgatják, melynek a filozófiai alapokon túl komoly környezetvédelmi, gazdasági és társadalmi jelentősége is van (*Mitsch et al. 1993*). *Kreybig (1953)* szintén erről az országról a következőket írja „A kínai dolgozók évtizedek óta minden szem szerves hulladék anyagot mentve, komposztta feldolgozva és alkalmazva, egy hektárnyi területen 12 tagú családjukkal egy tehénnel, egy szamárral és két disznóval kielégítően megélnek anélkül, hogy a talajuk termőképessége csökkenne, vagy csökkent volna”. *Fekete (1958)* szerint a kínaiak nemcsak a lakosság és az állatok ürülékét használták, de még az országutakat járó vándorokét is összegyűjtötték, és a hulladékokkal együtt érlelt fekáliával már az idősámításunk előtti időkben kereskedtek.

Ugyanakkor Oroszország egyes igen termékeny területein az istállótrágyát szükségtelennek, sőt károsnak tekintették IV. (Rettegett) Iván idejében az 1500-as években. Idővel ezek a területek egyre fogytak, azaz a talaj termékenysége a növénytermesztés miatt egyre több helyen kezdett csökkenni, ezért itt trágyázni kezdtek. Ennek ellenére még az 1900-as évek elején is jellemzően a délkeleti vidékeken nyomokban megtalálható volt ez a szemlélet (*Prjanisnikov 1940*). Ezt támasztja alá *Viljamsz (In Sarkadi 1952)* nézete is, aki a csernozjomok degradációját a humusz túlzott felhalmozódásával, és így a talajmorzsák közti nem kapilláris hézagok eltömődésével magyarázza.

Európában az 1500-as évektől élénk szerves trágya kereskedelem folyt, de arra is volt példa, hogy Nyugat-Európában a fekálgödröket betemették, illetve hogy higiéniai okok miatt a városok fizettek a fekália elszállításáért (*Kádár 1992*).

A szerves trágyázás gyakorlata a 20. század második felében a műtrágyák széleskörű alkalmazása miatt visszaszorult. Ennek elvi alapjait *Liebig (1840-1876)* (*In: Kádár 1996b*) a 19. század közepén fejtette ki: „A trágya, az emberi és állati ürülék nem szerves alkotóelemei révén hat a növényi életre, hanem közvetett úton, a bomlási folyamatok végtermékei által. (...) A szerves trágyát tehát, mely növények és állatok maradványaiból ill. részeiből áll, azokkal a szerves vegyületekkel lehet helyettesíteni, melyekre a szerves trágya a talajban szétesik”.

A szerves hulladékok tápanyag-utánpótlás céljából történt kezelése mellett tehát a városiasodással, az egységnyi területre jutó népesség növekedésével és az életforma változásával egyre inkább előtérbe került egy másik cél, a hulladékkezelés. Az állattenyésztés intenzívvé válásával a trágya, a közművesítéssel pedig a szennyvíziszap kezelése jelenthet egyre nagyobb problémát.

Ezt az Európai Unió is felismerte, és általános elvként határozta meg a lerakott hulladék szervesanyag-tartalmának csökkentését (*1999/31/EK irányelv*). Ezzel összhangban a magyar hulladékgazdálkodási törvény hulladéklerakásra vonatkozó szabályozásban, a biológiai úton lebomló szerves anyag lerakására korlátozási kötelezettség ír elő. Ennek értelmében törvény ütemezése szerint el kell érni, hogy az 1995-ben lerakott szerves anyag mennyisége 2004-re 75%-ra, 2007-ig 50%-ra, majd 2014-ig 35%-ra csökkenjen (*2000. évi XLIII. tv.*). A szerves hulladékok termőtalajba juttatása tehát ismét növekvő jelentőségű kérdés, amit műtrágyák felhasználásának visszaesése is megerősít.

3.2. Szervesanyagok a talajban

3.2.1. Humuszkutatások eredményei

A humusz a latin „*humus*” szóból származik, melynek jelentése talaj. A humusz a talaj egy bizonyos minőségű szerves anyagát jelöli, mely kapcsolatban van ásványi anyagokkal is, és többnyire a talaj felső rétegében található. A humusz egyrészt eredménye, másrészt fő befolyásoló tényezője az élő talaj – mikroba – növény – állat rendszernek (*Ernst 2004*).

A humusz és a szerves anyag kifejezéseket egymás szinonimájaként is használták a témakörhöz kapcsolódó fogalmak (humusz, szerves anyag, nem lebomlott szerves maradványok, talaj biomassza, humuszanyagok, nem humuszanyagok, stb.) és meghatározási módszerek pontos definiálásától függően. A talaj szervesanyagának kémiai vizsgálata a 18.

század végén indult meg, mikor Achard 1786-ban tőzezből, majd Vaquelin 1797-ben korhadó szilfarostokból vont ki humuszanyagokat híg lúgoldatokkal (*Sarkadi 1958*).

Thaer (1821) (In: Kádár 1996a) a szerves anyagok és a humusz jelentőségét abban látta, hogy keletkezése, összetétele és könnyű oldhatósága folytán a növények életében fontos szerepet játszanak. "Az ésszerű mezőgazdaság alapjai. A trágyázástan." című művében alapvető megállapításokat tesz a szerves hulladékok alkalmazásával kapcsolatban. Többek között megállapítja, hogy a korhadó anyag minőségétől és a körülményektől függően a felszabaduló tápanyagok összetétele is eltérő valamint, hogy a holt szervezetekből visszamaradt anyagok részben újra egyszerű vegyületekké alakulnak, részben pedig összetettebb új anyagokat képeznek, melyek a humuszanyagok, eredetük az életből van és az új élet kialakulásának feltételeit alkotják.

Bár humuszanyagok vizsgálata az 1800-as évek közepétől egyre élénkebben folyik, több alapvető kérdést hosszú ideig nem sikerül tisztázni. *Waksman (1925)* leírja, hogy a talajra kijuttatott szervesanyag egy része gyorsabban, más része lassabban bomlik le, de ennek okát nem ismerte. Ismeretes volt, hogy a talaj mikroorganizmusai aktív szerepet játszanak a humusz képzésében, de azt nem tudták, hogy hogyan és milyen mértékben. A humuszanyagokat, humuszsavakat lúgban, tömény és enyhe savakban való oldhatóságuk alapján minősíti, csoportosítja. A szerző Gedroiz szavait idézte, aki a humusz és az egyéb szervesanyagok egymáshoz való tisztázatlan viszonyát a talajtan leggyengébb láncszemének nevezte, mely a talajosztályozást és számos egyéb kérdést is súlyosan érint.

Tyurin (1951) megállapítja, hogy bár a humuszanyagok a talaj képződésében és termékenységében betöltött szerepe közismert, a témakört átfogó elméleti tételek még csak általánosságban tisztáztak.

Hriszteva (1951) az 1900-as évek elején ún. „szerves ásványi műtrágyák”, azaz barnaszén, és az abból előállított készítmények, valamint az istállótrágyákból, tőzezből kinyert huminsavakból előállított készítmények szabadföldi kísérletekben tapasztalt hatását ismerteti. A barnaszén például Na-, K-, NH₄-acetáttal vagy Ca(OH)₂-dal kezelhetik, míg a tőzeget ammóniákkal. Egy másik lehetőség a huminsavak által meg nem kötött, szabad ammóniák felesleget foszforsavval közömbösíteni. A szerző számos szovjet és külföldi szerzőre utalva megállapítja, hogy ezek a konkrét trágyaszertől függően rendkívül ellentétes hatást fejtettek ki a vizsgált szántóföldi növények fejlődésére és minőségére. A kutatók többsége a humin trágyákat csak ásványianyag tartalom szempontjából tartotta hasznosnak, egyesek a talaj fiziko-kémiai tulajdonságaira gyakorolt hatásában látták a jelentőségét, míg mások az ezekben potenciálisan meglévő fitohormonok, növekedést serkentő anyagok szerepét hangsúlyozták.

Sarkadi (1952) az addig történt humusszal kapcsolatos, gyakran ellentmondásos nézeteket, és az ezirányú kutatások főbb eredményeit foglalja össze, valamint ismerteti az akkoriban ismeretes humuszanyagokat. A legtöbb kutató a humusz szerepét abban látta, hogy befolyásolja a talaj szerkezetét, valamint szabályozza a talaj biológiai életét, azaz tápanyagokat, illetve serkentő vagy mérgező anyagokat juttat a talajlakóknak és a magasabb rendű növényeknek. Vita volt ugyanakkor a különböző humuszanyagok keletkezéséről és funkciójáról illetően, valamint, hogy ezen funkciók hogyan szabályozhatók. Egyik fő kérdés volt a lignin szerepe, valamint, hogy a humusz bomlás vagy szintézis útján jön-e létre.

Az 1950-es években a legtöbb mezőgazdasági termelő és a talajkutatással foglalkozó tudósok egy része is a humuszt a növények által létrehozott szerves anyag bomlási termékének tekinti. Viljamsz azonban vizsgálati adatokra hivatkozva a humuszt inkább szintetikus terméknek tekinti. Kononova a cellulóz szerepét, és ennek aromatikusan vegyületekké átalakulását hangsúlyozta, míg más kutatók (Waksmann, Springer, Scheffer) a lebontásnak ellenálló lignin alapvető szerepét vallották. Ebben az időszakban a humuszanyagokat gyakorlati szempontból könnyen mineralizálható táphumuszra, és nehezebben bomló, acetyl-bromidban nem oldódó tartóhumuszra osztották (*Kreybig 1953, Kemenesy 1956*).

Az ötvenes évek után az agrokémiai kutatásokban a műtrágyák kutatása egyre nagyobb szerepet játszott, de az analitikai eljárások fejlődése miatt a humuszkutatások is újabb eredményekkel gazdagodtak. Mivel a humusz több különböző összetételű szervesanyag keveréke, ezért jellemzése nagyrészt az idővel egyre finomodó frakcionálási eljárásokon alapult. Az 1960-as évek végére tisztázódott, hogy a humuszanyagok a talajba került, elhalt élő anyagból többlépcsős bomlási, majd szintetikus folyamatok során jönnek létre a mikroorganizmusok tevékenysége által, és részben azok anyagcsere termékeiből (*Scheffer és Schachtschabel 1966, Hurst 1967*).

Bizonyos szerves anyagokat nem humuszanyagoknak (egyes szénhidrátok, zsírok, gyanták, nyersfehérjék) míg másokat humuszanyagoknak tekintünk. A humuszanyagokon belül a fulvosavakat, huminsavakat (ezen belül himatomelánsavat, barna és szürke huminsavat), humint és humuszszén különböző töménységű és hőmérsékletű lúgokban, savakban és alkoholokban való oldódásuk alapján különítjük el. Ezen összetevők molekulatömege, polimerizáció mértéke és aktív gyökök számában különböznek egymástól. A különböző módszereken belül a Tyurin-féle frakcionált peptizációs eljárás a humuszanyagokat egymás után fokozatosan oldja ki egyre erősebb előkezelést alkalmazva (*Stefanovits 1975*).

A humuszanyagokat a humifikálódás mértékétől függően nyers humusznak (mor), korhanynak (moder) és televénynek (mull) nevezzük. A televény forma magas biodiverzitással, aktív talajfaunával, gyors humifikációval és mineralizációval jellemezhető. A korhany a fenti tulajdonságokban közepesnek mondható, míg a nyers humuszra lassú humifikáció, alacsony mineralizáció és tápanyag-szolgáltatás jellemző (*Ponge 2003, Ernst 2004*).

Hargitai (1972) a humifikáltság mértékének megállapítására a kétoldószeres (NaF és NaOH) eljárást javasolja, mely viszonylag pontos, objektív minősítést tesz lehetővé. Az oldatok fotometriás extinkciós értékeinek hányadosával a stabilitási számot kapjuk meg, az összes humusztartalom ismeretével pedig a még jellemzőbb stabilitási koefficiens számítható ki. Különböző humuszhozók vizsgálata alapján nagyságrendileg a nyers humuszanyagok és avar 0,001, a tőzegek, láptalajok, istállótrágyák 0,01, podzol és szikes talajok 0,1, a barna erdőtalajok 1, míg a csernozjom talajok 10 körüli koefficiens értékkel jellemezhetők.

Hempfling et al. (1990) a humusz összetételének hatását vizsgálva megállapította, hogy a szénhidrátok, kondenzált ligninek, kötött zsírsavak és az alifás polimerek a legfontosabb összetevők, amelyek a mezőgazdaságilag művelt talajok fizikai/mechanikai stabilitására hatnak.

A humuszkutatások egyik fő tanulsága, hogy a környezeti tényezők, mint az éghajlat, a talaj fizikai szerkezete és vízgazdálkodási tulajdonságai, a talaj tápanyagkészlete, kémiai tulajdonságai (pH) és a talajt borító növényzet alapvetően meghatározzák a talajban végbemenő lebomlási folyamatokat, és így a szervesanyag mennyiségét és minőségét.

A másik eredmény a humusz képződésére vonatkozóan annak felismerése, hogy miután a szerves maradványok egyszerűbb alkotóelemeikre (monomerekre) bomlottak, jellemzően beépülnek a mikroorganizmusokba, részt vesznek azok anyagcsere-folyamataikban, majd az átalakult monomerek egymással reakcióba lépve nagy molekulatömegű polimerekké állnak össze (*Stevenson 1986*).

3.2.2. A humusz szerepe a növény táplálásban és környezetvédelemben

A humusz talajtermékenységben betöltött szerepe alapvető. A talaj szerves anyagainak alakulása és a talajképződési folyamatok kölcsönösen hatnak egymásra. A szerves anyag képződése ezért az adott talajra jellemző, minősége és mennyisége eltérő, és ezek együttesen alakítják ki a talaj termékenységét (*Németh 1996*).

A humusz befolyásolja a talaj tápanyag-, víz- és hőgazdálkodását; makro- és mikroelem-utánpótlást nyújt; a tápanyagokat megőrzi és felvehetőségüket befolyásolja; serkenti a

mikrobiológiai folyamatokat; hatása van a talajok kationcserélő képességére, pufferkapacitására, és így a felhasznált műtrágyák hatékonyságára is; megköti a szennyezőanyagokat, nehézfémeket; megakadályozza a gyors pH változásokat; befolyásolja a talajok térfogattömegét, sűrűségét, porozitását, szerkezetét; szerves-ásványi kötések keresztül javítja a talajszerkezetet, így hatása van a művelhetőségre; a kötött talajokat lazítja, a homoktalajok kolloidtartalmát növeli (*Stevenson 1982, Ábrahám et al. 1987, Stefanovits et al. 1999*).

Hargitai (1989) vizsgálatai alapján a jó minőségű, nagy stabilitási koefficiensű humuszanyagok kelátképző tulajdonságaik révén megköthetik a nehézfémeket, ezért a környezeti terhelések kompenzálásában lényeges tényező a humuszkészlet mennyisége és minősége. Különösen nagy a humuszanyagok megkötő-képessége a veszélyes organofil nehézfémekre, mint a Pb, Cd, Ni.

A szerző ezért kidolgozta a környezetvédelmi humuszminőségi alapértéket (R), valamint az általános és speciális (EPC_G és EPC_S) környezetvédelmi kapacitást. Ezek a humuszminőségi jellemzőkkel, a humuszkészlettel és a talajréteg vastagságával számolnak. Az speciális környezetvédelmi kapacitás egyik változata a különböző N-formákat is figyelembe veszi. A környezetvédelmi kapacitás-értékek a humuszkészletet valamint a nagy stabilitási koefficiensű humuszanyagok nagyobb az adszorpciós képességét és nagyobb számú funkcionális csoportját veszi alapul, ami több lehetőséget biztosít a környezetet terhelő faktorok kivédésére (*Hargitai 1983, 1993*).

Stefanovits és Dombóváriné (1985) szerint a talaj környezeti tűrőképességét a humusztartalmán kívül az agyagos rész mennyisége, az agyagásványok minősége, valamint a talaj mészállapota, illetve kémhatása is meghatározza. Egy átlagos 2-3% humuszt és 20-30% agyagot tartalmazó talajban az adszorpcióképesség 70%-áért az agyagtartalom felelős, tehát lényeges a különbség a homokos és agyagos talajok tompító és tűrőképessége között. Ezért *Stefanovits (1989)* a talaj környezeti tűrőképességi értékét (EBCS) a pH és CaCO₃%, a humuszminőség, valamint az anyagásványok mennyisége és összetétele alapján javasolja kiszámítani.

Később a talaj speciális környezeti tűrőképességének fogalmát is bevezeti, mely egy meghatározott károsító hatással (savasodás, szikesedés, nehézfémek, szerves szennyezők, stb.) szemben hat. A szerző megerősíti, hogy a nehézfém szennyezéssel szemben a talaj tompítóképeségét elsősorban a szervesanyag mennyisége és minősége határozza meg (*Stefanovits 1995*).

Látható tehát, hogy a szervesanyag növénytáplálásban betöltött szerepe többszörös. A mineralizációval közvetlenül nitrogént, foszfort és kén-t szolgáltat a növényeknek. A mikroorganizmusok, így például a N-kötő baktériumok számára viszont fontos energiaforrás, ezen kívül a kedvező talajszerkezetért is felelős lehet, így közvetetten is hozzájárul a növények tápanyag-utánpótlásához. A szervesanyag-tartalomnak a környezetvédelmi szerepe is jelentős a károsító hatások, azok közül is elsősorban a nehézfém szennyezés káros hatásainak tompításában a szervesanyag mennyiségétől és minőségétől függően.

3.3. A szervesanyag-kezelés gyakorlata

3.3.1. Istállótrágyák

3.3.1.1. Istállótrágyák kezelése

Az egyes kezelési eljárások alapvetően az érlelés során kialakult legmagasabb hőmérsékleti érték tekintetében különböznek egymástól, így megkülönböztetünk hideg (30°C), meleg (40°C) és forró (60°C) eljárásokat. A hőmérséklet a trágyakazal levegőzöttségének mértékétől és időtartamától függ, mert aerob körülmények között intenzívebb a szervesanyag bomlása, ami hőképződéssel jár. A hőmérsékletet tehát befolyásolja az ürülék és az alomanyag minősége, mennyisége, a nedvesség, a kazal tömörítésének mértéke, a rétegek egymásra rakása között eltelt időtartam, a kazal magassága, valamint a készülő illetve kész kazal esetleges takarása (*Loch és Nosticzius 1992*).

Prjanisnikov (1940) szerint a trágya 6-7 hónapos tárolása alatt átlagosan 30%, sőt trágyalé elcsurgással 50% körüli N veszteséget is elér, de különleges eljárásokkal ez 10-15%-ra csökkenthető. Optimális, ha a napi trágyaadagot minél kisebb felületen osztják szét, lerakáskor nyomban tömörítik, majd egy újabb réteget raknak rá. A tömörítés következtében a levegő kiszorul, így csökken a nitrogén veszteség. Ennek hőmérséklete sem emelkedik magasra, így hidegen erjesztett trágya lesz belőle. Krantz ezzel szemben azt javasolja, hogy a trágyát először lazán rakják le 1 méter vastag rétegbe, hogy az erősen felmelegedjen, és csak 2-4 nap után tömörítsék. Erre később ugyan így újabb réteget lehet rakni 3-4 m-es magasságig, majd szintén földdel befedni. *Prjanisnikov* megállapítja, hogy a Krantz módszer jobb, mint a közönséges, rendszertelen trágyadombi lerakás, de nem jobb, mint a nyomban tömörített, hidegen elkészített istállótrágya, melynél a N veszteség a laza lerakás negyede, a Krantz módszernek pedig alig több mint egyharmada. A szántóföldre kihordott és be nem szántott istállótrágya esetében hőmérséklettől és szélviszonyoktól függően 1-5 nap alatt 12-15% is lehet a nitrogén veszteség, ezért azt a lehető leghamarabb be kell dolgozni.

id. Várallyay (1942) a különböző trágyakezelési eljárások mindegyikét alkalmasnak tartja a maga helyén, de általánosságban a kis fedő felülettel készített, száradástól és elillanási veszteségektől oldalt is védett, nyirkosan és tömötten tartott rakásokat ajánlja. Nagyüzemekben szakaszosan készített és magas rakások kialakítása célszerű.

Viljamsz (1950) nagyra értékeli az istállótrágya ásványi tápanyagait, de kiáll a magas hőmérsékletű trágyaérelés mellett a kórokozók és kártevők csökkentése miatt. Az istállótrágya aerob bomlását, érési sebességét a trágyalével öntözésének gyakoriságával javasolja szabályozni.

Sarkadi (in Kreybig 1953) felveti a trágyakezelés módjának és a trágyával elérni kívánt célnak az összehangolását. „Az istállótrágyakezelés fő célja nincs eldöntve: a tápanyag és szervesanyag tartalom megőrzése, vagy a sok jó minőségű humuszt tartalmazó trágya előállítására?” Az érlelés során bár jó minőségű humusz keletkezik, a tápanyagok egy része is elvész, viszont az érés a talajban is végbemehet és a felszabaduló tápanyagokat és szerves anyagokat a talaj és a mikrobák megkötik.

Nizsalovszki (1953) a trágya kezelését és alkalmazását gyakorlati szempontok szerint javasolja megoldani, tehát a mélyszántás befejezéséig a rendelkezésre álló vagy felhasználandó istállótrágyát érdemes kihordani, az ezután keletkezőt pedig kazlakban érlelni az újabb felhasználásig.

Láng (1954) szerint a friss istállótrágya azonnali felhasználása ugyan alacsony veszteséggel jár, a heves bomlás és az elszaporodó baktériumok ugyanakkor károsan hatnak a növények fejlődésére. Ezért szükség van az erjesztésre és érlelésre, amit a nedvességtartalom beállításával és a tömörítéssel szabályozhatunk. A friss trágyából körülbelül 3 hónap alatt lesz érett trágya, ha megfelelő a nedvességtartalom, a hőmérséklet 70°C fölé ment, és a szükséges mikroorganizmusok is jelen vannak. Az alom és az ürülék helyes arányának kialakításával trágya kezelését már az istállóban meg kell kezdeni.

Sarkadi és Horváth (1955) különböző nagyüzemi szakaszos trágyakezelési eljárásokat vizsgáltak. N tartalom szempontjából előnyösebb volt az egyszakaszos lerakás a 2-3 szakaszos, azaz 2-3 naponta lerakott kezelésnél és a hideg, azaz taposott, tömött erjesztés a taposás nélküli melegnél. A szervesanyag-tartalom és a kukorica teszt növény termése viszont nem mutatott jelentős különbséget a trágyák között. A meleg eljárással épült kazalnál történt a legnagyobb N veszteség, ami 30-40%-kal haladta meg a tömött kezeléseket. Összességében a különböző szakaszos trágyakezelési módszerek között a szervesanyag- és tápanyagvesztés szempontjából nem volt nagy különbség.

Fekete et al. (1957) 10 különböző szerves trágya laboratóriumi összehasonlító vizsgálatát végezték el. A kiugróan magas 3,11% P_2O_5 tartalma miatt a bio-komplexnek volt a legmagasabb tápanyagtartalma valamennyi vizsgált trágyaszer közül, ami 64% tőzefekál trágyát, 5% pétisót, ugyanennyi kálisót, 3% csontlisztet és 2% melaszt tartalmazott. A 20% földet tartalmazó, földdel együtt érlelt istállótrágya gazdagabb volt humuszanyagokban és stabilabb humuszanyagok jellemezték, mint a szokásos kezelésű istállótrágyát. Az istállótrágyák közül a Kolbai-féle betonlapos kezelésű trágya tápanyagtartalom és humuszminőség szempontjából is értékesebb volt a szokásos kezelésű trágyánál.

A betonlapos erjesztést naponta keletkező kis trágyamennyiség mellett célszerű alkalmazni. A betonlapok a trágyakazal lapos tetején vannak, ha újabb trágya kerül a kazalra, akkor ott egy részen a lapokat felemelik, lerakják a trágyát majd lefedik. Ezzel az eljárással a trágya védettebb, megfelelő almozás mellett nem túl tömött vagy laza, nem szárad ki, ugyanakkor a felesleges nedvesség a kazal oldalain távozni tud (*Ángyán et al. 2003*).

Sarkadi (1964) szerint általános megközelítésként kis alapterületen naponta megfelelő mennyiségű (200-400 kg/m²) friss trágyából 2,5-3 m magas kazal rakása ajánlott. Az erjedés során végbemenő bomlási és szintézis folyamatok egyensúlyhoz vezetnek, melynek eredményeképp kb. 20:1 C/N arányú szervesanyag jön létre. Így a tág C/N arány esetén az érlelés során elsősorban széndioxid, szénmonoxid és metán szabadul fel, míg ha szűk ez az arány, akkor nagyobbak a nitrogén veszteségek.

Kovács (1971) szerint a trágyaerjesztés alapvető oka szerves hulladékok fizikai és kémiai tulajdonságainak javítása a gyakorlati követelmények szerint, azaz rakodásra, szállításra, szórásra alkalmas szerkezet, legfeljebb 20:1 C/N aránnyal jellemezhető lebomlottság és a minél kedvezőbb beltartalom. A mezőgazdasági üzemekben általánosan alkalmazott szakaszos kazalos trágyaerjesztés során előálló N-veszteséget kb. 40%-ra becsüli és e helyett 3-4 napos előerjedés utáni árasztásos, anaerob erjesztést javasol.

Ábrahám (1980) szerint trágyázás után bizonyos ideig várni kell a vetéssel, ezen kívül a friss trágya nem vagy csak nehezen teríthető szét, tehát kezelésre és tárolásra van szükség. A kezeléskor fő szempont, hogy a tápanyagokból, a trágya értékéből a lehető legkevesebbet veszítsen, valamint ne szennyezze a környezetet és a patogén szervezetek nagy része pusztuljon el. Korábban szalma- és kukoricatrágyát is erjesztettek az istállótrágyához hasonlóan, de gazdasági okokból már a 80-as években sem alkalmazták ezt az eljárást, legfeljebb nyersen erjesztés nélkül juttatták a talajba.

Debreczeni (1973) az iparszerű szarvasmarha telepeken keletkezett szarvasmarha hígtrágya kezelési lehetőségeit vizsgálta öt különböző bélsár, vizelet, víz és szuperfoszfát tartalmú

hígtrágyával. Az össz. N tartalom a friss hígtrágyában 0,31-0,38% volt, ennek 33-49%-a ammónium-nitrogén, 4-8%-a pedig nitrát-nitrogén formájában. A kéthónapos tárolási idő alatt augusztus elejétől október elejéig a N tartalom átlagosan 0,36%-ról 0,34%-ra csökkent. A víz elvileg a N veszteséget csökkentheti, mert a levegőt kiszorítva a trágya nem melegszik, így az ammónium nem kényszerül gáz alakba, a mégis felszabaduló ammóniát pedig a víz megköti. A kísérleti eredmények szerint azonban a hozzáadott víznek nem volt ilyen hatása és a szerző szerint a szakirodalomban is hasonló eredményekről számolnak be. A szuperfoszfátnak nitrogénmegőrző szerepe szintén nem volt tapasztalható.

Szabadföldi kísérlet adatai szerint a komposztálás alatti N veszteség 19-42%, a C veszteség 46-62% is lehet. Ezt legalább 92%-ban az ammónia volatilizációja okozta, a nitrát és ammónium kimosódása csak kevesebb, mint 0,5%-ban járult hozzá a veszteséghez. A foszfor veszteséget elsősorban kimosódás okozta, de 2% alatt maradt. A K és Na kimosódása csapadékos években 6,5% feletti, szárazabb évben 2% alatti volt, míg a Ca és Mg 6% alatti kimosódást mutatott (*Eghball et al. 1997*).

Az istállótrágyákkal végzett kísérletek egyik fő tanulsága, hogy nincs általánosan alkalmazandó módszer, és nem lehet a trágyakezelést merev receptek alapján végezni. A kazalépitéskor a friss trágya minőségét, a trágyázandó talaj minőségét, az időjárási tényezőket, a kijuttatás időpontját és az üzemszervezési körülményeket is figyelembe kell venni, de törekedni kell a kezelés egyszerűségére is. Mindezeket áttekintve lehet az aktuálisan legmegfelelőbb eljárást meghatározni.

3.3.1.2. Istállótrágyák hatása

Az alkalmazandó trágya minősége talajtípus szerint változhat, ahogy azt *Thaer (1821)* (*In: Kádár 1996a*) is hangsúlyozza, és megállapítja, hogy „a hosszúsalmás éretlen trágya haszontalan, sőt káros is lehet a száraz, laza, kihasznált sovány talajon”. A trágyaszereket eredetük szerint minősíti és felhasználásukra javaslatot ad: a gyorsan bomló lótrágyát nedves, hideg, agyagos talajokra ajánlja, a tartós hatású marhatrágyát inkább a lazább „meleg talajokra”, míg a juhtrágyát nedves, mély fekvésű elsavanyodott földekre akár nagyobb mennyiségekben is.

Balláné (1958) tenyészedényes kísérletben vizsgálta érett, félérett és friss istállótrágya hatását rozsra négy hetes tenyészidő alatt. A félig érett (termosztátban 6 hétig érlelt) és friss trágya depressziót okozott, mikor a vetés közvetlenül a trágyázás után történt, viszont kijuttatás után 3 héttel már ez nem volt tapasztalható. A N felvételben még az érett istállótrágya is 3-9%-os csökkenést okozott. Friss istállótrágya esetén ez a hatás fokozott volt.

Az istállótrágyát nem szabad elsősorban N trágyának tekinteni, mert a vetés előtt négy hónappal talajba juttatott trágya esetében is minimumban van a nitrogén a P-hoz és K-hoz képest.

Egerszegi (1952, 1959) megállapította, hogy a rendszeres és bőséges szerves trágyázás nem növeli a laza homoktalajok humusztartalmát, mert a gyakori szántás és talajlazítás miatt a szervesanyag mineralizációja gyorsabban végbemegy, mint az a humuszanyagok kialakulásához szükséges lenne. Ha csak a talaj keskenyebb felső rétegét műveljük és trágyázzuk, akkor a gyökérzet tömege is csak ebben a kiszáradásra érzékeny rétegben fejlődik ki. A szerző örbottyáni (akkoriban öriszentmiklósi) meszes homoktalajon kukoricával, cirokkal és franciaperjével beállított kísérletei alapján a homoktalajok réteges javítását javasolja. Ha a szerves trágyát mélyebb rétegben helyezzük a talajba, ahol szokásos talajművelést már nem végzünk, akkor az bolygatatlan marad a későbbiekben, lassabban bomlik el, így hatása tartósabb és felhasználása gazdaságosabb. A homok biológiai, kémiai és fizikai paramétereinek hatékony javításához legalább 1 cm vastag trágyaréteg, azaz 65000 kg/ha adag szükséges. A rétegzett kijuttatás kedvező körülményeket teremtett a stabilabb, tartósabb szervesanyagok, humuszanyagok kialakulásának. A réteges homokjavítás eredményeképpen a növényi gyökerek tömege 2-3-szoros volt a felszíni istállótrágyázott, szántott vagy műtrágyázott kezeléshez képest, és jellemzően az alsóbb régiókban is nagy tömegben voltak jelen, így garantálva a nagyobb és biztonságosabb hozamot.

Klimes-Szmik (1955) hasonló eredményeket kap meszes és enyhén savanyú homoktalajon, burgonya tesztnövényvel beállított aljtrágyázási kísérletekben. Bár az aljtrágyázott kezeléseket a növényi fejlődés a kezdeti szakaszban elmaradt a felszíni trágyakezeléstől, a gyomosodás is kisebb volt, mert a csirázó gyommagvak sem jutottak hozzá a trágyázott réteghez.

Láng (1961) a réteges homokjavítás és a felszínközeli istállótrágyázás hatásait hasonlította össze szabadföldi kísérletben az MTA TAKI örbottyáni kísérleti telepén. A 60 t/ha trágyaadagot egy alkalommal juttatta ki. Az első évben a kukorica csőtermése 34%-kal, a másodikban a burgonya gumótermése 92%-kal, a harmadik évben termesztett rozs szemtermése pedig 88%-kal növekedett a réteges homokjavítás hatására. A negyedik évben a homoki bab zöldtömege és a maghozama megkétszereződött a felszíni istállótrágyázott kezeléshez képest. Az elemtartalmat illetően a réteges homokjavítás növelte a kálium tartalmat, de csökkentette a kalcium és részben a magnézium mennyiségét.

Hepp (1968) szintén az örbottyáni kísérleti telep karbonátos homok talaján vizsgálta istállótrágya, szecskázott kukoricaszár, zöld somkóró, valamint a művelés mélységének

hatását termésre. 60 t/ha istállótrágya, valamint ennek 23 t szárazanyagának megfelelő szárazanyag súlyú, felszeckázott, leveles kukoricaszár és fehérvirágú somkóró első évi zöldtömege lett felhasználva. Ezeknek az istállótrágya, kukoricaszár és somkóró esetében sorrendben 419, 186, 650 kg N, 356, 119, 128 kg P₂O₅ és 470, 63, 147 kg K₂O tartalma volt. Bár a leveles kukoricaszárnak elmarad a tápanyagtartalma, mégis az istállótrágyához hasonló termésmenvelő hatása volt szemeskukoricára és rozsrá. A somkóró ezzel szemben az előző két kezelés termésátlagának közel dupláját produkálta. A felszínközeli és az 50 cm mélységű (réteges) szervesanyag elhelyezés nem eredményezett szignifikáns különbséget.

Sarkadi (1975) szerint az istállótrágya hatásáról kialakult ellentétes vélemények egyik oka, hogy az istállótrágya minősége, kémiai összetétele meglehetősen tág határok között ingadozik. Az erősen szalmás, ezért tág C:N arányú istállótrágya átmenetileg növeli a N-műtrágya-igényt, míg az aránylag sok, könnyen oldható nitrogént tartalmazó istállótrágya jelentős N-forrás. További ellentmondásokat okoznak a hatásokat és kölcsönhatásokat vizsgáló szabadföldi kísérletek eltérő környezeti viszonyai. Hús hazai és nemzetközi forrásmunka 100 q átlagos istállótrágya összes N-tartalmát 40-55 kg-ra (többségük 50 kg-ra), a P₂O₅ tartalmát 20-30 kg-ra, (többségük 25 kg-ra), K₂O-tartalmát 45-70 kg-ra (többségük 60 kg-ra) becsüli. A szerző saját, 1955-ös vizsgálatai szerint a különböző gazdaságokból begyűjtött istállótrágya-minták összes N-tartalma 0,3-0,8, P₂O₅ tartalma 0,2-0,6, K₂O-tartalma 0,5-1,1% között ingadozott.

Pratt et al. (1973) az istállótrágya adagokat a trágyák N szolgáltató képessége alapján javasolja meghatározni. A szerves N formák mineralizációjának mértéke és sebessége különböző trágyaféleségek esetében eltérő, de hozzávetőlegesen meghatározható, így megkapjuk az úgynevezett „lebomlási sort” (decay series), mely az összes N százalékában kifejezi a kijuttatás utáni első 3-4 évben a trágya által szolgáltatott N arányát. Egy 25% nedvességtartalmú, 1,5% N-t (szárazanyagban) tartalmazó istállótrágya esetében ez 35 – 15 – 10 – 5% az első 4 évre, míg a gyorsan bomló baromfitrágyánál 90 – 10 – 5% az első 3 évben. A százalékok mindig az aktuális évre maradók, még nem mineralizálódott N százalékos arányát jelentik, tehát a baromfi trágya esetében a trágya összes N tartalmának 90%-a szabadul fel az első évben, míg a 2. évben a maradék tíz százaléknak a 10%-a szabadul fel, majd a 3. évben a trágyával kijuttatott N mennyiségből fennmaradt kilenc százaléknak az 5%-a mineralizálódik.

A trágyák foszfortartalmát szintén számításba kell venni, és hasonló lebomlási sort kell megállapítani, ami istállótrágya esetében hozzávetőlegesen 40 – 20 – 10 – 10%, vagy 60 – 20 – 10 – 10% lehet a trágya és a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaitól függően. A tényleges N

és P lebomlási sebességet a trágya minőségén kívül egyéb tényezők is befolyásolják, mint a talaj minősége, a csapadék és hőmérsékleti viszonyok (*Eghball 2002*).

Az istállótrágyák adagjának meghatározásakor fontos szempont azok sótartalma. Ezért a maximális adagok kiszámításánál az évi átlagos csapadékmennyiséget, a trágya sótartalmát, és a talaj vízgazdálkodási tulajdonságait is figyelembe kell venni (*Gilbertson et al. 1979*).

Az 1960-as évektől a műtrágyák és kemikáliák mezőgazdasági hasznosítása hirtelen megnövekedett. Ezzel párhuzamosan az istállótrágyák alkalmazása drámaian háttérbe szorult, szerepük csökkent, pedig a talaj szervesanyag tartalma fontos szerepet játszik a talajtermékenység szempontjából (*Hargitai 1984*).

A klasszikus állati trágyák a talajvizeket előzetes stabilizálásuk miatt nemigen károsítják. A hígtrágya viszont a nitrogénterhelés döntő részét olyan koncentrációban tartalmazza, ami a növényzet kiégetését, s egyben a talajok veszélyes túladagolását, s azzal együtt a talajvíz szennyezését is okozhatja. A hígtrágya a növényzetre csak hígítva juthat, különben csak a vegetációs időszakon kívül helyezhető ki (*Kárpáti 2003*).

Az USA-ban Nebraska államban komposztált és nem-komposztált marhatrágya hatását vizsgálták szabadföldi kísérletben 3 éven keresztül vályogos agyagtalajon. A komposztált és nem-komposztált trágya sorrendben 8,5 és 11,7 g/kg N-t, 3,6 és 3,4 g/kg P-t, 208 és 47 mg/kg NO₃-N-t, valamint 88 és 751 mg/kg NH₄-N-t tartalmazott. Az évenkénti 23 t/ha trágya adag hasonló hatást fejtett ki, mint a 36 t/ha trágyakomposzt kezelés; a kontroll 4 t/ha kukorica termését 6,0 t/ha-ra, míg az összes N felvételt 50 kg/ha-ról 88 kg/ha-ra növelték a három év átlagában (*Eghball és Power 1999a, b*).

Az átlag 9 g/kg CaCO₃-ot tartalmazó szervestrágya kezelésekre hatására a talaj pH-ja igazolhatóan nőtt 6,46-ról 6,7-re. A komposztált és nem-komposztált trágyával kijuttatott szén mennyiségének 36% és 25%-a maradt a talajban kijuttatás után 4 évvel (*Eghball 2002*).

Ugyan ebben a kísérletben a trágyák N-hasznosulását is vizsgálták. Az előző év őszen kiadott komposztált trágya szerves N tartalmának 11%-a mineralizálódott a kukorica vegetációs időszakában, míg a nem komposztált trágya esetében ez 21% volt. A komposztálás tehát csökkenthette a könnyen mineralizálódó szerves nitrogénformák mennyiségét. A nitrogén mineralizációjára szignifikáns hatása volt a napi hő összegnek (*Eghball 2000*).

Miller et al. (2009) 13, 39, 77 t/ha (sz.a.) friss illetve komposztált marhatrágya hatását vizsgálta takarmány árpa termésére és elemfelvételére szabadföldi körülmények között öntözéssel, agyagos vályog talajon. A komposztálásnak nem volt igazolható hatása, az alom anyaga viszont befolyással volt: a széna alom nagyobb növényi N- és P-felvételt eredményezett, mint a faforgács alom.

Loncaric et al. (2009) értékelési rendszert dolgozott ki a szerves trágyákra. A trágya fizikai, kémiai paramétereire, tápanyagkészletére, környezetre gyakorolt hatására különböző indexszámokat javasol használni, mely alapján a különböző szerves trágyaszereket objektíven lehet értékelni, és egymással össze lehet hasonlítani.

Amint a vizsgálatokból kiderül, a szerves trágyák lényeges tulajdonsága, hogy komplex trágyák, tehát többféle tápanyagot szolgáltatnak a növények számára, és tartós hatásúak, mert a mineralizáció mértékétől függően a tápanyagokat egyenletesen teszik a növények számára felvehetővé. Ezenkívül javítják a talaj szervesanyag készletét és szerkezetét, valamint serkentik a mikrobiológiai folyamatokat, és komoly szerepük van az anyagok biológiai körforgásának elősegítésében is.

3.3.1.3. Istállótrágyák hatása a műtrágyákhoz képest

A műtrágyák megjelenését követően több kísérletnek is célja volt az istállótrágya és egyéb szerves trágyák trágyahatásának összevetése a műtrágyákéval.

Balláné (1964) összefoglalta a világ ismertebb tartamkísérleteinek eredményeit. Az istállótrágya és a műtrágya hatását a világon beállított kísérletek jellemzően kétféle módon vizsgálták: azonos tápanyagtartalmú trágyák formájában (pl. Askov és részben Halle), vagy a gyakorlat szokásainak megfelelő adagokat alkalmazva (pl. Rothamsted, Lauchstadt, Dikopshof). Azonos hatóanyag-tartalom mellett a műtrágyázás 10-20%-kal jobb eredményt adott jellemzően kalászos növények esetében. Az istállótrágya esetenként a burgonya, répa és gyepkeverék termésére hatott előnyösebben. Az istállótrágya sok szempontból kedvezően hatott a talajra: éghajlattól és talajtípustól függően 20-30, de akár 100%-kal növelte a humusztartalmat, a trágyázás megszűnése után hosszantartó utóhatása volt, javította a talaj fizikai és kémiai tulajdonságait, mikroelemekkel is ellátta a talajt és a mikroorganizmusok számát is nagyban növelte. Azonban az évtizedeken keresztül végzett kiegyenlített műtrágyázással is lehetséges volt nagy terméshozamokat elérni, az istállótrágya tehát több évtizedes növénytermesztés esetén sem volt nélkülözhetetlen.

Az istállótrágya és műtrágya hatásának összehasonlítására Martonvásáron állítottak be tartamkísérletet csernozjom talajon. Az istállótrágyákkal és a műtrágyákkal azonos mennyiségű N (100 kg/ha/év) és P₂O₅ (62-73 kg/ha/év) került kijuttatásra. A kísérlet 12 évét összegezve istállótrágya 40%-kal, a műtrágya 60%-kal növelte átlagban a kukorica és búza termését a kontrollhoz képest. Műtrágyázás esetén a növény átlagosan 16%-kal több nitrogént vett föl a kiadott mennyiségnél, ami légköri N megkötésből, csapadékvízből vagy a talaj N készletéből származhatott. Istállótrágyázás esetében viszont a nitrogén mérlege pozitív volt

átlagosan 7%-kal. A foszfort pozitív mérleg jellemezte: évi 20-40 kg/ha P_2O_5 -dal dúsult a talaj. A foszfor érvényesülés értékei nagymértékben ingadoztak, ezen értékeket 60-70%-ban a N/P arány határozta meg. A martonvásári kísérletben elegendő volt az 1:0,5 N:P arány, ennél nagyobb foszforadagot nem tudott a növény hasznosítani (*Balláné 1973*).

Keszthelyen többek között szintén a kétféle trágyaszer összehasonlítását célozták az 1960-as években Láng Géza és Kemenesy Ernő által beállított tartamkísérletek. A barna erdőtalajon beállított kísérlet első 20 évének tartamhatás eredményeit *Németh (1983)* mutatja be. A gabonaegységben kifejezett évi 5-6 t/ha-os terméshozam az istállótrágya esetében 0,3-0,9 tonnával maradt el az azonos hatóanyagtartalmú műtrágyázáshoz képest a trágya dózistól függően. A talaj humusztartalma a műtrágyázott parcellákon nem szignifikáns mértékben csökkent, míg az istállótrágyázott parcellákon 0,11-0,27%-kal megnőtt a műtrágyázottakéhoz képest a 20 év alatt.

Kismányoky és Tóth (1997) a fent említett tartamkísérlet több évtizedes adatait vizsgálva megállapították, hogy a megfelelő műtrágya adagok felül kijuttatott istállótrágya a kukorica esetében terméstartást eredményez, míg a búza esetében nem.

Tóth és Kismányoky (2001) szerint a műtrágyázás önmagában is képes a talaj szervesanyag-tartalmát növelni, azonban a 2080 kg NPK/ha/5 év műtrágyázás ilyen irányú hatása 35t/ha/5 év istállótrágya kezeléssel még tovább fokozható.

Hoffmann et al. (2008) szintén a fenti kísérlet 1998 és 2007 közötti eredményeit vizsgálva azt találták, hogy az istállótrágyázott parcellák kukorica és búza terméshozama átlagosan 85%-át éri el a műtrágyázott parcellákénak.

Kismányoky és Kiss (1998) 1983-ban Keszthelyen beállított, a Nemzetközi Szerves- és Műtrágya Kísérletbe kapcsolódó szabadföldi tartamkísérlet eredményei alapján megállapítják, hogy a 3 évre kiadott 35 t/ha istállótrágya másod- és harmadéves utóhatása mind a 40-50, mind a 80-100 kg/ha N-műtrágyázási szinteken szignifikáns termésnövekedést tud előidézni az őszi búza és az őszi árpa esetében is. Az istállótrágya kijuttatása akár 25-30%-kal csökkentheti a N-műtrágya igényt azonos termésszint biztosítása mellett.

Sarkadi (1975) szerint az istállótrágya szemterméshozam-növelő hatását a műtrágyáénak mintegy 2/3-ára ($66\pm 5\%$) tehetjük. 100 q istállótrágya összes N- P_2O_5 - K_2O -tartalmát 50-25-60 kg-ra becsülve, 30-25-60 kg N- P_2O_5 - K_2O műtrágya-egyenértékkel számolunk négyéves időtartamra. Az istállótrágya N és különösen a K hasznosulása esetében fontos a növényi sorrend, a kukoricák ugyanis lényegesen nagyobb mértékben hasznosították az istállótrágya K-tartalmát, mint a kalászosok. A hatékonyságot ugyanakkor egyéb tényezők is befolyásolják, mint például a trágyázott talaj tulajdonsága, a takarmányozás, az almózás, a

kezelés vagy az alászántás módja. Tíz tonna átlagos összetételű istállótrágya alászántásakor a N-műtrágya igényt nagy átlagban az első évben mintegy 20 kg-mal, a második évben 10 kg-mal, a P₂O₅ igényt az első évben 15, a második évben 10, a K₂O igényt az első évben 40, a másodikban pedig 20 kg-mal kevesebbre célszerű becsülni. A szalma vagy kukoricaszár alászántásakor a K₂O-igény mázsánként mintegy 1 kg-mal kevesebbre becsülhető. A N-igény viszont, ha egyébként a tervezett termésszinthez szükséges N nem érne el a 120-150 kg/ha-t, úgy mázsánként 0,5 kg-mal többre becsülendő.

Hargitai (1984) a szervestrágyázás humuszgyarapító hatását hangsúlyozza és külföldi valamint hazai tartamkísérletek eredményei alapján megállapítja, hogy ha az istállótrágyát és a műtrágyát együttesen adják, akkor a talajok mobilis és összes N készlete is jelentősen növekedhet.

Árendás és Csathó (1994) azonos NPK-hatóanyagú szerves- és műtrágyázás hatását vizsgálták az ország 13 pontján beállított 34 kísérlet adataiból. A műtrágya formájában évenként kijuttatott hatóanyag mennyiség termésszínvelő hatása a periodikusan istállótrágyázott kezelésekkel összehasonlítva nagyobb volt, kivéve agyagtalajon. A kötöttség növekedésével az 1 kg hatóanyagra jutó termésszínvelő hatások közötti különbségek a műtrágya- és istállótrágya-kezelések esetében csökkentek. A relatív termésszínvelő hatások (100 x ist.tr. / műtr., %) értékei szerint homoktalajon a szervestrágyázott parcellák eredménye csupán 85%-át érte el a műtrágyázottakénak, ugyanakkor agyagtalajon 10%-kal meghaladták azokat. A humusztartalom és AL-oldható K₂O₅ tartalom esetében szintén ez a trend figyelhető meg. Az 1% humusztartalmú, illetve a 100 mg/kg AL-K₂O₅ tartalmú talajokon a szervestrágya hatása 80% körüli, míg 3% humusztartalom vagy 300 mg/kg esetében 90%, de ennél magasabb H% vagy AL-K₂O₅ értékeknél már nem nő a szervestrágyázás relatív hatékonysága.

Michéli és mts. (1993) az Országos Műtrágyázási Tartamkísérlet Hálózat (OMTK) hat különböző helyszínének 20 éves tartamhatás adatai alapján vizsgálták és hasonlították össze az NPK műtrágyázott (250 kg N, 200 kg P₂O₅ és 200 kg K₂O /ha/év) és kontroll parcellák humusz mennyiségének és minőségének változását a szántott rétegben. A humusz mennyiségileg hibahatáron belül változott, tehát nem volt érdemi hatás. A műtrágyázott kezelésekben viszont a kisebb frakciók aránya nőtt, míg a nagyobb molekulású frakciók aránya jelentősen csökkent. A kisebb humuszfrakció arányának növekedése a talaj aktuális tápanyagszolgáltató-képessége szempontjából kedvezően értékelhető. Ugyanakkor a nagyobb molekulák felelősek a szervesanyag tartalom stabilitásáért, így közvetlenül hatnak számos talajfizikai, talajtermékenységi és környezetvédelmi paraméterre is.

Kompolti tartamkísérletek szerint az istállótrágya N tartalma 60-100%-ban érvényesül, ha műtrágyával és megfelelő tápanyag-ellátási szinten alkalmazzuk. Kecskeméti 24 éves kísérletben az istállótrágya növelte az N, P és K műtrágyák hatékonyságát és az aszályos évjáratokban kiemelkedő termésnövelő hatást eredményezett. Az érett istállótrágya N-jének csak mintegy 20-30%-a könnyen oldható, nagyobb része szerves kötésű, fokozatosan és tartósabban ható vegyületek alakjában van jelen. Az istállótrágya szervesanyaga 54-58% szerves kötésű szénen is tartalmaz, mely a hasznos talajbaktériumok energiaforrásául szolgál, ezért az istállótrágyát teljes értékű trágyának tekinthetjük (*Kovács 1989*).

A műtrágyák szerepét a modern növénytermesztésben nem lehet megkérdőjelezni. A szervesstrágya kizárólagos használata a mai feltételek mellett nem reális, viszont következetes szervesanyag-visszapótlás nélkül csökkenhet talajaink humuszminősége, ezáltal termékenysége. A szervesstrágyázás hozzájárul az anyagok természetes körforgásához, és ezáltal a fenntarthatósághoz is.

3.3.2. Szennyvíziszapok

3.3.2.1. Szennyvíziszapok elhelyezésének, hasznosításának gyakorlata

A szennyvíz mezőgazdasági elhelyezése hazánkban a XX. század elején kezdődött. Debrecen város szennyvizének hasznosítására már 1920-ban öntözőtelep létesült. Más országokban (pl. Angliában) az eljárásnak sokkal hosszabb múltja van, s a legelső próbálkozások egészen az ókorba nyúlnak vissza (*Helmecki et al 1995*).

Vermes és Szlávik (1983) szerint a települési szennyvíziszapok elhelyezése lényegében deponálással vagy mezőgazdasági hasznosítással lehetséges. A mezőgazdasági szennyvíz és iszapelhelyezési technológiák előnyei:

- a tisztítást termelő folyamatokkal kapcsolják össze;
- a szennyező anyagok lebontásához nagyrészt természetes energiaforrásokat használnak föl (napfény-növényzet, talaj);
- a vizek újrahasznosítását valósítják meg;
- elősegítik a mezőgazdaság termelési potenciáljának növelését;
- egyidejűleg több célt szolgáló, így jobban kihasználható beruházásokat tesznek lehetővé;
- a melléktermékek, hulladékok feldolgozása és újrahasznosítása optimalizált körülmények között, a természetes mértéken felül valósítható meg.

A mesterséges, műtrágyás tisztítási technológiáktól eltérően az ökológiai rendszerek gazdasági eredményt is produkálnak, elsősorban a talaj-növény rendszerek. Széleskörű

gyakorlati alkalmazásra javasolható két technológia: a mechanikai tisztítás és rövid átmeneti tárolás után egész évben működő nyárfás (cellulóznyár) elhelyezés, vagy a szántóföldi (évelő és egyéves növények) és haszonfás (cellulóznyár) kombinált elhelyezés. A nem folyékony iszapokat víztelenítés után önmagukban, vagy más szerves hulladékkal célszerű komposztálni (érlelni), majd szervestrágya-szóróval talajra juttatni, és beszántani. Szántóföldi hasznosítása javasolt még a szárított, granulált iszap is (*Vermes és Szlávik, 1983*).

A jó minőségű, különösen a települési szennyvíziszap kihelyezése számos előnnyel jár. Makro (N, P, K) és mikroelemekben (Zn, Cu, Fe) egyaránt gazdagíthatja a talajt, a kijuttatott szervesanyag pedig javítja a talaj fizikai tulajdonságait és víztartó képességét. Ezeken kívül a szennyvíziszap szántóföldi elhelyezése kisebb költséggel jár, mint az egyéb elhelyezési módok. A rövidtávú hátrányok közé sorolható a kellemetlen szag, a patogének megjelenése, esetleges növényi mérgezés és nitrát kilúgzódás, ha nem a szabályoknak megfelelő a kihelyezés. Hosszútávon a nehézfémek és egyes nemkívánatos szervesanyagok (poliklórozott bifenilek) felhalmozódása okozhat gondot. A szerves hulladékok többnyire a Zn, Cu, Ni és Mn tartalmukkal okozhatnak fitotoxicitást, de a pH is kulcsszerepet játszik ezen elemek viselkedésében (*Chaney 1980, 1982*).

Pusztai (1985) szerint a szennyvíz és szennyvíziszap kihelyezése előtti talajtani szakvélemény elkészítésekor nagyobb figyelmet kellene fordítani a talajok pH-viszonyaira és tápanyagellátottságára, mivel a toxikus nehézfémek egy része bőséges foszforellátottság esetén hajlamos amorf foszfor-nehézfém sókat képezni, így toxicitásuk jelentősen csökken. Kívánatos, ha a talaj karbonátos, vagy pH_{H2O}-ja 6,5 feletti, mert ekkor csökken a nehézfémek felvehetősége, és előnyös a nagy humusz- és huminsavtartalom is. A szerző háromlépcsős szennyvíziszap-adag meghatározást javasol, mely a korábban alkalmazott eljárásokkal szemben konkrétabb, és nem csak a nehézfémekre helyez hangsúlyt:

1. lépés: termés N igénye: $IA = (\text{fajlagos N [kg/főtermés]} \times \text{tervezett termés [t]} \times \text{érvényesülési index}) / (\text{iszap N\%} \times 10) = \text{t/ha}$

2. lépés fémterhelés szárazanyagban: $F = (IA \text{ [t/ha]} \times \text{elem [ppm]}) / 1000 = \text{kg/ha/fém}$

3. lépés: a számított adag Fém tartalmát össze kell vetni az *1. táblázattal*. $F \text{ számított} / F \text{ táblázati} = \text{az újabb kihelyezésig eltelő évek}$.

A talajok fémmegkötő-képessége függ az agyagtartalmuktól, szervesanyag-összetevőitől, az amorf Al-, Fe-, hidroxidoktól, vagyis az adszorpciós komplexus nagyságától. A szerző további 3. évenkénti kötelező talajvizsgálathoz 2N HNO₃-as kivonószert javasol a már érvényben lévő határértékekhez. A felvehető elemtartalom mérését még korainak tartja. Kötelező növényvizsgálatokat javasol bevezetni (*Pusztai 1985*).

Szabó (1983) a kezeletlen szennyvíziszapban lévő mikobaktériumok által okozott emberi megbetegedésekre hívja fel a figyelmet. A mikobaktérium-csoport tagjai között fakultatív emberi kórokozók vannak, melyek leginkább a tüdőbetegségeket okozhatnak. Egy esetben a szélirányban 500-800 méterre lévő magyarországi szennyvíztelep buborékjainak baktériumtartalmát a szél a lakott terület felé sodorta, ami megbetegedésekhez vezetett. Lakótelepi park kialakításához felhasznált komposztált szennyvíziszap szintén veszélyeket hordozhat. Szennyvíz felhasználásával készült virágföldek Budapest egyik kerületében tüdő mikobakteriózis megbetegedéseket okoztak, ezért a szennyvizek iszapját 150-160 °C-ra kellene hevíteni, melyhez a hő a szennyvíz biogázából is kinyerhető.

1. táblázat. A talajok szennyvízelhelyezés esetén megengedhető nehézfém tartalma az adszorpciós kapacitástól függően (6,5 pH érték alatt a közölt értékek fele érvényes) 1 ha 20 cm-es talajrétegre (3×10^6 kg) számítva. MTA TAKI ajánlása (In: Pusztai 1985)

Elem	Terhelhetőség kg/ha/év	Terhelhetőség (ppm/év)		
		Adszorpciós kapacitás mg/100g		
		5-15	15-25	25-35
As	0,3	0,03	0,05	0,01
Zn	20	1,66	3,32	6,65
Hg	0,1	0,008	0,015	0,031
Cd	0,02	0,0015	0,0015	0,0015
Cr	10	0,83	1,65	3,3
Mn	20	1,66	3,32	6,65
Ni	2	0,16	0,33	0,66
Pb	20	1,66	3,32	6,65
Cu	10	0,83	1,65	3,30

Megjegyzés: az összes terhelhetőség az évi terhelhetőség hússzorosa

A szennyvizeket és szennyvíziszapokat tehát gondosan, tervezetten kell kihelyezni a minőségi paramétereik és a kijuttatási hely figyelembevételével. A bennük lévő növényi tápanyagok (N, P) is környezeti károkat okozhatnak adott mennyiség felett, bizonyos nehézfémek és szerves anyagok pedig tartósan megmaradhatnak a talajban kijuttatásuk után.

3.3.2.2. Szennyvíziszapok hatása talajra, növényre

Buzás et al. (1985a) szerint a keletkező szennyvizek, iszapok, hígtrágyák és komposztok mezőgazdasági területre történő kijuttatása inkább minősül elhelyezésnek, mint a bennük lévő komponensek tudatos és eredményes hasznosításának. A szennyvízben található különböző anyagok (szervetlen sók ionjai, kolloid szervesanyagok, különböző növényi tápanyagok, szerves vegyi anyagok, stb.) a talajképződési folyamatok valamennyi részfolyamatát jelentősen befolyásolhatják (ioncsere és adszorpció folyamatait, a talajok fizikai,

vízgazdálkodási tulajdonságait: térfogat-tömeg, tömődöttség, hidraulikus vezetőképesség, fajlagos felület, stb.). Ezek lehetnek kedvezőtlen irányúak, ha például a szennyvíz oldott komponensei mobilizálják a talajban lévő toxikus anyagokat, vagy pozitív hatásúak, ha épp laza homoktalajon a talajkolloidok mennyiségét és az adszorpciós kapacitást növelik.

A N-tartalom a legtöbb iszapféleségnél nagyjából azonos, míg a foszfortartalom a húsipari iszapban rendkívül magas, a települési iszapokhoz képest 4-6-szoros értékű. A növénykultúráknál a nagymennyiségű kijuttatott N lazább szövetállományt, így alacsonyabb szöveti rezisztenciát eredményezhet (*Benesóczky és Csernátoni 1985*).

Pomares-Garcia és Pratt (1978) tenyészedény kísérletben istállótrágya és szennyvíziszap kezelés hatását vizsgálták árpara (*Hordeum vulgare*) és szudánifűre (*Sorghum sudanense*) N műtrágya (ammónium-szulfát) kezeléssel kombinálva. A kijuttatás után 2,5 hónappal a trágya átlagosan 0,65 kg/t N-t, míg a szennyvíziszap 7,05 kg/t N-t szolgáltatott felvehető formában, ami a teljes N készletnek a 4,2%-a a trágya esetében és 17%-a a szennyvíziszap esetében. 10 hónap alatt a trágya N készletének 17,2%-a mineralizálódott, míg az iszap esetében ez 40,9% volt. Az iszap komposzt gazdagnak bizonyult összes és ásványi N-ben szűk C/N aránnyal, valamint P, Ca, Zn és Cu elemekben. A 20, 40 és 60 tonna istállótrágya-adag 11; 22 és 50 kg/ha $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -N kezelésnek felelt meg, míg a 10, 20 és 30 t/ha szennyvíziszap 63, 162 és 202 kg/ha $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -N adagnak.

Debreceni és Izsáki (1985) különböző adagú börtgyári szennyvíziszap hatását vizsgálták tenyészedény kísérletben különböző növényekre meszes humuszos homok és csernozjom réti agyagtalajokon. A meszes homoktalajon 13 g iszap szárazanyag / kg talajterhelés (160 t/ha 33% szárazanyag tartalmú terhelésnek felelne meg a 0-30 cm talajrétegben) a fehér mustár szárazanyag hozamát 74%-kal növelte, az e feletti dózisok azonban drasztikusan csökkentették. A kukorica hozamát ugyanakkor a 33 g iszap szárazanyag / kg talajterhelés megkétszerezte, a tavaszi árpanak pedig egyik évben 13, a másikban 66 g/kg terhelés bizonyult optimálisnak 60 illetve 20%-kal növelve a hozamot.

Izsáki és Debreceni (1987) börtgyári szennyvíziszappal meszes homoktalajon beállított szabadföldi kísérletében 60 t/ha 29% szárazanyagtartalmú szennyvíziszap 4 évre kijuttatva az első évben 23%-kal növelte a tavaszi árpa, második évben 15%-kal a rozs szemtermését az azonos hatóanyag-tartalmú műtrágyával kezelthez képest, a további években viszont a termés 20%-kal elmaradt. A szennyvíziszap 4 évre kijuttatott 120 t/ha adagja az első évben a tavaszi árpanál depressziót okozott, de a további években gyakorlatilag megegyezett a műtrágyázott kezelés eredményeivel rozs és őszi búza növényeknél. A 60 + 60 t/ha kezelés 2-2 évre

kijuttatva nem okozott depressziót és a műtrágyázott kezelésnél 2-16%-kal jobb eredményeket produkált.

A kísérlet utóhatásait vizsgálva 1985., 1986. és 1987. őszén valamennyi parcella egységesen műtrágyakezelést kapott. 1986-ban még szignifikáns volt a különbség a rozs szemtermését illetően a korábbi 120 t/ha és 60 + 60 t/ha kezelésekből, de utána a hatások eltűntek (*Debreczeni és Izsáki 1989*).

Simon és Szente (2000) gyengén savanyú vályogos homok jellegű barna erdőtalajon 1996-ban 0, 10 és 40 t/ha, 1997-ben pedig 0, 10, 20 és 40 t/ha 55-60% szárazanyag tartalmú szennyvíziszap komposztot juttatott ki a kukorica vetése előtt 2 héttel 1996-ban és 1 héttel 1997-ben. Az első évben a 10 t/ha kezelés 14%-kal, a 40 t/ha pedig 4%-kal növelte trendjében a kontroll 9,6 t/ha csőhozamát. A második évben a 20 t/ha adag a kontroll 3,7 t/ha csőhozamánál 68%-kal több, a 40 t/ha pedig gyakorlatilag a kontrollal azonos mennyiséget eredményezett.

Bernal et al. (1998) Spanyolországban érett, félérett és éretlen szennyvíziszap és gyapothulladék komposzt C és N mineralizációját vizsgálta meszes, iszapos vályogtalajban, valamint tenyészedény-kísérletben angolperje teszt növényre egységesen 48 t/ha adagban. Az éretlen komposzt esetében a N az első 10 napon keresztül, a félérett esetében az első 2 napon immobilizálódott, de ezután a mineralizációs folyamatok kerültek előtérbe. Az érett komposzt talajba juttatása esetén már az első nap a N mineralizációs folyamatok domináltak. Ezek alapján az éretlen komposzt kijuttatása csak a növény vetése vagy kelése előtt célszerű, míg az érett komposzt elvileg akár fejtrágyaként is kijuttatható lehetne. A N mineralizáció mértéke a talajban az érettséggel arányosan nőtt. Istállótrágya esetében a könnyen mineralizálható N eleve jelen van, és a komposztálás során volatilizáció útján sok nitrogén távozhat, ami csökkenti a trágya értékét. Jelen kísérlet alapanyaga viszont részben szennyvíziszap, ami gazdag a könnyen mineralizálható N-ben, másrészt pedig gyapothulladék magas C:N aránnyal és könnyen bomló szerves C-nel, mely utóbbi N-immobilizációt válthat ki éretlen vagy félérett komposztként, viszont érett formában a folyamatok eredőjeként már nettó N mineralizáció történhet.

Helmecki et al. (1995) sörgyári szennyvíz hatását vizsgálta a talaj mikroflórájára. A kataláz enzim aktivitása a szennyvízterhelések hatására nem változott, míg a sugárgombák, a mikroszkopikus gombák és a nitrifikáló baktériumok egyedszáma szignifikánsan növekedett a humuszos öntés talajon kialakított cellulóznáras szűrőmezőn. A baktériumok számának növekedése a hosszabb idő óta terhelt talajban volt nagyobb.

Tamás (1995) szennyvíziszap hatását vizsgálja *Stefanovits (1989)* által meghatározott környezeti tűrőképességre különböző talajokon évi 9,6 t/ha iszapterheléssel. Humuszos homoktalajon az iszappal terhelt talaj környezetvédelmi pufferkapacitása 25%-kal alacsonyabb, mint a kontroll talajé. A réti csernozjom és réti talajok pufferkapacitása gyakorlatilag nem változott, mert a humusz tartalom magasabb lett az injektált területen, minősége viszont gyengébb, mint a kontroll talajon. Az iszapban 90% felett volt a kvarc aránya az ásványi anyagok közül így a talajban is megnőtt a kvarc mennyisége, tehát az agyagtartalom tompító képessége is csökkent. A karbonátok tompító hatása legmagasabb a réti csernozjom talajon, de a kezelés hatására itt is csökkent a humuszminőség, így a tompító képesség is. A réti talajon a karbonátok tompító hatása ugyan valamivel elmaradt a csernozjom talajétól, viszont a szervesanyag mennyiségi gyarapodása meghaladta a minőségromlásból adódó hátrányt.

Uri et al. (2005) nyíregyházi búzaszalmával komposztált szennyvíziszap, debreceni anaerob módon rothasztott szennyvíziszap valamint miskolci riolittufával és karbidmészsel érlelt, granulált szennyvíziszap hatását tanulmányozta tenyészedény kísérletben barna erdőtalajon 0, 10 és 15%-os szennyvíziszap tömegarányával. A debreceni szennyvíziszap 10 és 15%-os, valamint a miskolci szennyvíziszap 15%-os adagja szignifikánsan növelte az összes baktériumszámot az iszapok bekeverése után 2 héttel, és a 60 napos tenyészidejű zöldborsó betakarításakor is. Az iszapok fokozták az ureáz, dehidrogenáz, és celluláz enzimek aktivitását, de ebben is a debreceni szennyvíziszapnak volt a legerőteljesebb, a többi iszapot 2-5-szörösen meghaladó hatása, ami a rothasztásra, mint hatékony iszapstabilizációs eljárásra hívja fel a figyelmet.

Pedra et al. (2007) Portugáliában települési szilárd szennyvíziszap komposzt, valamint városi szennyvíziszap hatását vizsgálta podzol és réti homoktalajra. A két szervesanyag sorrendben 2,2 és 3,6% összes nitrogént tartalmazott, valamint 54% szerves anyagot és 24% összes szenet. A mineralizáció exponenciális, majd lineáris lefutású volt, ami azt sejteti, hogy a szerves szénnek két, különböző stabilitású szerves anyag szolgált forrásul. A városi szennyvíziszap magasabb C mineralizációt eredményezett, mert a magasabb szerves N tartalom nagyobb mikrobiális aktivitást válthatott ki. A podzol talajon több szerves C mineralizálódott, mint a réti talajon, mert a növekvő agyagtartalommal a szén mineralizációja csökken, amennyiben az agyag a könnyebben bomló szerves anyagok egy részét megköti.

A kísérletek eredményei tehát azt mutatták, hogy a szennyvíziszapok alkalmazása hatékony eszköz lehet a talaj szervesanyag-tartalmának, tápanyag ellátottságának és mikrobiológiai aktivitásának, valamint a növényi terméshozam növelésére. Mindezek

hatékonyaságát azonban alapvetően meghatározza a kijuttatandó anyag minősége és a kijuttatás körülményei.

3.3.3. Komposztok

3.3.3.1. Komposztok alkalmazása

A komposztálás során a szerves hulladékokat, melléktermékeket tárolásra, tápanyag-utánpótlásra illetve talajjavításra alkalmas állapotba alakítjuk. A komposztálás során a termék szervesanyag-tartalma stabilizálódik; az alapanyagban meglévő kórokozó és kártevő szervezetek, valamint gyommagvak mennyisége csökken; és a tömeg, valamint a térfogat csökkenésével az anyag könnyebben kezelhetővé válik. Ezzel együtt káros következmények is fellépnek, mint a N és C veszteség; az eszköz, terület és munkaerő-igény; valamint a folyamat során keletkező esetleges kellemetlen szagok. A komposztálás alatt végbemenő folyamatok hasonlóak az istállótrágya kezelésénél lejátszódó folyamatokhoz, azaz szervesanyag bomlásáról van szó, mely hőmérsékletét, sebességét az alapanyagok minőségén kívül a nedvességtartalom és a levegőzöttség befolyásolja. A komposzt stabilizált szervesanyag, ásványi tápanyagok és mikrobiális termékek összessége. A komposztálás lebomlási, átalakulási és felépülési vagy érési szakaszra osztható. Az első szakaszra a hőmérséklet intenzív 60-70°C-ig emelkedése jellemző, mely az akár több hétig is eltartó átalakulási szakasz során fokozatosan csökken. Az érés során a mezofil és termofil mikroszervezetek tevékenysége, valamint a kémiai folyamatok dinamikusan váltják egymást (*Alexa és Dér 2001, Dömsödi 2002, Kocsis 1998*).

Prjanisnikov (1940) szerint az azonos C:N arányú, de eltérő összetételű nitrogénmentes részből álló trágyaszerek hatása rendkívül változó, ezért fontos az adalékanyagok megfelelő megválasztása. Ha vérliszttel együtt keményítőt vagy cellulózt is kijuttattunk C:N=20:1 arányra beállítva a keveréket, akkor a keményítő esetében negyedére, a cellulóz esetében harmadára csökkent a zabtermés a tisztán vérliszttel kezelthez képest, míg lignin adalékanyaggal még 30:1 aránynál sem volt termésnövekedés. A szalma adalékanyag hatása a kettő között volt. Ennek oka, hogy a keményítő és cellulóz könnyen bomló anyagok és a nitrogénmegkötést ezek lebomlása nagyobb mértékben váltja ki. A komposztálással a könnyen bomló szénhidrátok mennyisége csökkenhet. A különböző összetételű szervesanyagok talajba juttatásakor tehát nem szabad csak általános elvű adatokra hagyatkozni, mint pl. a C:N arány. A szervesanyag lebontásakor megkötött N nem vesz el, mikor a mikroorganizmusok elpusztulnak, akkor újra felszabadul. Ez a nagy C:N arányú trágya bejuttatása után már 3 hónappal is végbemehet, ezért a szervesanyag elsősorban a hosszú

tenyészedő növényeknél lehet kedvező, mint a burgonya. A szerző a különféle gazdasági hulladékok, így pl. állati hulladékok, tetemek, csontok, szarv, paták, szőr, rovarok, exkrétumok, növényi hulladékok, stb. komposztálását javasolja, tehát bármit, ami lebomlik, és tápelemeket bocsát a növények rendelkezésére. Bár igen sokféle anyag kerülhet a komposztba, mégis érdemes ezeket úgy válogatni, hogy ne legyen egyszerre könnyen és nehezen bomló anyag benne, mert így a komposzt nem egyszerre érik, és a tápanyag-veszteség nő.

Fekete (1958) a tőzeg komposztálását NPK műtrágyával javasolja, bár megjegyzi, hogy nagyok a szállítási költségek. Ipari telepek közelében érdemes a fűrészport, pozdorját, ipari szemetet komposztálni. A hús- és bőrgyári hulladékok felhasználásával értékes komposztok készíthetők. A városi csatornaiszapok komposztálása szintén kitűnő szerves trágyát szolgáltat. Az 1950-es évek elején Budapesten keletkező városi szemet 6 hetes pétisóval történő anaerob erjesztésével készült „cséri-föld” szintén hatékony trágyát eredményezett, mely meszes homokon 84%-kal növelte a burgonya termését.

Ouédraogo et al. (2001) Nyugat-Afrikában bázikus agyagtalajon vizsgálta 5 és 10 t/ha adagú komposzt hatását a talajra és a terméshozamra extenzív művelési mód mellett. A komposzt hatására a kationcsere-kapacitás 4-5 cmol/kg-ról 20%-kal nőtt az alacsonyabb, míg 30%-kal a magasabb komposztadag hatására, míg, a pH átlagosan 5,5-ről 6,5-re nőtt adagtól függetlenül. A tarka cirok termése a 10 t/ha komposzt hatására megháromszorozódott, az 5 t/ha kezelés pedig 45%-kal növelte a kontrollhoz képest.

Rivero et al. (2004) Puerto Rico-ban szabadföldi kísérletben 3 éven keresztül vizsgálta 0, 37, 74 és 148 t/ha/év adagú komposztkezelés hatását savanyú vályogtalajra. A humuszminőség, a humuszsavak aránya, valamint a funkciós és aromás csoportok száma a komposztkezelés hatására igazolhatóan nőtt a három év alatt szinte valamennyi adag esetén.

Zmora-Nahum et al. (2005) települési szennyvíziszapból, marhatrágyából és szilárd szerves hulladékból készült komposztok hatását vizsgálta tenyészedő kísérletben. A szerzők szerint ha az oldott szerves anyag tartalom 4 g/kg alatti, az jó indikátora a komposzt érettségének függetlenül a komposzt alapanyagától és a komposztálás folyamatától.

A komposztálással tehát stabilizált szervesanyag keletkezik, amely ha megfelel a minőségi paramétereknek, akkor a növénytermesztésben felhasználható. A komposztálás a hulladékkezelés szempontjából is egyre nagyobb szerepet játszik. A komposztok minőségét alapvetően meghatározzák a felhasznált alapanyagok, valamint az alkalmazott komposztálási eljárás.

3.4. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek

3.4.1. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek felhasználása régen és ma

Az állati hulladékok felhasználásáról *Thaer (1821) (In: Kádár 1996a)* így vélekedett: „A talaj termékenysége és a termés nagymértékben javulna, ha az ürüléken túl az állati tetemetek és a vágóállatok fel nem használt hulladékait trágyaszerként gondosabban kezelnék és megakadályoznák, hogy a gazdaság körforgásából valami is kárba vesszen.” Kezelésükre konkrét technológiát javasol: „Gödörökben vagy kifalazott tárolókban célszerű elhelyezni a tetemetek, melyek főként a sintértelepen halmozódnak fel. A hullákat oltott mésszel kell kezelni (így bűzüket is elvesztik), majd leföldelni. Bomlásuk után átdolgozva hatalmas erejű trágyává válnak, a halál nemsokára új életet és életörömet hozhat létre.”

Wolff (1872) (In: Kádár 2007) a következőket írta: „A vér és egyéb vágóhídi hulladék szárított és porított alakban nagyhatású trágyát ad. Az elhullott állatok húsa felbomlása során a növények számára megfelelő táplálékul szolgál, a csontokat egyre nagyobb mennyiségben dolgozzák fel csontliszté”. A csontlisztet a legfontosabb trágyák egyikeként említi és javasolja a kiszórás előtti rothasztást azonos térfogatú fűrészporral vagy talajjal keverve, esetleg trágyával kiegészítve, kis halomba rakva 8 napon át. Az így kapott trágyaszer észrevehetően javította a burgonya minőségét. A különböző szaru-, bőr- és szőr hulladékokat, valamint a szárított vért és húst csak nitrogéntartalmuk miatt tartotta hasznosnak, míg a csontlisztet elsősorban a foszfortartalma miatt.

Viljamsz (1950) szintén beszámol róla, hogy a településeken az összes száraz hulladékot, valamint a vágóhídi maradványokat is komposztba rakják, amit trágyalével vagy mosogatóvízzel öntöznek.

Az állattenyésztés és húsfeldolgozás melléktermékei és hulladékai (elhullott állatok, fogyasztásra alkalmatlan vágóhídi melléktermékek, húsfeldolgozási maradékok, és romlott állati eredetű élelmiszerek) veszélyt jelentenek az emberekre és állatokra, mert gyorsan romlanak, és patogén mikroorganizmusokat tartalmazhatnak. Ezek további felhasználásához tehát sterilizálásra van szükség (*Hegedűs et al. 1998*).

Az állati hulladékokat különösen az intenzív állattartás elterjedésével nagyarányban hasznosították takarmányozási célra. A húsfeldolgozási melléktermékekből nagyjából hússzárított, vérlisztet, húspépet, különféle takarmány-kiegészítőket állítottak elő, de bizonyos melléktermékek emberi fogyasztásra, illetve vegyipari feldolgozásra is kerültek. Különböző becslések szerint az 1980-as években jelentős mennyiségű melléktermék hasznosítatlanul veszett el, ami a környezetszennyezés veszélyét is növelte. Évente több tízezer tonna állati

hullát és húsipari mellékterméket elástak, elégettek, illetve a vér jelentős része a csatornába került, a megsemmisítéssel kapcsolatos nagy beruházási költség miatt (Csete et al. 1986).

Miután a szivacsos agyvelőgyulladás (BSE – bovine spongiform encephalopathy) több országban is megjelent, az EU korlátozta az állati melléktermékek takarmányozási célú felhasználását. A korábban takarmányozásra felhasznált mennyiséget tehát más módon kell hasznosítani. A korlátozások 2001 óta Magyarországra is érvényesek.

A 23/2003. (XII. 29.) KvVM rendelet szerint a biológiai úton lebomló állati hulladék közösségi komposztálással nem kezelhető. A hulladékká vált állati szöveteket, valamint hús, hal és egyéb állati eredetű élelmiszerek előkészítéséből és feldolgozásából származó hulladékokat biológiai kezelésre, és stabilizálásra felhasználható hulladékoknak minősíti.

Az állati hulladékok kezelését és a hasznosítását a 71/2003. (VI.27.) FVM rendelet szabályozza. Magyarország EU-csatlakozásával 2004. május 1-től viszont az állati hulladékok egészségügyi szabályozásáról szóló 1774/2002/EK, valamint a szivacsos agyvelőbántalmak kezelésére vonatkozó 999/2001/EK rendelet is érvényes. A magyar és az EU rendeletek alapvetően összhangban vannak, a meglévő néhány apró különbséget a 31103/2004. számú FVM közlemény ismerteti. A rendeletek az állati hulladékokat 3 osztályba sorolják. Az 1. kategóriába tartoznak többek között a TSE-ben beteg vagy betegséggyanús állatok hullái, valamint az állati hulladék kezelése során keletkezett szennyvíziszap. Ezeket égetéssel kell ártalmatlanítani. A 2. osztályba tartozik többek között a trágya, hígtrágya, az elhullott és halva született állatok, valamint az állat feldolgozásakor képződött hulladék (bendő, béltartalom, halva született állat, szennyvíziszap, stb.), melyek közül a fehérjetartalmú hulladékokat szerves trágyaként vagy talajjavító anyagként fel lehet használni. Amennyiben ezek nem kerülnek felhasználásra, úgy égetéssel kell ártalmatlanítani őket. Ezek 2005. december 31-ig állati hulladéktemetőben (dögkutakban) is elhelyezhetők voltak. A 3. osztályba tartoznak az emberi fogyasztásra alkalmas termékek, vagy ezek előállításánál keletkező hulladékok, melyek nem kerültek fogyasztásra. Kereskedelmi forgalomba csak az utóbbi osztályból készült termékek hozhatók. A 2. és 3. osztályba tartozó melléktermékek további (pl. mezőgazdasági) hasznosítása előtt kötelező ezek aprítása és hőkezelése. Az aprítás utáni 20-150 mm részecskenagyságtól függően 80-133°C feletti hőmérsékleten, 1-3 bar nyomás alatt 3-125 percen keresztül kell sterilizálni. Az eljárások részletesen az 1. mellékletben megtalálhatók.

Országos szinten 200-300 ezer tonna állati eredetű hulladék képződik évente, ami veszélyes hulladéknak minősül. Hőkezeléses sterilizálás után kikerülnek a veszélyes hulladékok köréből, ami lehetőséget teremt a további feldolgozásra: komposztálásra, további

örlésre, granulálásra. Az így elkészített termékek alkalmassá válnak a termőföldi elhelyezésre (Kiss et al., 2001).

A megfelelően sterilizált és feldolgozott állati eredetű szervestrágya az istállótrágyához hasonlóan javíthatja a talaj szerkezetét és tápanyag-ellátottságát, gyarapíthatja a szervesanyag tartalmát, így növelheti a víztartó- és tápanyagszolgáltató-képességét is, ami a termésbiztonság növekedéséhez vezethet.

A termőföldi elhelyezés másik előnye, hogy a végleges lerakásra kerülő hulladék mennyisége és szervesanyag-tartalma csökken, ami a hulladékgazdálkodási törvény egyik legfontosabb célkitűzése. A hulladékok égetéses megsemmisítése költséges, az elföldelés pedig környezetterhelő és szintén egyre szigorodó szabályozás alá esik (Izsáki, 2000; Vermes, 1998, Buzás et al. 1985b).

FAO (2006) előrejelzések szerint a népességnövekedés és a gazdasági fejlődés együttes hatására az állati termékek iránti kereslet a legtöbb más élelmiszerkeresletét meghaladhatja. A hústermelés globálisan megduplázódhat, azaz az 1999/2001-es 228 millió tonna 2050-re elérheti a 465 millió tonnát. A növekedés elsősorban a fejlődő országokban fog végbemenni Kínában, Indiában és Brazíliában, mely országok már most a világ hústermelésének kétharmadát adják. A húsféleségek közül a baromfi termelése lesz a legcélszerűbb akár a kulturális-vallási elfogadottság akár technológiai hatékonyság szempontjából.

Az állati melléktermékek növénytermesztésben való felhasználása tehát szintén nagy múltra tekint vissza, és a többi melléktermékhez hasonlóan itt is nagy szerep jut a képződő hulladékok mennyiségi csökkentésének. Várható, hogy a termelési rendszerek intenzívvé válása lesz a jövőben is felelős a népességnövekedésért, csak úgy, mint az elmúlt évtizedekben. Fontos, hogy az állattartás és a környezetvédelem megfelelő egyensúlyba kerüljön; a növekvő népesség, gazdasági fejlődés és urbanizáció mindkét tényezőt igényli. Az állattenyésztés növeléséhez a környezetre gyakorolt káros hatásokat csökkenteni kell.

3.4.2. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek hatása talajra és növényre

Szabadföldi kísérletben 0, 25, 50, 100, 200 t/ha adagú 21% szárazanyag-tartalmú víztelenített kommunális szennyvíziszappal és megegyező adagú 71% szárazanyag-tartalmú vágóhídi hulladék komposzt hatását vizsgálták Sopronhorpácson. A kijuttatás a vetés előtt 5-6 héttel történt. Az iszappal vagy komposzttal kezelt parcellákon a kedvezőtlen szárazság ellenére is a cukorrépa jól fejlődött, míg a kontroll talajon elszáradás és tőhiány alakult ki. A szennyvíziszap 100 t/ha-os adagja 41-ről 60 t-ra növelte a termést, e feletti adagnál azonban csökkenés volt tapasztalható. A komposzt 200 t/ha adagja az 50 t/ha kontroll termést 73,5

t/ha-ra növelte, és a maximum 8,7 t/ha tisztacukor is itt jelentkezett, míg a kontroll talajon ez csak 6,5 volt. A N-ben gazdagabb Moson-iszap esetén 25 t/ha adag bizonyult az optimálisnak 7,2 t/ha cukorhozammal. E felett a gyökérhozam nem növekedett, viszont N túlkínálat alakult ki és a minőségi mutatók romlottak (*Kádár et al. 2002, 2009, Petróczki 2004*).

Hansen (2002) Minnesotában szabadföldi kísérletben vizsgált állati hulladékból készült komposzt hatását termésre. Az érett komposzt 49% nedvességtartalommal és 25:1 C/N aránnyal rendelkezett, adalékanyagként szalmát tartalmazott, és vetés előtt 2 héttel dolgozták a talajba 98 t/ha-os adagban. A lucerna és rozs tesztnövények hozama a kísérleti terület homokos talaján kevesebb, mint fele volt a kezelt parcellákon a kontrollhoz képest, amit a szerző a nem megfelelő kijuttatási időponttal és a komposzt magas sótartalmával magyaráz. Egy másik kísérletben P szegény lösz talajon trágyáztak ugyan azzal a komposzttal 11 t/ha-os adaggal, melynek hatására a lucerna terméshozama megegyezett az azonos P-hatóanyagot műtrágya formájában kijuttatott kezelés hozamával.

Ha az állati termékek feldolgozásakor keletkező hulladékot a fertőtlenítő kezelések után szárítják és darálják, abból húsliszt vagy hús- és csontliszt keletkezik (angol nyelvű szakirodalomban: meat and bone meal, MBM). A külföldi szakirodalom alapján a vágóhídi hulladék komposztoknál jóval gyakrabban végeznek kísérletet liszt formájú szerves trágyával, amit valószínűleg az anyag gyorsabb előállítására és könnyebb szállítása indokol.

Jeng et al. (2004) Norvégiában szabadföldi és tenyészedény kísérletben vizsgálta a hús- és csontliszt N-tartalmának hatását gabonafélék termésére. A megfelelő P és K ellátottságot műtrágyákkal biztosították. Tenyészedény kísérletben a 0, 760 és 2280 kg/ha adagú kezelés (ami 0, 60 és 180 kg/ha összes N terhelésnek felelt meg) átlagosan 528, 1124, 2907 kg/ha tavaszi árpa szemtermést adott, bár a kontroll és a kisebb dózis között nem szignifikáns a növekedés. A szabadföldi kísérletben 0, 630, 1260, 2530 kg/ha hús- és csontliszt kezelés hatására sorrendben átlagosan 1,5; 2,7; 3,5; 4,0 t/ha volt a tavaszi búza magtermése, tehát már az 50 kg/ha összes N terhelésnek megfelelő legalacsonyabb adagnál erős N hatás volt tapasztalható, a két legmagasabb dózis hatása között viszont nincs szignifikáns különbség.

A szerző a következő évben (2003-ban) a fent említett szabadföldi kísérletben 30 kg/ha kiegészítő N műtrágyával sorrendben 3,8; 4,5; 5,2 és 6,7 t/ha tavaszi búzát és 4,8; 6,9; 6,8; 7,1 t/ha árpát kapott. A növényházi tenyészedény kísérletben 3,2 t/ha kezelés a kontroll 1-1,6 t/ha tavaszi árpatermést 5,7-6,4 t/ha-ra növelte, a 6,4 t/ha kezelés ehhez képest viszont épp csak elérte a szignifikáns növekedést. Az eredmények szerint a hús- és csontliszt teljes N készletének kb. 80%-a hasznosulhat az első évben. Ha a kijuttatandó adagot a növény N

igénye alapján határozzuk meg, akkor a P adag a növény szükségleténél nagyobb lehet, így a következő évi P trágyázás során az adagot e szerint kell csökkenteni (*Jeng et al. 2006*).

Salomonsson et al. (1994) Svédországban hús- és csontliszt, hígtrágya valamint karbamid tavaszi búzára gyakorolt hatását hasonlította össze szabadföldi kísérletben homokos vályog talajon 0, 30, 60, 90 és 30+30 kg/ha adagú kijuttatott N mennyiséggel. Az hús- és csontliszt „Biofer” kereskedelmi név alatt fut és tápanyagtartalma N-P-K:10-4-0 (összes tartalom %-ban a szárazanyagban). A három trágyaszer közül a hígtrágya kisebb mértékben növelte a tavaszi búza termését és N tartalmát, míg a Biofer és a karbamid hasonló hatást fejtett ki. Gazdaságossági szempontból a karbamid volt a leghatékonyabb, ennek ára 6,97 SEK/kg N, a Bioferé 26 SEK/kg N, a hígtrágyáé 10 SEK/kg N. A 30 kg/ha N kezelési szintek nem eredményeztek bevétel növekedést. A legjobb eredményt a karbamid 90 és 30+30 kg/ha kezelése érte el, mert jó terméshozamot, magas fehérjetartalmat produkált alacsony áron.

A fenti kísérletet őszi búza tesztnövényel megismételve a növekvő N adag igazolható termésnövekedést eredményezett, azonban sem a termés sem a növényi N tartalom nem mutatott különbséget a szervestrágyák valamint a karbamid esetében. A hús- és csontliszt kezelésben a korai növekedési fázisokban a növekedés igazolhatóan lassabb volt a többi kezeléshez képest, ekkor a növények súlya szignifikánsan kisebb volt, de a betakarításkor ez már nem volt érezhető (*Salomonsson et al. 1995*).

Pousada et al. (2004) szennyvíziszap, fahamu és húsliszt keverékének mezőgazdasági hasznosítását vizsgálták. Spanyolországban évente több mint 400 000 tonna húsliszt keletkezik. A különböző keverési arányokkal optimális konzisztenciájú, búzmentes és kedvező pH értékű termék előállítás volt a cél. A szennyvíziszap kenődő állagán javíthat a fahamu. A szerző korábbi kísérletei alapján a 30% iszap, 70% fahamu keverék (sz.a.) volt optimális. A kísérletben kilenc különböző keverési aránnyal próbálkoztak: 10-20% szennyvíziszap, 63-85% fahamu, 5-24,5% húsliszt, melyek közül a 12% iszap, 80% hamu és 8% húsliszt keveréke a volt a legelőnyösebb. A többi keverék búzós volt, nagyszemcséjű, túl laza szerkezetű, vagy éppen túl kenődő. A húsliszt jellemzői: vízdoldható P: 1145 mg/kg, összes C: 39%, N: 23%.

Kovács et al. (2007) csontliszt lebonthatóságát és komposztálhatóságát vizsgálták különféle fizikai és kémiai feltérési módszerek esetében, valamint a kész anyag hatását tenyészedény kísérletben. A citromsavval vagy kénsavval kezelt csirke és sertés csontliszt vízdoldható foszfortartalma szignifikánsan nagyobb volt (20 mg/kg P körül), mint a vízzel kezeltké (3 mg/kg P körül). A legmagasabb vízdoldható foszfortartalom a 20%-os citromsavval kezelt csirkecsontlisztnél volt (29,5 mg/kg P). Az iparilag 90 percig 130°C-on 4

bar nyomással előkezelt, majd szárított és őrölt vágóhídi sertéscsontliszt esetében ugyanez 80-110 mg/kg P volt. Tenyészedény kísérletben az angolperje (*Lolium perenne*) foszfortartalma az első kaszáláskor nagyjából megegyezett a különböző kezelésekben. A legnagyobb foszforfelvétel kénsavval kezelt csirkecsontliszt esetében volt tapasztalható, feltehetően itt a foszfor gyengébben kötött formában található a fiatal csontban, amit a kénsav hatékonyan old ki. A 6 m³ csirke trágya, szalma, 0-300 kg csontliszt és 0-1200 l csontlé keverékéből összeállított komposzt kezelésekben a növények több foszfort használtak fel, mint a csontliszt kezelésben, mert a szerves anyagban kötött foszfor felvétel előtt mineralizálódni kell, ami csak a második kaszálásra volt hatással. Összességében a különböző csontliszt és komposztkezelések csaknem megegyező foszforfelvételt eredményeztek. A komposzt viszont hosszabb ideig volt képes foszforral ellátni a növényeket.

Garcia és Rosentrater (2008) a hús- és csontlisztet mezőgazdasági célra elsősorban foszfortrágyának javasolják. A felhasználáshoz szükséges az összetétel ismerete, ezért 17 Észak-Amerikai állati melléktermékeket feldolgozó üzemből származó mintát analizáltak. A vizsgált minták átlagos elemtartalma: 9,4% Ca, 8,4% N, 4,4% P, 1% Na, 0,83% Cl, 0,56% K, 0,38% S, 0,25% Mg, 618 ppm Fe, 235 ppm Al, 93,6 ppm Zn, 16,5 ppm Mn, 14,5 ppm Cu, 10 ppm B, 3 ppm Ni, 1,2 ppm Pb, 0,44 ppm Mo. A Ca és P elemek koncentrációja korrelált egymással, ami azzal magyarázható, hogy a nagytestű állatok csontozatában ez a két elem nagyjából állandó arányban fordul elő, míg a N és S a fehérjékre jellemző jobban. A Ca, P, N, S és K tartalmak szignifikáns korrelációt mutattak a hús- és csontliszt csonttartalmával; az első kettő pozitív, a többi három negatív irányban. Az eredmények alapján a nehézfémek koncentrációja alacsony, az arzén és kadmium tartalom a kimutathatósági határérték alatt van.

A kísérleti eredmények alapján az állati melléktermékek jelentős N és P tartalommal rendelkeznek, így hatékony trágyaszernek bizonyultak a növénytermesztési kísérletekben. A végtermék hatóanyagra vetített előállítási költsége magasabb lehet, mint műtrágyák esetében. Ugyanakkor hulladék kezelése, talajba történő visszaforgatása környezetbarát és fenntartható módszer, a keletkező hulladék mennyiségét is figyelembe véve tehát van realitása.

3.4.3. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek mineralizációja

A hatékony szaktanácsadáshoz és trágyázási stratégiák kialakításához nélkülözhetetlen a különböző tényezők mineralizációra gyakorolt hatásának ismerete. A szervesanyag lebomlását a talajban élő mikroorganizmusok végzik, mely folyamatot különböző tényezők befolyásolják, mint például a hőmérséklet, pH, redox viszonyok és a talajszerkezet.

Carter és Tibbett (2006) laboratóriumi körülmények között vizsgálták a hőmérséklet (2, 12, 22°C) hatását gerinces izomszövet lebomlására homokos vályogtalajban 42 napos inkubációs idővel. A lebomlásra 2°C-on jellemzően sokkal lassabban ment végbe. A 12 és 22°C-on inkubált talajokban az izomszövetek sorrendben tömegük 60 és 80%-át veszítették el 14 nap alatt, ezt követően a tömegvesztés üteme jelentősen lassult. A 2°C-on inkubált minta 7 nap alatt veszített 20%-ot, majd ezután csökkent a tömegvesztés, de enyhe mértékben megmaradt a 42. napig. A 2°C-on tapasztalt kisebb tömegvesztés és gyengébb CO₂ termelődés arra utal, hogy alacsonyabb hőmérsékleten a mezotróp baktériumok nem férnek azonnal közvetlenül a tápanyagokhoz.

Cayuela et al. (2008) hat különböző kereskedelmi forgalomban kapható hús- és csontliszttel állított be laboratóriumi kísérletet a szén-mineralizációs dinamika vizsgálatához. A különböző hús- és csontlisztek eltérő lebomlási sebessége nem függött a kiindulási állatfajtól (marha vagy sertés), inkább a széntartalommal volt összefüggésben. Ennek megfelelően a zsírtalanított minta termelt legkevesebb CO₂-ot a 10 napos inkubációs idő alatt. A lisztek összetétele a következő volt: szerves C: 299-431 g/kg, összes N: 78-94 g/kg, P 28-68 g/kg, zsír: 26-186 g/kg. A lisztekkel kijuttatott növekvő 100, 200 és 400 kg/ha N terheléssel lineárisan nőtt a fejlődött CO₂-C mennyisége, tehát ezen intervallumon belül az adag nem befolyásolta a talaj mikrobiális biomasszája általi szénfelhasználás, azaz a széntartalom talajba épülésének hatékonyságát. A szervesanyag fele részének lebomlásához szükséges idő fordítottan korrelált a homoktartalommal és a mikrobiális biomasszával.

3.4.4. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek zsírtartalmának hatása

Elméletileg az élelmiszeriparból vagy a vágóhidakról érkező zsír vagy zsíros anyagok komposztálásával kapcsolatban problémák merülhetnek fel, ugyanis ezek víztartalma és vízdékonysága alacsony, szerkezetük nem porózus és bizonyos zsírok biológiailag viszonylag lassan bomlanak le.

Cserháti et al. (2006) az Atevszolg Rt. által előállított vágóhídi hulladékból készült komposztok magas zsírtartalmát vizsgálta a talaj biológiai aktivitására, valamint a hőkezelés hatását a patogén baktériumokra. A viszonylag magas, 0,47-12,8% (sz.a.) zsírtartalom képes volt lebomlani, így nem okozott gátló hatást. Az élő sejtek száma a kezelt talajokban egy nagyságrenddel nagyobb volt a kezeletlenekhez képest, ami a magasabb szervesanyag-tartalommal, és így a baktériumok számára kedvezőbb feltételekkel magyarázható. Az oxigénfogyasztás alapján a kezelt talajok biológiai aktivitása 20-30%-kal nőtt az 50 t/ha kezelés esetén, és 2-3-szorosára nőtt a 200 t/ha kezelés hatására. A hőkezelés a patogén

baktériumok számát „alacsony kockázati szintre” csökkentette. Ugyanakkor a komposztokat nem célszerű szennyvíziszappal keverni, mert a kísérletek alapján a vágóhídi szennyvíziszap a megengedett határérték fölé fertőzi vissza patogénekkal (*Clostridium perfringens* és *Pseudomonas aeruginosa*) a steril komposztot. Általánosságban elmondható, hogy az Atevszolg Rt. által előállított vágóhídi komposztok fertőzési veszélye hasonló a komposztált szerves trágyákéhoz vagy a szennyvíziszapokéhoz.

Gea et al. (2004) laboratóriumi kísérletben vágóhídi szennyvíziszapot és zsírt komposztáltak együtt. A zsír aránya 0-tól 80%-ig nőtt a friss súly tömegszázalékában, a komposztálási idő 21-30 nap volt. Adalékanyagként faforgácsot használtak 1:1 térfogatarányban keverékhez, melyet megelőző vizsgálatok alapján optimumként állapítottak meg. A zsír arányát 40%-ig lehetett emelni úgy, hogy az pozitív hatással volt a szennyvíziszap komposztálására, e felett az oxigén szabad áramlása akadályozott volt. A rövidebb komposztálási idő miatt ugyanakkor a 20%-os arány javasolt. A zsír hatására zsírbontó enzimek termelődtek. A zsíradag növelése az élelmiszeripari és vágóhídi hulladékok jellemzően szűk C/N arányának tágítását szolgálhatja. Szintén jó kiegészítő lehet a zsír alacsony energiatartalmú anyagok komposztálásakor, melyek magukban nem képesek kellő hőfokot elérni a komposztálódás során.

Mondini et al. (2008) hús- és csontliszt mineralizációját, valamint zsírtartalmának talajra gyakorolt hatását vizsgálta eredeti és zsírtalanított formában 200 és 400 kg N/ha adagban savanyú és karbonátos talajba keverve 15 és 20°C-on. A CO₂ formájában felszabadult szén mennyisége, a mikrobiális biomassza, valamint a N mineralizáció mértéke a nem zsírtalanított minta esetében volt nagyobb mértékű. A talaj NH₄ és NO₃ tartalmát a 400 kg/ha N kezelés szignifikánsan a kontroll 2-3-szorosára növelte. A növekedés már a kijuttatás után 2 nappal szignifikáns volt, tehát a N mineralizáció rögtön elkezdődött. A 14 napos inkubáció alatt az NH₄ fokozatosan NO₃-tá alakult. A teljes időszak alatti összes CO₂-C képződésben a következő szignifikáns különbségek mutatkoztak: savas talaj > bázikus talaj; 20°C > 15°C; 400 kg/ha N > 200 kg/ha N; nem zsírtalanított liszt > zsírtalanított liszt.

Garcia et al. (2007) szerint a hús- és csontliszt feldolgozását megnehezíti az anyag állaga, mert kevésbé folyós, mint más lisztszerű anyagok, tapadásra, csomósodásra hajlamos és ráragadhat a feldolgozógépek felszínére. A probléma megoldására a szerzők tapadásgátló anyag, dehidratáció, zsírtartalom csökkentés, őrlés és hűtés hatását vizsgálták. Az eredmények alapján a zsírtartalom felelős legnagyobb mértékben ezért a kedvezőtlen tulajdonságért, amit a hőmérséklet is befolyásol. A 30 és 55°C-on a zsír lágyabb, az anyag nehezen kezelhető, 5 fok körüli hőmérsékleten viszont ez jelentősen javul.

A zsírtartalom tehát problémát okozhat a feldolgozás és a kijuttatás során, amit különböző technológiai eljárásokkal mérsékelni lehet. Komposztálás alatt, illetve a kijuttatás után a zsírtartalomnak már nem volt káros hatása, sőt a talaj biológiai aktivitását növelte.

3.4.5. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek fertőzésveszélye

Az állati szöveteket tartalmazó takarmányok miatt gyorsan terjedő betegségek kapcsán felmerült a kérdés, hogy vajon az állati hulladékok sterilizációs eljárása megfelelő védelmet nyújt-e a kórokozó prionok terjedése ellen. Fontos megemlíteni, hogy a mezőgazdaságban felhasználható trágyaszór előállítására csak egészséges állományból származó állatokból lehetséges, melyeknek például más szervei kereskedelmi forgalomba, táplálék formájában emberi fogyasztásra kerülnek. A vágóhídi hulladékok szabadföldi felhasználása esetén meg kell ismerni az esetleges fertőzéssel kapcsolatos kockázati tényezőket, a fertőzést okozó prionokat, és a fertőzés mechanizmusát, mert a megfelelő gyakorlattal a töredékére csökkenthető a fertőzésveszély.

A prionok a vírusoknál egyszerűbb felépítésű potenciálisan fertőző fehérjék, melyek a gazda fehérjéit képesek a saját hibás térszerkezetük szerint átalakítani. A kórokozó prionok bizonyos fehérjék térszerkezetét változtatják meg és teszik fertőzővé. A betegséget TSE (transmissible spongiform encephalopathies), néha TDE (transmissible degenerative encephalopathies) néven említik általánosan, de gazdaszervezettől függően a betegség specifikus neveket kapott. Prion eredetű többek között a szarvasmarhák szivacsos agysorvadása (BSE), amelyet kergemarhakórnak is neveznek, a juhok surlókórja (scrapie) a szarvasok és őzek krónikus senyvesztő betegsége (CWD) és az emberi Creutzfeldt-Jakob kór (CJD), de több más állatfajnál is leírták a betegséget. Lényegében a legtöbb, ha nem valamennyi emlős faj megfertőződhet TSE-vel (*Prusiner 1998, Wickner et al 2004, Novalkofski et al. 2005*).

A legnagyobb visszhangot kiváltó, szarvasmarhánál leírt BSE kór valószínűleg az 1970-es években alakulhatott ki Nagy-Britanniában, amiről 1986-ban derült ki, hogy TSE típusú fertőzés. A kór valószínűleg leginkább a fertőzött hús és csontliszt takarmányként való etetésével terjedt (*Horn et al. 2001, Smith és Bradley 2003*).

A fertőző prionok szerkezete nagyon hasonló a szervezetben normálisan megtalálható fehérjékhez, így az immunrendszer nem veszi észre a különbséget, vagyis a legtöbbször nem reagál idegen testként a prionra. Immunválasz vagy gyulladás sem alakul ki a gazdaszervezetben, ezért nehézkes a kimutatás. A betegség sokáig lappangó stádiumban van: a lappangási idő rágcsálók, macskák esetében hónapok, szarvasmarha, juh, szarvas esetében

évek, ember esetében évtizedek. A prionok idővel felszaporodnak, és idegszöveti károsodást okoznak. A fertőzött állat viselkedése megváltozik, mozgása koordinálatlanná válik, izomgörcsöket kap, ismétlődő mozdulatokat tesz és fogyásnak indul a normális élelmiszermennyiség bevitelére ellenére is. Ezek a tünetek azonban csak utalnak a betegségre, nem egyértelmű jelei, azaz más idegi megbetegedés is állhat a háttérben (*Wilesmith et al. 1988, Cockcroft 2004*). A kórokozó az idegszövetben szaporodik el, ezért nem létezik pontos teszt módszer, amely élő emberben vagy állatban betegséget képes lenne egyértelműen kimutatni (*Kübler et al. 2003*).

A fertőzött állatokból származó kórokozó csak igen kis valószínűséggel okoz betegséget az emberben. A fajok közti átfertőzés, azaz a betegség átterjedése egyik fajról a másikra viszonylag nehézkes, de lehetséges (*Hill et al. 2000*).

A kockázatot csökkenti, hogy az agyszöveten kívül, azaz például a leggyakrabban fogyasztásra kerülő hússzövetben alacsony koncentrációban fordulnak elő a prionok. A levágás során, illetve a nagyüzemi gépesített csontozás esetén viszont a fogyasztásra szánt hússzövetbe és vérbe a központi idegrendszerből származó szövet kerülhet, amely magas fertőzési kockázattal, így elősegítheti a kór terjedését (*Daly et al. 2002*).

A fertőzés a fertőzött táplálék elfogyasztásán kívül külső beavatkozással is elkapható (sebészeti úton, injekcióval, stb.), öröklődéssel, vagy esetleg más, eddig még fel nem fedezett módokon (*Brown et al. 2000*).

A TSE kórokozók a fertőtlenítő eljárásokkal és szerekkel szemben nagy ellenállást mutatnak. Száraz hősterilizálási kísérletek szerint a kórokozó képes részben túlélni 24 órán át 160°C-os vagy 20 percig tartó 200°C-os kezelést, viszont az 1 órás 200°C-on történt kezelésben maradéktalanul megsemmisült, így a fertőzött szövetek égetése hatékony eljárás (*Taylor et al. 1996*). A vegyszeres kezelések közül teljes hatékonyságot nátrium-hipoklórid oldat illetve forró nátrium-hidroxid oldat eredményezett (*Taylor 2000*).

Georgsson et al. (2006) Izlandon vizsgálták a juhok sűrűlókórájának ellenálló képességét. A szigeten korábban karantén területeket alakítottak ki a kór megfékezésére. A fertőzött nyájakat rögtön kiválogatták, a telep épületeit fertőtlenítették, majd 2-3 év múlva új nyájat hoztak fertőzésmentes területről. A szigeten 1978 és 2004 között végzett felmérés szerint az új nyáj betelepítése után 4-7 évvel esetenként előfordultak újrafertőzések. Egy esetben azonban egy nem megfelelően fertőtlenített juhakolban 16 év után történt fertőzés.

Brown és Gajdusek (1991) TSE-vel fertőzött hörcsög agyszövetéből készített homogén folyékony anyagot, melyet talajjal keverték össze, majd átlukasztott petri csészékbe helyezték. Ezeket kerti talajjal töltött tenyészedényekbe ágyazták 3 évre. Az eltelt idő alatt 2-3

nagyságrenddel csökkent a fertőzőképesség, azaz nagyjából az eredeti fertőzőképesség 1%-ára. A prionoknak csak kis hányada mosódott alsóbb talajrétegekbe.

Leita et al. (2006) laboratóriumi kísérletben a prionok talajszemcsékhez kötődését vizsgálta. Egészséges és fertőzött hörsög agyszövetéből készített homogén folyékony anyagot keverték agyagos vályog és homokos vályog talajokkal. A fertőző prionok erősen kötődtek a talajszemcsékhez, ezért felhalmozódhattak, különösen ha prion tartalmú szervesanyag formájában, fertőzött állati szövetet juttatjuk ki. A prionok igen ellenállóak a proteáz enzimekkel szemben, ezért a könnyen bomló szerves anyagból felszabaduló prionok talajrészecskékhez kötődve fertőzési forrássá válnak.

Gale és Stanfield (2001) vágóhídi szennyvíziszapok mezőgazdasági alkalmazásából adódó BSE betegség emberre és szarvasmarhára terjedésének kockázatát elemzik. A szerzők számításai szerint, ha a korábbi becsléseknek megfelelően a szarvasmarhák 0,54%-a fertőzött, az agyszövet és a gerincvelő 1%-a kerül bele a szennyvíziszapba, akkor Nagy-Britanniában 7×10^5 db szarvasmarha betegedne meg, ha szennyvíziszappal kezelt legelőn legelne. Szennyvíziszappal kezelt területen termesztett zöldségtől a szerzők számítása szerint évente $1,32 \times 10^7$ - $1,32 \times 10^9$ ember halna meg Nagy-Britanniában. Ezek szerint elhanyagolható annak az esélye, hogy a betegség szennyvíziszapból a szántóföldi növény felületére kerüljön, és így azután embereket fertőzzön meg. A legelőre vagy takarmánynövények alá kijuttatott vágóhídi szennyvíziszap viszont komolyabb fertőzési forrást jelenthet.

Az EU 15 tagállamában 2001-ben 2,55 fertőzött marha jutott 10000 marhára, 2007-re ez a szám fokozatosan 0,18-ra csökkent a rendelkezéseknek és a fokozottabb ellenőrzésnek köszönhetően (*Bruke 2008*).

Bár még nincs minden részlet tisztázva a kórokozókkal kapcsolatban, mégis a betegség megfékezésére hozott rendelkezések hatásosak voltak. Az állati melléktermékek talajba való kijuttatásánál fontos szempont a legelő állatok fertőzési veszélyének minimálisra csökkentése. Mivel a prion ellenálló és évekig fertőzőképes maradhat, ezért legelő területre nem ajánlott a kijuttatás.

4. A kísérletek anyaga és módszere

4.1. A kísérletek általános bemutatása

A feldolgozott vágóhídi melléktermékekkel 2002-ben és 2003-ban szabadföldi kisparcellás kísérletek kerültek beállításra az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete Órbottyáni Kísérleti Telepén Prof. Dr. Kádár Imre vezetésével. Én 2003 szeptemberében kezdtem dolgozni az intézetben és ekkor kapcsolódtam a már beállított kísérletekhez, azokat fokozatosan megismertem. A telepi kísérleti munkákat a kísérleti telep személyzetével közösen, a laboratóriumi analíziseket az MTA TAKI laboratóriumi személyzetével közösen végeztük el.

A kísérleti telep a Duna-Tisza közti homokhátság északi részén, a gödöllői dombvidék pereméhez közel helyezkedik el. Az öt különböző szerves anyaggal öt kísérlet került beállításra:

érett komposzt – továbbiakban **É1** a kísérlet jele

éretlen komposzt – **É2**

húsliszt alapú félérett komposzt – **F1**

húsfőzet alapú félérett komposzt – **F2**

húsliszt – **H**

4.2. A kísérletek talajának jellemzői

Az É1 és É2 kísérletek beállítása előtt a 0-20 és 20-40 cm mélységből 20-20 pontból átlag talajminta vételére került sor a két kísérlet 4-4 ismétléséből 2002.05.03-án, melynek eredményeit a 2. és 3. táblázat közli. A korábbi adatoknak megfelelően a talaj a 0-20 cm szántott rétegben átlagosan 0-8% közötti CaCO_3 , 0,9-1,1% humusz készlettel és 10-15% agyagfrakcióval rendelkezik, a $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ többnyire 7-8 közötti értéket mutat. A termőhely felvehető P-ral közepesen, K-mal igen gyengén ellátott. A talajvíz mélysége 6-8 m, humuszos szint vastagsága 60-80 cm. Az erodáltabb, lepusztult részeken a talaj CaCO_3 tartalma megnő, és a humuszos szint vastagsága lecsökken (*Klimes-Szmik 1955, Kádár 1999 a, b*).

A kísérleti terület rossz vízgazdálkodású és aszály érzékeny, mert a homoktalajokra általában jellemző sajátosságokkal rendelkezik: alacsony agyag és szervesanyag tartalom, kis szervesanyag-tartalom és pufferkapacitás, nagy vízáteresztő és kis víztartóképesség, fokozott víz- és szélerózió-érzékenység, alacsony természetes tápanyagkészlet, és a mesterségesen kijuttatott tápanyagok fokozott kilúgzása (*Várallyay 1984*).

2. táblázat. Az É1 kísérlet ismétléseiből vett talajminták alaptulajdonságai a kísérlet beállítása előtt. 2002.05.03. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Kísérlet ismétlései	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃ %	H %	AL-P ₂ O ₅ mg/kg	AL-Ca %	AL-K ₂ O mg/kg
0-20 cm							
I.	7,57	6,99	0,3	1,02	194	0,27	62
II.	7,56	7,09	0,6	1,15	111	0,29	51
III.	6,89	6,16	0,0	1,12	82	0,14	44
IV.	6,90	6,14	0,0	1,09	95	0,15	58
Átlag	7,23	6,60	0,2	1,10	121	0,21	54
20-40 cm							
I.	7,96	7,54	6,1	0,77	56	1,46	38
II.	7,82	7,31	1,1	0,83	101	0,38	35
III.	6,99	6,16	0,0	1,12	90	0,13	32
IV.	7,12	6,42	0,0	0,93	109	0,16	31
Átlag	7,47	6,86	1,8	0,91	89	0,53	34

3. táblázat. Az É2 kísérlet ismétléseiből vett talajminták alaptulajdonságai a kísérlet beállítása előtt. 2002.05.03. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Kísérlet ismétlései	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃ %	H %	AL-P ₂ O ₅ mg/kg	AL-Ca %	AL-K ₂ O mg/kg
0-20 cm							
I.	7,57	7,29	6,6	0,99	121	1,88	70
II.	7,76	7,42	7,3	0,99	110	1,84	59
III.	7,87	7,50	7,4	0,96	118	2,00	62
IV.	7,97	7,60	10,0	0,96	142	2,77	71
Átlag	7,79	7,45	7,8	0,98	123	2,12	66
20-40 cm							
I.	7,52	7,28	13,1	0,96	90	1,91	52
II.	7,89	7,48	4,2	0,86	100	1,34	39
III.	8,02	7,66	10,0	0,77	96	2,57	55
IV.	8,12	7,73	10,0	0,73	104	2,78	61
Átlag	7,89	7,54	9,3	0,83	97	2,15	52

A termőhely heterogén, sok a defláció által sújtott és elvékonyodott szelvény, valamint ennek megfelelően a ráhordás által vastagított homokrégteg. Kisebb foltokban előfordul a területen kétrétegű homok és rozsdabarna erdőtalaj is, ami a talajtakaró mozaik-jellegét jelentős mértékben fokozza (Antal et al. 1966, Hepp 1992).

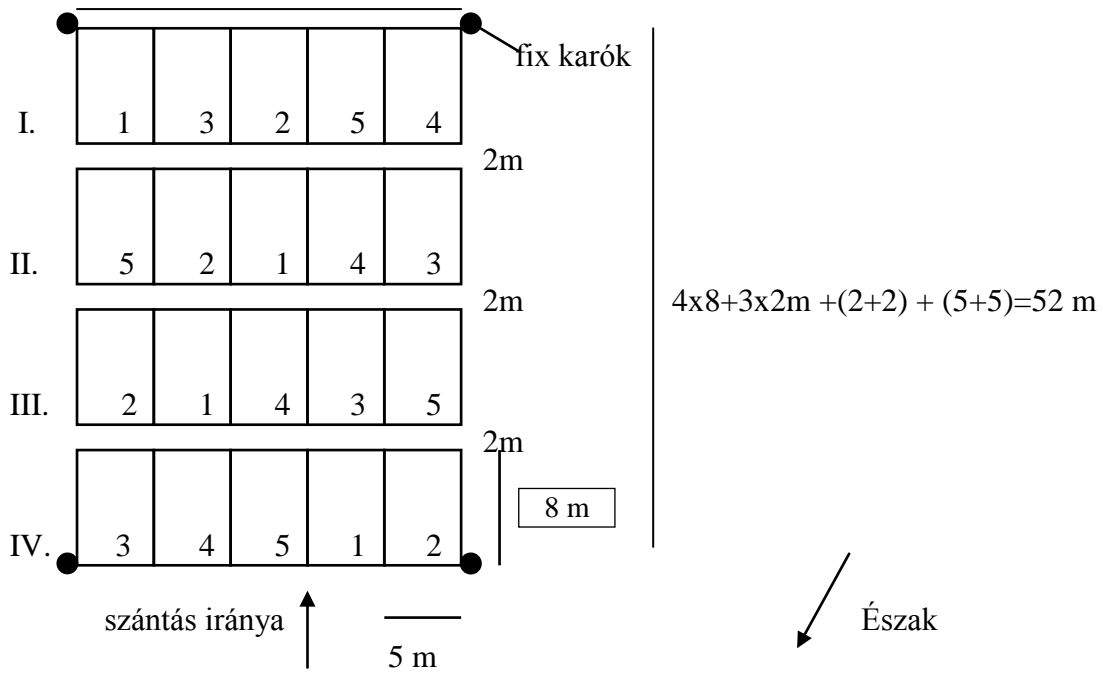
4.3. A kísérletek beállítása, elrendezése

Összesen öt kísérlet került beállításra négy különbözőképpen előállított és eltérő összetételű komposztált vágóhídi melléktermékkel, valamint egy húsliszttel, amelyeket az ATEVSZOLG ZRt. szolgáltatott. A kísérletek egyenként 5 kezeléssel és 4 ismétlésben, azaz 20-20 parcellában lettek beállítva 2002 és 2003 folyamán. A szerves anyagok kijuttatásának pontos időpontjáról a 4.4. fejezet tájékoztat, a kísérleti növények vetési idejéről pedig a 4.5. fejezet. A kísérletek telepen belüli elhelyezkedését az 1. ábra, az egyes kísérletek vázlatát a 2. ábra mutatja.



1. ábra. A vágóhídi melléktermékekkel beállított kísérletek elhelyezkedése az MTA TAKI Órbottyáni Kísérleti Telepén (Forrás: maps.google.com)

A köpenyvetés körben kb. 5 m. Egy kísérlet teljes területe: $35 \times 52 = 1820 \text{ m}^2$
 $5 \times 5 \text{ m} + (5+5) = 35 \text{ m}$



2. ábra. A vágóhídi melléktermékekkel beállított kísérletek vázlata

A parcellák $5 \times 8 = 40 \text{ m}^2$ területet jelentettek véletlen blokk elrendezésben. Az egyes kezelésekben 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt, illetve 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt került beszántásra. A H kísérlet kisebb adagjait az indokolta, hogy a húsliszt koncentráltabb anyag, magasabb N- és zsírtartalommal. A kísérletben beállított extrém terhelési szintek célja, hogy a nagymértékű terhelés hatása, valamint a túlterhelés esetleges káros következményei vizsgálhatók és előre jelezhetőek legyenek. Mivel a talaj a homoktalajokra jellemzően K-hiányos volt, és az alkalmazott szervestrágyák is viszonylag alacsony kálium tartalommal rendelkeztek, így 2003. 03. 26-án az öt kísérlet egységesen 200 kg/ha K_2O trágyázást kapott kálisó formájában.

4.4. Az alkalmazott vágóhídi melléktermékek jellemzői

A komposztok és a húsliszt kijuttatásának idejéről, adalékanyagairól és érzékszervi minőségéről a 4. táblázat tájékoztat. Az érett É1 komposzt 2 hónapos levegőztetés és a 10 hónapos érlelést követően szagtalan, földszerű, aprómorzsás szerkezetű, jól homogenizált anyag volt. A húsliszt és szalma 1:0,5 száraztömeg arányú keverékéből összeállított éretlen É2 komposzt 6 hét levegőztetést követően, érlelés nélkül készült, így erősen bűzös volt, és 10-40 cm átmérőjű rögöket tartalmazott. A húsliszt alapú F1 félérett komposzt az éretlen komposzt anyagának 6 hónapig tartó érlelése után jött létre, de szintén erősen bűzös, rögös és heterogén. A húsfőzet alapú F2 éretlen komposztot 2 hónap levegőzés után 8 hónapig érlelték (2002.09. hótól 2003.05. hóig, azaz télen át), a termék ugyancsak erősen bűzös, rögös és heterogén.

4. táblázat. Az alkalmazott trágyaszerek összetevői, kijuttatásuk időpontja és tulajdonságai

Kísérlet és trágya jele	Trágyaszer megnevezése	Trágyaszer összetevői	Kijuttatás ideje Év Hó Nap	Érzékszervi minősítés
É1	érett komposzt	vágóhídi hulladék és szennyvíziszap	2002. 05. 09.	szagtalan, morzsás
É2	éretlen komposzt	húsliszt, szalma	2002. 05. 09.	bűzös, rögös
F1	húsliszt alapú félérett komposzt	húsliszt, szalma	2002. 11. 18.	bűzös, rögös
F2	húsfőzet alapú félérett komposzt	húsfőzet, szalma	2003. 05. 06.	bűzös, rögös
H	húsliszt	100% húsliszt	2002. 11. 18.	szagtalan por

A kísérlet beállításakor a leszántandó trágyaszerekből 2-2 átlagmintát vételére került sor (20-20 pontminta egyesítésével). A komposztok eredendő heterogenitása ellenére a párhuzamos bemérések eredményei viszonylag jó egyezést mutattak a legtöbb vizsgált elem tekintetében, az értékek általában 5-10%-on belül változtak. Az alkalmazott komposztok és

húsliszt átlagos összetételét az 5. táblázat szemlélteti, a legnagyobb dózis kijuttatásával történt talajterhelés mértékéről a 2. melléklet tájékoztat.

Az összetétel alapján megállapítható, hogy az éretlen és a két félérett komposzt Ca, P, N, Na és S elemekben gazdagabb, míg az egyéb ásványi elemekben jellemzően szegényebb az érett komposztnál. Az érett komposzt magasabb mikroelem-tartalma vélhetően a hozzáadott szennyvíziszapból eredhet. Az érett komposzt KCl-oldható NH₄-N készlete átlagosan csupán 169 mg/kg, a NO₃-N készlete 2480 mg/kg, az éretlen komposztban az NH₄-N 3006 mg/kg, illetve a NO₃-N 1135 mg/kg értéket mutatott, tehát a NH₄-N és NO₃-N aránya is tükrözi az érettség fokát. A két félérett komposzt esetében ez az arány még magasabb, mert a NO₃-N koncentrációja jelentősen lecsökkent. Az éretlen komposzt nagymennyiségű NH₄-N tartalma a növényekre bizonyos körülmények között mérgező lehet.

5. táblázat. Az ATEV komposztok és a húsliszt összetétele szárazanyagban. Összes elemtartalom cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárásból. (Analízis: MTA TAKI laboratóriumában 2002-2003.)

Összetevők, jellemzők	Mérték- egység	Átlagos összetétel az egyes kísérletekben					Fő átlag
		É1	É2	F1	F2	H	
Sz.a.	%	38,9	45,8	60,0	55,7	95,0	59,1
Szervesanyag	%	26,3	41,7	40,3	43,8	58,6	42,1
Szerves C	%	15,2	24,1	23,3	25,3	33,9	24,4
C/N arány		7,5	7,7	7,1	8,8	5,3	7,3
Ca	%	9,31	12,65	11,25	11,68	7,02	10,42
P	%	2,22	5,56	4,26	5,26	4,06	4,27
N	%	2,04	3,12	3,26	2,89	6,41	4,43
K	%	0,76	0,76	0,83	0,50	0,41	0,65
Mg	%	0,70	0,36	0,37	0,54	0,18	0,43
Na	%	0,52	0,79	0,69	0,63	0,45	0,62
S	%	0,50	0,70	0,62	0,75	0,60	0,63
Fe	%	1,42	0,28	0,29	0,08	0,07	0,43
Al	%	2,78	2,36	0,14	0,52	0,02	1,16
Zn	mg/kg	540	270	164	237	104	263
Mn	mg/kg	268	80	69	90	19	105
Sr	mg/kg	230	113	82	70	30	105
Ba	mg/kg	158	50	35	65	6	63
Cu	mg/kg	109	46	19	42	13	46
Cr	mg/kg	28	10	7	10	4	12
Pb	mg/kg	20	8	6	17	<1	10
Ni	mg/kg	14	5	3	8	<1	6
B	mg/kg	11	4	4	7	0,5	5
Co	mg/kg	3,0	0,7	0,6	0,1	0,2	0,9
Mo	mg/kg	1,7	0,3	0,4	0,7	0,2	0,7
Sn	mg/kg	1,4	0,3	1,4	<0,1	1,8	1,0
Cd	mg/kg	0,6	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2
As	mg/kg	0,5	0,3	2,0	1,3	3,1	1,4
Hg	mg/kg	<0,2	<0,2	0,5	<0,2	1,1	0,4
Se	mg/kg	<0,5	<0,5	0,6	0,6	<0,5	<0,5
NH ₄ -N	mg/kg	169	3006	941	882	167	1033
NO ₃ -N	mg/kg	2480	1135	61	122	1	760

A légszáraz komposztokban 2,04-3,26% N, 15,2-25,3% szerves-C, 7,1-8,8 C/N arány, 26,3-43,8% szervesanyag és 38,9-60% szárazanyag volt kimutatható. Az érett komposzt N-ben, szervesanyagban, szárazanyagban szegényebb volt. A szabadföldi kísérletben felhasznált érett, éretlen és félérett komposzt minták C/N aránya egyaránt 7-8 körüli volt, ami elvileg gyors mikrobiális lebontást és a fejlődő növények bőséges N-ellátását teheti lehetővé.

4.5. A kísérleti növények

Az első évben csemege kukorica (*Zea mays*), a másodikban fehérmustár (*Sinapis alba*), a harmadik évtől kezdve pedig folyamatosan tritikálé (*X Triticosecale*) volt a kísérleti növény, melyek fajtájáról, vetési és betakarítási időpontjáról az 6. táblázat tájékoztat. Az egyes kísérletekben elvégzett műveletekről és megfigyelésekről részletesen beszámol a 3. melléklet.

6. táblázat. A kísérletben alkalmazott kísérleti növények faja, fajtája, vetési és betakarítási ideje 2002. és 2010. között (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Sorszám	Növényfaj	Fajta	Vetés időpontja	Betakarítás időpontja
1.	csemege kukorica (<i>Zea mays</i>)	Spirit	2002.05.13.	2002.09.16.
2.	mustár (<i>Sinapis alba</i>)	Silenda	2003.04.07. (05.06.)*	2003.07.08. (08.11.)*
3.	tritikálé (<i>X Triticosecale</i>)	Disco	2003.09.30.	2004.07.26.
4.	tritikálé (<i>X Triticosecale</i>)	Disco	2004.09.14.	2005.07.18-19.
5.	tritikálé (<i>X Triticosecale</i>)	Presto	2005.09.15.	2006.07.21.
6.	tritikálé (<i>X Triticosecale</i>)	GK bogo	2006.09.25.	2007.06.27.
7.	tritikálé (<i>X Triticosecale</i>)	GK bogo	2007.09.12.	2008.07.07-10.
8.	tritikálé (<i>X Triticosecale</i>)	Versus	2008.09.20.	2009.07.17.
9.	tritikálé (<i>X Triticosecale</i>)	Kitaro	2009.09.24.	2010.07.19.

*Megjegyzés: a zárójeles dátumok az É2 kísérletre vonatkoznak, amely a komposzt késői telepre szállítása miatt csak május 6-án került beállításra, így a betakarítás időpontja is kitolódott

A tavaszi vetésű kukorica és a fehér mustár is víz- és tápelem-igényes, a mustár emellett érzékeny a talajszennyezésre, ezért teszt növényként szerepel a vonatkozó szabvány-vizsgálatokban (mustárteszt). A tritikálé viszonylag kevésbé igényes növény, a homoktalajon előforduló szélsőségeket jobban tűri, ősszel elvetve hasznosítani tudja az őszi-téli csapadékot, tavaszra mély gyökérrendszert fejleszt, ellenáll a szárazságnak és kellő talajfedettséget elérve a gyomok fejlődését is akadályozza (*Radics 1994*).

4.6. A kísérlet csapadékellátottsága

Mivel a homoktalaj víztartó képessége csekély, a csapadékellátottság meghatározó jelentőségű a termésképzés és a trágyahatások kialakulása szempontjából. A 2002. és 2003. évek aszályosak voltak, a tenyészidő alatt a kukoricára 237 mm, a mustárra 52 mm csapadék hullott. A tritikálé 2004 és 2008 között többnyire megfelelő mennyiségű és kedvező eloszlású csapadékot kapott. A 2009. év újból aszályos volt, míg 2010-ben kiugróan sok csapadék esett (7. táblázat). A részletes, havi csapadékatokat a 4. melléklet tartalmazza.

7. táblázat. Csapadékellátottság a kísérleti telepen, mm (Meszes homoktalaj, Órbottyán, 2002-2010.)

Időszak	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	49 év átlaga
1. negyedév	33	67	148	67	125	116	70	63	126	90
2. negyedév	117	52	149	185	188	123	211	71	267	164
3. negyedév	209	87	115	283	177	100	239	71	211	152
4. negyedév	124	131	139	123	33	127	99	177	136	136
Összesen	483	337	551	658	523	466	619	382	740	542

4.7. Mintavételezések és laboratóriumi vizsgálatok

4.7.1. Talajmintavétel és analízis

A kísérletek beállítása előtt 2002.05.03-án az É1 és É2 kísérletek területén történt átlag talajmintavétel ismétlésenként a 0-20 és 20-40 cm mélységből tájékoztató jelleggel. Szintén ezen kísérletek első évében a kukorica betakarítása után 2002. 09. 16-án történt mintavétel parcellánként alapvizsgálatok, és ammónium-acetát + EDTA oldható elemtartalom meghatározás céljából. A következő évben, 2003-ban már mind az öt kísérlet beállításra került, ezért 2003. július 22-én a mustár betakarítása után ezek területén került sor talajmintavételre parcellánként alapvizsgálatok, ammónium-acetát + EDTA, valamint királyvizes roncsolással feltárható elemtartalom meghatározásához. A következő és egyben utolsó talajmintát 2008. augusztus 4-én vettük valamennyi parcelláról. Az alapvizsgálatokon kívül ez esetben is vizsgáltuk az ammónium-acetát + EDTA, valamint királyvizes roncsolással feltárható elemtartalmakat, de az analízis csak azokra az elemekre terjedt ki, amik 2003-ban változást mutattak a kezelés hatására.

A talajmintákat a nettó parcelláról vettünk, azaz a bruttó parcella 4 szélétől 1-1 m távolságot elhagytunk, hogy az esetleges zavaró hatásokat (áthordások) csökkentsük. A mintákat botfűróval vettük 0-20cm-es szántott rétegből (kivéve ahol eltérést jeleztünk), majd parcellánként 20-20 pontból átlagmintákat képeztünk. A homogenizált mintákból legalább 2 bemérést végeztünk és a két párhuzamos mérés átlagértékét fogadtuk el. A talajminták analízise a következő módszerekkel történt:

Talajvizsgálati módszerek rövid ismertetése:

Alapvizsgálatok:

Vizes pH: 5,0g talajhoz 12,5 cm³ kiforralt desztillált vizet adtunk, majd másnapig állni hagytuk, és potenciometriásan, pH-mérővel mértük a szuszpenzióban (MSZ 08-0206-2:1978).

KCl-os pH: 5,0g talajhoz 12,5 cm³ 1 mol/L-es KCl oldatot adtunk, majd másnapig állni hagytuk, és potenciometriásan, pH-mérővel mértük a szuszpenzióban (MSZ 08-0206-2:1978).

Arany-féle kötöttségi szám: 50,0g talajhoz 10 cm³ desztillált vizet adtunk előzetes áztatás miatt, majd bürettával további szükséges desztillált víz mennyiséget adagoltunk a fonalpróba eléréséig (MSZ 08-0205:1978).

Összes sótartalom: Arany-féle kötöttségi szám meghatározásánál előállított talajpép vezetőképességét határoztuk meg konduktometriásan, konduktométerrel (MSZ 08-0206-2:1978).

Kalcium-karbonát: A körülbelüli mésztartalmat a minta 10 m/m%-os sósavval történő pezsgtetésével becsüljük meg. Ezután 1,0-10,0 g talajt mérünk be reakcióedénybe a minta várható mésztartalmától függően, és sósavval összerázva Scheibler-készülékkel mérjük a felszabaduló CO₂ mennyiségét (MSZ 08-0206-2:1978).

Szerves anyag: (Tyurin szerint) 0,2-1,0 g talajt mérünk be reakcióedénybe a minta várható szerves anyag tartalmától függően. 10 cm³ 0,067 mol/L (0,4 n) kénsavas K-bikromát roncsoló elegyet adunk hozzá, 5 percig visszafolyó hűtővel forraljuk, lehűlés után kb. 100 cm³ vízzel való hígítás után 0,2 mol/L Mohr sóval titráljuk.

Elemtartalom meghatározási vizsgálatok:

Al-oldható (Egnér et al 1960) P₂O₅ - K₂O - Ca: 5,0 g talajhoz 100 cm³ kirázó oldatot adunk, majd 2 órát rázatjuk. Kirázó oldat: 0,1 mol/L ammónium-laktát + 0,4 mol/L ecetsav. pH=3,75. Meghatározás: ICP (MSZ 20135:1999)

LE (Lakanen és Erviö 1971) oldható makro, mezo és mikroelemek: 5,0 g talajhoz 50 cm³ kirázó oldatot adunk: 0,5 mol/L ammónium-acetát + 0,02 mol/L EDTA (pH=4,65). Rázatas 1 órán át. Meghatározás: ICP (MSZ 20135:1999)

Összes nitrogén: 1,0 g talajhoz 10,0 cm³ 98m/m%-os kénsavat és X cm³ (szükség szerinti) 30 m/m% hidrogén-peroxidot adunk, majd előroncsoljuk 30 percig 150 °C-on, ezután a roncsolás befejeztéig 350 °C-on, automata roncsolóblokkban. Lehűlés után a roncsolmány térfogatát desztillált vízzel 100 cm³-re egészítjük. Meghatározás: vízgőz-desztillációval.

Nitrát és nitrit-N: 40,0 g talajhoz 100 cm³ kirázó oldatot: 1 mol/L KCl-ot adunk. Rázatas 1 órán át. Meghatározás: vízgőzdesztillációval vagy FIA-Star analizátorral (Griess-Ilosvay féle reakcióval). (MSZ 20135:1999)

Ammónia-N: 40,0 g talajhoz 100 cm³ kirázó oldatot: 1 mol/L KCl-ot adunk. Rázatas 1 órán át. Meghatározás: vízgőzdesztillációval vagy FIA-Star analizátorral (indofenol-kék reakcióval).

Királyvizes roncsolással meghatározható „összes” makro, mezo és mikroelemek: 1,0 g talajhoz 4,5 cm³ sósavat, 1,5 cm³ 65m/m%-os salétromsavat és 1,0 cm³ 30 m/m% hidrogén-peroxidot adunk, majd roncsolás 15 percig mikrohullámú roncsolóban. Lehűlés után a roncsolmány térfogatát desztillált vízzel 50 cm³-re egészítjük és szűrjük. Mérés: ICP (MSZ 21470-50:1998)

4.7.2. Növénymintavétel és analízis

Minden évben a tenyészidő során több esetben végeztünk bonitálást, állományértékelést, hogy a trágyahatások időbeni alakulását is felmérhessük. A terméselemek, valamint egyes években az ásványi összetétel megállapítására betakarításkor vettünk növénymintát 1 m²-ről, ami a kukorica esetében parcellánként 20-20 növényt, a mustár és tritikálé állományból 8-8 folyómétert jelentett. A növényi mintákat a nettó parcelláról vettünk, azaz a bruttó parcella 4 szélétől 1-1 m távolságot elhagytunk, hogy az esetleges zavaró hatásokat (áthordások) csökkentsük. A reprezentatív párhuzamos átlagmintákat 40°C-on kiterítve szárítottuk, majd finomra daráltuk, homogenizáltuk. A homogenizált mintákból legalább 2 bemérést végeztünk és a két párhuzamos mérés átlagértékét fogadtuk el. Elemösszetétel meghatározásra 2002., 2003., 2004., és 2009. években került sor.

Növényvizsgálati módszerek rövid ismertetése:

Salétromsavas roncsolással meghatározható összes makro, mezo és mikro elemek: 0,5 g növényhez 5,0 cm³ 65m/m%-os salétromsavat és 1,0 cm³ 30 m/m% hidrogén-peroxidot adunk, majd roncsolás 15 percig mikrohullámú roncsolóban. Lehűlés után a roncsolmány térfogatát desztillált vízzel 25 cm³-re egészítjük és szűrjük. Mérés: ICP.

Kénsavas roncsolással meghatározható nitrogén tartalom: 0,5 g növényhez 5,0 cm³ 98m/m%-os kénsavat és X cm³ (szükség szerint) 30 m/m% hidrogén-peroxidot adunk, majd előroncsoljuk 30 percig 150 °C-on, ezután a roncsolás befejeztéig 350°C-on, automata roncsolóblokkban. Lehűlés után a roncsolmány térfogatát desztillált vízzel 100 cm³-re egészítjük. Mérés: Dead-Stop titrálással.

Vizes kivonattal meghatározható nitrát nitrogén tartalom Thammné (1990) által ajánlott módszer szerint: 0,5g növényhez 400 cm³ desztillált vizet adunk, majd 30 percig rázatjuk. Meghatározás: fotometriásan (Griess-Ilosvay féle reakcióval).

Légszáraz anyag tartalom: 150-200 g eredeti állapotú mintát ismert tömegű porcelánedénybe mérünk centi gramm pontossággal. Szárítószekrényben 60°C-on 24 órát

szárítjuk, majd további 24 órát szabad levegőn állni hagyjuk és a tömeget cg pontossággal lemérjük.

4.7.3. Komposztok és húsliszt mintavétele és analízise

A 35-40 kg tömegű zsákos komposztból körülbelül 1-1 kg tömegű átlagmintát vettünk ki kanállal 6-8 helyről a zsák különböző részeiből az MSz-08-0012/3. szabvány alapján. Az eredeti nedvességtartalmú mintákat 40°C-on szárítószekrényben 72 órán át szárítottuk légszáraz állapotig. A légszáraz minták abszolút szárazanyag tartalmát 105°C-on, külön beméréssel határoztuk meg. A légszáraz mintákat növénydarálóval porrá őröltük, homogenizáltuk. A húsliszt száraz és homogén állapotban érkezett. A homogenizált mintákból legalább 2 bemérést végeztünk és a két párhuzamos mérés átlagértékét fogadtuk el. A párhuzamos bemérések eredményei viszonylag jó egyezést mutattak a legtöbb vizsgált elem tekintetében, figyelembe véve a komposztok lehetséges heterogenitását. A továbbiakban alkalmazott analitikai eljárások megegyeznek a talajminták elemtartalmánál már részletesen ismertetett módszerekkel. A minták összes elemtartalmát (N kivételével) cc. HNO₃ + cc. H₂O₂ roncsolást követően 20-25 elemre vizsgáltuk ICP technikát alkalmazva. A N meghatározása cc. H₂SO₄ + cc. H₂O₂ roncsolás után történt külön bemérésből Bremner-féle vízgőzdesztillációval. Az NH₄-N és NO₃-N pedig KCl-os kezelés utáni vízgőzdesztillációval történt. Az oxidálható szerves-C Tyurin szerint volt vizsgálva, ami után a $C_{\text{szerves}} \times 1,724 =$ szervesanyag képlettel kaptuk meg a szervesanyag %-át.

Az oxidálható szerves-C, illetve szervesanyag-készlet Tyurin-féle meghatározásához megjegyzendő, hogy bár 15% feletti szervesanyag-tartalom felett ajánlott az izzítási veszteségből számolni a szervesanyag-tartalmat, esetünkben ez a módszer számos hibaforrást okozott volna. Fő problémát a 10-25% mennyiségben előforduló CaCO₃ termikus bomlásából származó, valamint az egyéb illó szerves összetevők távozásával előálló tömegvesztés jelentett volna.

4.8. Az adatfeldolgozás módszere

A megfigyelésekből és mérésekből származó adatokat MS Excel program felhasználásával rögzítettük és kezeltük. Az adatok alapján a kezelési dózisok hatását vizsgáltuk az egyes szerves anyagok esetében talajra és növényre a már ismertetett módon és gyakorisággal. A kezelések hatásainak időbeli változását is nyomon követtük az évek során. A statisztikai értékelést egytényezős véletlen blokk kísérletek varianciaanalízisével végeztük, ahol a tényező az alkalmazott szerves anyag dózisa (Sváb 1981).

5. Eredmények és értékelés

5.1. Vágóhídi melléktermékek vizsgálati adatainak értékelése

A kísérlet indulásakor az állati hulladékok kezelésének és alkalmazásának jogszabályi háttere még nem volt megfelelően kidolgozott. Az alkalmazott komposztált anyagok nem feleltek meg az akkoriban érvényes *FVM 8/2001. (I.26.) rendeletében* a komposztokra vonatkozó előírásoknak. A gyakorlat azonban azt mutatta, hogy a feldolgozott vágóhídi hulladékokat nem komposztnak minősítve juttatták ki a termőföldre, éppen azért, mert a komposztok minőségére szigorú előírások voltak érvényben. Ezek kijuttatását inkább a területileg illetékes Talaj- és Növényvédelmi Hatósággal egyedileg engedélyeztették (*Pirkó 2004*). Később a szabályozást a „2. Bevezetés és célkitűzés” fejezetben már említett *71/2003. (VI.27.) FVM rendelet* oldotta meg. A *8/2001. (I.26.) FVM rendeletet* pedig felváltotta a *36/2006. (V.18.) FVM rendelet*, amely csak a trágyákról rendelkezik.

A *49/2001. (IV. 3.) Kormányrendelet* valamint az *59/2008. FVM rendelet* szerint éves szinten mezőgazdasági területre kijuttatott N mennyisége nem haladhatja meg a 170 kg/ha értéket a vizek mezőgazdasági eredetű NO₃-szennyezésének elkerülése érdekében a kijelölt érzékeny területeken. A 2,0-3,3% N-készletből kiindulva ez 8,7-21,4 t/ha friss komposzt (5,2-8,3 t/ha/év szárazanyag) vagy 2,6 t/ha húsliszt felhasználását jelenti az érzékeny területeken. A nem érzékeny területeken kiadható 200 illetve 300 kg/ha pedig 10,2-25,2 t/ha, illetve 15,3-37,8 t/ha friss komposzt (6,1-9,8 illetve 9,2-14,7 t/ha szárazanyag), vagy 3,1 illetve 4,6 t/ha húsliszt kijuttatását teszi lehetővé az általunk vizsgált trágyaszerek alapján.

A komposztok és húsliszt 2-5% körüli P készlete előnyös lehet különösen a P-szegény talajokon. A főbb gazdasági növényeink 20-40 kg/ha/év foszforigényét már az 1-2 t/ha friss komposzt adagja kielégítheti a foszforral jól ellátott területeken, ahol a talajtermékenység megőrzése a cél. A 10-20 t/ha adag már a P-ral gyengén ellátott talaj feltöltését, melioratív kezelését eredményezi 400-800 kg/ha P₂O₅ mennyiséget biztosítva.

A mikroelem-tartalommal és -terheléssel kapcsolatban a *71/2003. (VI.27.) FVM rendelet* nem tartalmaz határértékeket, de mivel az É1 komposzt szennyvíziszapot is tartalmazott, ezért érdemes a szennyvíziszapokra érvényes határértékeket is megvizsgálni. A kísérlet beállításakor érvényben lévő *50/2001. (IV. 3.)*, és annak módosításait tartalmazó *40/2008. (II.26.) Korm. rendelet* szerint a termőtalajok mikroelem terhelése maximálisan az alábbi lehet kg/ha/év: Zn 30 kg; Cr, Cu, Pb 10 kg; Ni 2 kg; Se 1 kg; As és Co 0,5 kg; Mo 0,2 kg; Cd 0,15 kg; Hg 0,1 kg. Ezen határértékek közül egyedül a friss É1 komposzt maximális adagja

lépte túl a cink kijuttatásának határértékét. A 200 t/ha É1 komposzt adaggal 42 kg/ha Zn került a talajba 2002-ben (2. melléklet).

A komposztok és a húsliszt mikroelem-tartalma valamennyi vizsgált elem tekintetében megfelel a 40/2008. (II.26.) rendeletben a szennyvíziszapokra illetve szennyvíziszap komposztokra meghatározott határértékeknek. A rendeletekben foglalt határértékeket az 5. melléklet tartalmazza. A komposztok viszonylag magas, átlagosan 303 és 54 mg/kg Zn és Cu tartalom agronómiailag előnyös lehet, mivel országosan 250 termőhelyre kiterjedő vizsgálat szerint a művelt talajaink 46%-a cinkben és 9%-a rézben gyengén ellátott. A cinkhiányt a növények alacsony Zn koncentrációja is jelezte (Kádár 2005). A komposztok 10% körüli vagy feletti Ca készlete szintén előnyös lehet különösen a savanyú talajokon. A 25 t/ha friss komposzt adagja 900-1400 kg/ha Ca, azaz 2,2-3,5 t/ha CaCO₃ mennyiséget jelent, mely savanyú homokokon már mérsékelt melioratív meszezésnek felelhet meg.

5.2. Vágóhídi melléktermékek hatása a kísérlet talajára

5.2.1. Vágóhídi komposztok hatása a talaj szántott (0-20 cm) rétegére 2002-ben

A talaj kötöttsége, pH értéke és CaCO₃ tartalma az 8. táblázat eredményei szerint statisztikailag igazolhatóan vagy érdemben nem változott egyik kísérletben sem a kezelések nyomán 2002. szeptember 16-án. A szántott réteg szerves-C készlete mindkét kísérletben növekvő tendenciát mutat, bár szignifikáns növekedés nem igazolható. A szántott réteg 20 cm talajrétegének tömege 1,5 térfogatsúllyal számolva 3000 t/ha körülire tehető. A leszántott komposzt maximális mennyisége 200 t/ha, azaz 6,7%-ot jelenthet. Heterogén homokon a mintavétel hibája viszont elérheti a 8-10%-ot is.

Agronómiailag fontos az oldható elemkészlet ismerete. Az NH₄-acetát+EDTA-oldható P-tartalom az É1 kísérletben mintegy a 3-szorosára, míg az éretlen komposzt maximális adagja eredményeképpen 4,5-szeresére ugrott. Ezzel a talajok P-ellátottsága az „igen jó” vagy „magas” kategóriába jutott, tükrözve a melioratív jellegű P-terhelések hatását. A felvehető K₂O készlet az éretlen komposzt 200 t/ha adagú kezelése nyomán nőtt igazolhatóan. Nyomon követhető volt a Na tartalmának igazolható dúsulása is mindkét kísérletben. A maximális komposztterheléssel 405, illetve 724 kg/ha Na kerülhetett a feltalajba, mely már igazolható változást okozott. Az É1 kísérletben 389 kg/ha, az É2 kísérletben pedig 641 kg/ha S került a talajba. Az É1 kísérletben a felvehető S készlete átlagosan megkétszereződött, míg az É2 kísérletben megháromszorozódott. Az 1,4% Fe-tartalmú érett komposzt trendjében csaknem kétszeresére növelte a talaj vastartalmát (8. táblázat).

8. táblázat. Vágóhídi hulladék komposztok hatása a 0-20 cm talajréteg egyes alaptulajdonságaira és elemkészletére 2002-ben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
Kötöttség, K _A	30	31	30	30	30	n.sz.	30
pH(H ₂ O)	7,0	7,2	7,3	7,0	7,3	n.sz.	7,2
pH(KCl)	6,6	6,9	6,8	6,6	6,9	n.sz.	6,8
Humusz, %	1,2	1,4	1,5	1,4	1,5	n.sz.	1,4
CaCO ₃ , %	0,7	0,3	0,5	0,3	0,4	n.sz.	0,4
NH ₄ -acetát + EDTA oldható elemkészlet, mg/kg							
P ₂ O ₅	82	159	205	211	237	n.sz.	179
Fe	66	82	103	113	119	n.sz.	97
K ₂ O	71	84	85	89	93	n.sz.	84
Na	10	10	13	13	18	4	13
S	6	10	15	13	15	n.sz.	12
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
Kötöttség, K _A	31	30	31	30	32	n.sz.	31
pH(H ₂ O)	7,8	7,6	7,5	7,0	7,1	n.sz.	7,4
pH(KCl)	7,4	7,3	7,2	6,7	6,9	n.sz.	7,1
Humusz, %	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3	n.sz.	1,2
CaCO ₃ , %	7,8	6,1	6,7	5,9	5,1	n.sz.	6,3
NH ₄ -acetát + EDTA oldható elemkészlet, mg/kg							
P ₂ O ₅	92	126	131	170	457	264	195
K ₂ O	53	62	68	78	218	71	96
Na	12	17	16	20	59	13	25
S	9	10	11	12	30	8	14

Az össz-N 0,07-0,08% között a kezelésektől függetlenül, az összes só 0,02% alatt. Az NH₄-acetát + EDTA oldható As, Hg, Se, Mo 1 mg/kg kimutathatósági határ alatt. A többi elem átlagos készlete: B 0,3-0,4; Pb 2-3, Co 0,8-1,4; Cd 0,06; Ni 1-1,5; Cr 0,06-0,08; Mg 200-400, Mn 130-170, Zn 5-6, Cu 1,6-2,1; Al 40-60, Sr 10-30, Ba 8-9 mg/kg a kezelésektől függetlenül.

Az összes N 0,07-0,08% között, szignifikancia szinten belül váltakozott. Nem változott érdemben a talaj összes só tartalma sem, ami 0,02% alatt maradt, csak az éretlen komposzt maximális adagja növelte 0,08%-ra. Kimutathatósági határ alatt maradt az oldható As, Hg, Se, Mo. Nem jelentkezett dúsulás az egyéb vizsgált elemek talajbani koncentrációjában sem mint a B, Pb, Co, Cd, Ni, Cr, Mn, Mg, Zn, Cu, Al, Sr és Ba. Megállapítható, hogy még 100 vagy 200 t/ha komposztterhelés sem vezet a talaj káros nehézfém-tartalmának kialakulásához. A talajelemzések részletes adatait a *6. mellékletben* közlöm.

5.2.2. Vágóhídi melléktermékek hatása a talaj szántott (0-20 cm) rétegeire 2003-ban

Alapvizsgálatok

Átlagmintákat vettünk 2003. július 22-én a szántott rétegből és az így nyert átlagmintákban meghatároztuk a kötöttség (K_A), pH (H₂O), pH (KCl), CaCO₃ és a humusz jellemzőket. A 2003. évben végzett talajelemzések adatait a *9. táblázat* foglalja össze. Az É1 és É2 kísérletek alapvizsgálati eredményei a 2002. és a 2003. évben kielégítő egyezést mutattak a homoktalajok jellemző heterogenitása ellenére is. A bemutatott eredmények jelzik, hogy bár ezek a kísérletek közvetlenül egymás mellett helyezkednek el, a talaj alaptulajdonságai az

egy-egy kísérletben jelentősen eltérhetnek. A heterogenitás gyakorlatilag minden vizsgált paramétert érint. Ennek ellenére a komposzt-terhelés hatása esetenként nyomon követhető. Az F1 és F2 kísérletekben már igazolhatóan nőtt a kötöttségi mutató a 200 t/ha friss, azaz 110-120 t/ha szárazanyag bevitelével. Ez azt is jelentheti, hogy bizonyíthatóan javult a talaj víztartó-képessége. A pH (H₂O) és pH (KCl) értékekben érdemi változás nem figyelhető meg egyik kísérletben sem.

9. táblázat. Vágóhídi komposztok és húsliszt hatása a 0-20 cm talajréteg egyes alaptulajdonságaira 2003-ban (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
Kötöttség K _A	29,0	29,0	29,0	29,8	30,0	n.sz.	29,4
pH(H ₂ O)	6,8	7,3	7,4	7,2	7,4	n.sz.	7,2
pH(KCl)	6,5	7,0	7,1	6,9	7,0	n.sz.	6,9
Humusz %	1,3	1,3	1,3	1,6	1,6	0,3	1,4
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
Kötöttség K _A	29,0	29,0	30,3	29,5	29,0	n.sz.	29,4
pH(H ₂ O)	8,0	7,9	7,4	7,2	7,0	n.sz.	7,5
pH(KCl)	7,7	7,5	7,1	6,8	6,6	n.sz.	7,1
CaCO ₃ %	8,4	6,4	6,6	5,4	5,0	n.sz.	6,4
Humusz %	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	n.sz.	1,2
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
Kötöttség K _A	31,0	30,8	32,0	32,5	34,0	2,7	32
pH(H ₂ O)	7,6	7,7	7,5	7,4	7,3	n.sz.	7,5
pH(KCl)	7,2	7,4	7,4	7,2	7,1	n.sz.	7,3
CaCO ₃ %	4,3	3,7	2,4	2,4	2,1	n.sz.	3,0
Humusz %	1,2	1,3	1,6	1,6	1,8	0,3	1,5
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
Kötöttség K _A	31,5	32,3	31,3	31,5	34,8	2,8	32,3
pH(H ₂ O)	6,7	7,0	6,8	6,6	6,8	n.sz.	6,8
pH(KCl)	6,1	6,5	6,4	6,2	6,5	n.sz.	6,3
Humusz %	1,3	1,4	1,4	1,5	1,8	0,2	1,5
H kísérlet (húsliszt)							
Kötöttség K _A	27,9	29,0	28,2	29,5	28,3	n.sz.	28,6
pH(H ₂ O)	7,8	7,6	7,3	7,0	7,2	n.sz.	7,4
pH(KCl)	7,3	7,3	7,0	6,8	7,0	n.sz.	7,0
CaCO ₃ %	1,8	3,5	0,9	0,3	2,4	n.sz.	1,8
Humusz %	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	n.sz.	1,2

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt. Megjegyzés: Az É1 és F2 kísérletekben a CaCO₃ 1% alatt. Az összes só általában 0,1% alatt, de a F1 és F2 kísérletek 200 t/ha terhelésénél megközelíti vagy eléri a 0,2%-ot.

A CaCO₃%-ok jelzik leginkább a kísérleti terület heterogenitását, erodáltságát. Az É1 és F2 kísérletekben a CaCO₃ 1% alatt maradt, illetve csak nyomokban mutatható ki a szántott rétegben. A H kísérletben az átlagos CaCO₃-tartalom 1,8%, a F1 kísérletben 3,0%, míg az É2 kísérletben 6,4%. Az utóbbi kísérletben mért SzD_{5%}-os mutató 10,6, mely a nagyságrendi eltérésekre, szórásokra utal az egyes parcellák talajában.

A H kísérlet kivételével általában megfigyelhető, hogy a növekvő komposzt adagokkal tendenciájában vagy statisztikailag is igazolhatóan nőtt a humusz %-a. Ez a gyarapodás 0,3-

0,5% között ingadozik tükrözve a 200 t/ha friss komposzt, azaz a 25-28 t/ha szerves-C bevitelét. A húsliszttel nagyságrendileg kevesebb szervesanyag került a talajba, mely a szűk C/N arány miatt valószínűleg gyorsabban bomló trágyaszert, így szervesanyag gyarapodást nem eredményezett.

A szántott réteg összes sótartalma általában a jelentéktelen 0,1% alatt vagy körül marad, az F1 és F2 kísérletek maximális terhelésű parcelláin megközelítette vagy elérte a 0,2%-ot. Ez az akkumuláció sem tekinthető érdeminek, és hasonló homoktalajon gyorsan kimosódhat a mélyebb rétegekbe, illetve a talajvízbe kerülhet (9. táblázat).

NH₄-acetát+EDTA oldható elemkészletek

Az NH₄-acetát+EDTA oldható elemkészleteket bemutatva a 10. táblázat azon elemeket tartalmazza az egyes kísérleteknél, melyek változást mutattak a kezelés hatására akár igazolható mértékben, akár tendencia szintjén az adagokkal összhangban. A 2002. és 2003. év talajvizsgálati eredményei alapján a talaj heterogén, ezért az adatok szórása rendkívül nagy, különösen a nem mozgékony foszfor esetében. A heterogenitást növelheti, hogy a komposztok valószínűleg még kevésbé bomlottak el, és a részben rögökbe összeállt éretlen és félérett komposztok talán nem keveredtek megfelelően a talajjal, esetenként góccokat alkothattak.

Az e módszerrel meghatározott oldható elemtartalom a nagyobb terhelésű kezelésekben egyre nagyobb koncentrációkat mutat, illetve egyre több elem akkumulációja igazolható a növekvő adagokkal.

Az É1 kísérlet talajának Fe, Zn és Mo mikroelem-dúsulásai 2003-ban visszavezethetők az adalékanyagként használt szennyvíziszap gazdagabb mikroelem-készletére. A 2002-ben végzett vizsgálatoknál ez az akkumuláció még nem volt világosan nyomon követhető. A felvehető P₂O₅ készlet már a legalacsonyabb kezelések hatására is igen jónak, bőségesnek mondható agronómiai szempontból. A maximális komposzt bevitellel pedig már 500-2700 mg/kg P₂O₅ koncentrációkat találunk. Hasonló feltöltöttség üvegházi/kertészeti talajokban is ritkán fordul elő. Ennél, és a többi kísérletnél is a szövegben és a táblázatokban csak a fontosabb, vagy a kezelés hatását tükröző elemeket mutatom be. A 7. melléklet valamennyi kísérlet összes vizsgált elemét tartalmazza.

Bár a komposztok 9-13% Ca tartalommal rendelkeztek, ezen a heterogén meszes homoktalajon mégsem eredményeztek Ca növekedést, kivéve az F2 kísérletben, ahol a kontroll parcellák Ca tartalma a legalacsonyabb 2092 mg/kg volt. A többi kísérletben ez az érték az 1-2%-ot is elérte (7. melléklet).

10. táblázat. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a talaj NH₄-acetát+EDTA oldható elemkészletére 2003-ban, mg/kg, 0-20 cm talajréteg. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
P ₂ O ₅	85	156	207	370	484	164	260
Fe	60	73	94	143	176	53	109
S	9	12	15	23	29	8	18
Na	13	12	15	16	26	6	16
Zn	2,0	3,3	3,3	6,0	7,0	1,8	4,3
Mo	0,02	0,03	0,03	0,05	0,07	0,03	0,04
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
K ₂ O	387	402	520	596	653	n.sz.	512
P ₂ O ₅	101	249	416	599	1111	515	495
Na	11	18	29	33	48	17	28
S	14	15	25	21	31	6	21
Zn	1,6	1,9	2,0	1,7	2,8	n.sz.	2,0
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
P ₂ O ₅	90	365	1421	1559	2671	1410	1221
Na	10	19	78	85	146	49	67
S	8	15	42	52	80	28	40
Zn	2	3	5	4	8	4	4
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
Ca	2092	2810	2803	2649	4190	746	2909
K ₂ O	161	117	287	162	546	228	255
Mg	128	160	169	157	225	28	168
P ₂ O ₅	83	406	587	670	2244	711	798
Fe	62	66	66	74	93	10	72
Na	5	35	53	57	170	44	64
S	5	13	18	20	58	14	23
Zn	3	4	4	4	7	2	4
H kísérlet (húsliszt)							
P ₂ O ₅	78	149	128	142	315	152	162
Na	7	13	10	13	26	9	14
S	2	7	6	8	17	7	8

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt. Megjegyzés: Az As, Cd, Co, Cr, Hg, Mo, Se általában 0,1 mg/kg kimutatási határ alatt. A B 0,3-0,5; Ni 1,0-1,4; Pb 2-3, Ba 8-10, Sr 8-26, Mn 111-166 mg/kg a kezeléstől függetlenül. Az É1 kísérletben a Ca 2729, K₂O 191, Mg 164 mg/kg átlagosan, az É2 kísérletben a Ca 16502, a Mg 392 mg/kg, az F1 kísérletben a Ca 10053, K₂O 459, Mg 303 mg/kg, a H kísérletben a Ca 5524, K₂O 165, Mg 203 mg/kg átlagosan, az alkalmazott kezelési dózisok hatására érdemben nem változtak.

Az istállótrágyához képest alacsony, 0,5-0,8% K tartalmú komposztok csak az F2 kísérletben eredményeztek szignifikáns K₂O-növekedést a maximális dózis esetében, illetve az É2 kísérletben figyelhető meg növekedési trend. A többi kísérletben kezeléstől függetlenül 165-459 mg/kg volt az átlagos K₂O tartalom.

A cc. HNO₃ + cc. H₂O₂ feltárással becsült „összes” elemtartalmak

A cc. HNO₃ + cc. H₂O₂ oldható ún. „összes” elemtartalmakban is igazolhatók a változások. A H kísérlet kivételével minden kísérletben nőtt a P és S, egy-egy kísérletben a Ca, Na és Zn készlete is a szántott rétegben. A jelenleg hatályos 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM rendelet szerint káros mértékű nehézfém-akkumulációt az alkalmazott komposztok vagy a húsliszt nem okozott a talajban (11. táblázat).

11. táblázat. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a talaj cc.HNO₃+cc.H₂O₂ oldható „összes” elemkészletére 2003-ban, mg/kg, 0-20 cm talajréteg. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
P ₂ O ₅	1221	1447	1491	1802	2027	353	1598
P	533	632	651	787	885	154	698
S	155	160	163	209	238	57	185
Na	132	142	131	145	145	n.sz.	139
Zn	27	30	29	33	34	4	31
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
K ₂ O	2540	2826	3078	3395	3409	n.sz.	3049
K	2117	2355	2565	2829	2841	n.sz.	2541
P ₂ O ₅	1248	1596	2114	2137	3142	506	2047
P	545	697	923	933	1372	221	894
S	142	136	168	162	199	32	162
Na	102	120	137	147	174	53	136
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
P ₂ O ₅	1319	1770	3201	3037	5008	1342	2867
P	576	773	1398	1326	2187	586	1252
S	153	170	253	252	342	68	234
Na	150	160	228	220	296	62	211
Zn	26	29	31	30	33	6	30
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
Ca	4693	5854	6035	5468	7845	1734	5979
P ₂ O ₅	1472	1903	2308	2322	4470	1154	2496
P	643	831	1008	1014	1952	504	1090
S	162	198	221	216	376	84	235
Na	150	184	213	204	342	70	218
Zn	33	35	38	37	40	5	37
H kísérlet (húsliszt)							
P ₂ O ₅	1278	1395	1214	1344	1548	259	1356
P	558	609	530	587	676	113	592
S	151	169	149	160	172	n.sz.	160

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt. Megjegyzés: A Cd, Hg, Mo, Se általában 0,4 mg/kg kimutatási határ alatt. Az As 3-6, B 4-6, Ni 10-13, Pb 8-11, Ba 50-80, Sr 15-35, Mn 350-500, K 2500-3100, Mg 3000-6400, Fe 13400-16200 mg/kg a kezeléstől függetlenül. P x 2,29 = P₂O₅; K x 1,20 = K₂O

A 12. táblázatból jól látszik, hogy a növekvő komposztadagokkal nagyobb mértékben nő a „felvehető”, azaz az NH₄-acetát+EDTA-oldható Na, P, Zn és S tartalom az „összes” HNO₃+H₂O₂-oldható elemtartalmakhoz képest a talajban. Ez ismert jelenség, a tápanyag talajba juttatása után elsősorban a felvehető „fiatal” frakciók nőnek meg, ahogyan *Fülek* és *Kádár (1975)* ezt kísérletesen is bizonyította a csernozjom talajon végzett P-frakcionálási kísérletükben. Ezt a hatást még fokozhatja, hogy ez az alacsony kolloid- és szervesanyag-tartalmú homoktalaj még kevésbé képes ezeket a nagyadagú trágyázással nagymennyiségben bevitt elemeket megkötni, illetve az alacsony agyagtartalom miatt a stabil agyag-humusz komplexek kialakulása is korlátozott, ezért ezek aránylag nagy mennyiségben maradnak felvehető formában.

12. táblázat. Az NH₄-acetát+EDTA-oldható elemtartalmak %-os aránya a cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárással becsült „összes” elemtartalmakhoz képest a komposztok és húsliszt hatására a talaj 0-20 cm rétegében 2003-ban. (Duna-Tisza közti homoktalaj, Órbottyán)

Komposzt t/ha	É1 kísérlet (érett komposzt)				É2 kísérlet (éretlen komposzt)			
	Na	P	Zn	S	Na	P	Zn	S
0	10,0	6,9	7,6	6,0	11,0	8,0	6,3	10,2
25	8,4	10,7	11,0	7,2	15,3	15,6	7,9	11,0
50	11,1	13,9	11,3	9,1	21,2	19,7	7,4	15,1
100	11,4	20,5	18,2	10,9	22,1	28,0	6,5	13,1
200	17,6	23,9	20,5	12,1	27,4	35,4	10,6	15,4
Átlag	11,7	15,2	13,7	9,1	19,4	21,3	7,7	12,9
Komposzt t/ha	F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)				F2 (húsfőzet alapú félérett komposzt)			
	Na	P	Zn	S	Na	P	Zn	S
0	6,6	6,8	7,4	5,1	3,2	5,6	7,5	3,3
25	12,0	20,6	10,1	8,7	18,8	21,3	11,4	6,4
50	34,1	44,4	15,9	16,7	24,9	25,4	10,3	8,2
100	38,4	51,3	14,4	20,8	28,0	28,8	10,3	9,4
200	49,2	53,3	25,5	23,5	49,7	50,2	16,4	15,4
Átlag	28,1	35,3	14,7	15,0	24,9	26,3	11,2	8,5
Húsliszt t/ha	H kísérlet (húsliszt)							
	Na	P	Zn	S				
0	5,1	6,1	6,3	1,0				
2,5	8,6	10,7	10,4	4,1				
5	7,8	10,5	7,1	3,7				
10	8,4	10,6	4,2	4,8				
20	16,4	20,3	7,3	10,1				
Átlag	9,3	11,6	7,1	4,7				

Megjegyzés: P x 2,29 = P₂O₅; K x 1,20 = K₂O

Összes N, NO₃-N és NH₄-N tartalmak

Szignifikánsan nőtt 2003-ban az összes-N koncentrációja is. Emlékeztetőül az É1 kísérletben 1600, az É2 kísérletben 2860, az F1 kísérletben 3900, az F2 kísérletben 3200, a H kísérletben 1280 kg/ha volt a számított N-terhelés a maximális adagokkal. Az összes-N koncentráció növekedése erősen szór, de feltehető, hogy a bevitt komposzt N-nek még jelentős része szerves formában a feltalajban volt 2003-ban. A NO₃-N mennyisége a 20 cm talajrétegben és a maximális terhelésnél az É1 kísérletben 30 kg, az É2 kísérletben 110 kg, az F1 kísérletben 730 kg, az F2 kísérletben 270 kg, a H kísérletben 390 kg körüli mennyiséget tett ki hektáronként. A NH₄-N mennyisége minden kísérletben lecsökkent a NO₃-N formához képest, valószínűleg nitrifikálódhatott (13. táblázat).

13. táblázat. Vágóhídi komposztok és húsliszt hatása a 0-20 cm talajréteg összes N, NO₃-N és NH₄-N tartalmára 2003-ban, mg/kg talajban. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Kísérletek	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
Összes N							
É1	725	825	800	1000	1075	230	885
É2	700	825	975	900	1125	340	905
F1	750	725	1300	1275	2100	500	1230
F2	800	975	925	1125	1675	370	1100
H	625	650	775	750	775	n.sz.	715
NO ₃ -N							
É1	5	8	8	9	11	3	8
É2	7	9	23	22	37	8	20
F1	18	38	131	149	243	49	116
F2	11	17	36	44	90	42	40
H	10	38	41	84	129	53	60
NH ₄ -N							
É1	5	5	5	6	7	n.sz.	5
É2	5	5	12	9	13	n.sz.	9
F1	9	10	20	24	38	n.sz.	20
F2	10	8	10	7	25	11	12
H	9	9	8	23	55	26	21

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt

5.2.3. Vágóhídi melléktermékek hatása a talaj szántott (0-20 cm) rétegeire 2008-ra

Alapvizsgálatok

A 2008. évi talajvizsgálatok adatairól a 14. táblázat nyújt áttekintést. A CaCO₃ tartalom a 2003-as eredményekhez hasonlóan ingadozó, kezeléshatás nem látszik, sőt a csontokkal bevitt mésztartalom ellenére egyes esetekben csökkenő tendenciát mutat a növekvő adagok hatására. A pH (H₂O) és pH (KCl) értékek továbbra sem jeleznek hatást. Az érett és éretlen komposztok maximális adagjai még mindig igazolhatóan magasabb Arany-féle kötöttségi számot eredményeznek. A szervesanyag-tartalom, a H kísérletet kivéve, szignifikáns növekedést mutat a maximális, illetve az É1 és F1 kísérletek esetében már a 100 t/ha-os adagok hatására. Az összes só valamennyi kezelésben 0,02% alá csökkent, a sótartalom tehát kimosódott. Az F2 és H kísérletekben a CaCO₃ általában 1% alatti, illetve nagy szórással rendelkezik, és kezeléshatást nem mutat, ezért nem közlöm.

14. táblázat. Vágóhídi komposztok és húsliszt hatása a 0-20 cm talajréteg egyes alaptulajdonságaira 2008-ban. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
Kötöttség K _A	26,9	25,7	26,0	25,7	26,0	n.sz.	26,1
pH(H ₂ O)	7,14	7,26	7,23	7,08	7,23	n.sz.	7,18
pH(KCl)	6,50	6,86	6,80	6,53	6,83	n.sz.	6,70
CaCO ₃ %	0,50	0,24	0,33	0,13	0,32	n.sz.	0,30
Humusz %	1,24	1,25	1,30	1,39	1,49	0,13	1,33
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
Kötöttség K _A	25,5	26,5	26,0	26,7	26,0	n.sz.	26,1
pH(H ₂ O)	7,76	7,75	7,52	7,23	7,26	n.sz.	7,50
pH(KCl)	7,52	7,46	7,11	6,74	6,76	n.sz.	7,12
CaCO ₃ %	6,25	5,01	4,88	3,95	3,36	n.sz.	4,69
Humusz %	1,09	1,20	1,22	1,34	1,48	0,35	1,27
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
Kötöttség K _A	25,7	26,3	26,3	27,4	28,2	1,7	26,8
pH(H ₂ O)	7,43	7,63	7,66	7,51	7,50	n.sz.	7,54
pH(KCl)	7,19	7,45	7,43	7,33	7,27	n.sz.	7,33
CaCO ₃ %	3,06	2,85	2,43	1,83	1,99	n.sz.	2,43
Humusz %	1,20	1,31	1,44	1,45	1,61	0,17	1,40
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
Kötöttség K _A	25,9	25,7	25,7	25,0	27,5	1,4	26,0
pH(H ₂ O)	6,80	7,02	7,07	6,99	6,95	n.sz.	6,97
pH(KCl)	6,28	6,49	6,63	6,51	6,52	n.sz.	6,48
Humusz %	1,41	1,34	1,41	1,45	1,72	0,13	1,46
H kísérlet (húsliszt)							
Kötöttség K _A	25,0	24,9	25,5	24,1	24,4	n.sz.	24,8
pH(H ₂ O)	7,42	7,54	7,07	7,05	7,16	n.sz.	7,25
pH(KCl)	7,14	7,19	6,76	6,66	6,69	n.sz.	6,89
Humusz %	1,25	1,10	1,17	1,17	1,22	n.sz.	1,18

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt

NH₄-acetát+EDTA oldható elemkészletek

A 15. táblázatban elsősorban a P₂O₅, Na, S és Zn készleteket tüntettem fel, mert jellemzően ezek az elemek mutattak változást a 2003-as vizsgálatok során is, és túlnyomó részben még 2008-ban is szignifikáns különbségeket produkáltak. Az É1 kísérlet esetében még a Zn és Al elemek esetében is megfigyelhető volt a növekedés, amit a komposzthoz kevert szennyvíziszap okozhatott.

Az előző vizsgálati eredményekkel összevetve megállapítható, hogy a 2003-as P₂O₅ készletnek átlagosan a 60-70%-a található meg a kezelt parcellákon, kivéve a H kísérletben, ahol érdemi változás nem történt az 5 év alatt. Az éretlen és félérett komposztoknak már a 25 t/ha-os adagjai is 202-374 mg/kg P₂O₅ készletet eredményeztek, az oldható foszforkészlet tehát összességében még mindig igen jó. Ezzel szemben a S tartalom már alig növekszik, a komposzttal bevitt kén tartalom tehát kilúgzódott a talaj felső rétegéből. Mint ismeretes a szulfát anion a nitrátnál erősebben, de a foszfátnál gyengébben kötődik a talajkolloidokhoz, ezért ez utóbbinál gyorsabban mosódik lefelé a talajban.

15. táblázat. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a 0-20 cm talajréteg NH₄-acetát+EDTA oldható elemkészletére 2008-ban, mg/kg talajban. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottván)

Vizsgált jellemzők	Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
P ₂ O ₅	117	116	143	175	243	67	159
Fe	87	79	89	103	121	23	96
Al	58,0	58,5	57,8	63,9	65,6	n.sz.	60,8
Na	16,4	16,5	14,2	15,5	16,4	n.sz.	15,8
S	6,30	6,15	5,93	6,47	8,08	n.sz.	6,59
Zn	1,94	2,30	2,45	2,89	3,25	1,21	2,57
Mo	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
P ₂ O ₅	88	202	329	469	899	389	397
Na	16,8	19,3	20,5	24,8	31,2	6,4	22,5
S	8,8	9,0	10,7	10,1	11,7	n.sz.	10,1
Zn	1,32	1,34	2,46	2,27	2,95	1,14	2,07
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
P ₂ O ₅	86	374	706	1080	1868	368	823
Na	5,6	9,2	12,1	18,7	31,2	8,5	15,3
S	7,9	8,4	9,3	10,6	14,2	2,9	10,1
Zn	2,32	3,74	4,04	5,19	7,74	3,30	4,61
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
P ₂ O ₅	215	245	396	476	1309	365	528
Na	7,4	5,8	8,5	9,3	21,0	4,9	10,4
S	6,11	6,23	6,08	7,18	9,98	1,19	7,12
Zn	3,64	2,65	3,45	4,63	5,47	n.sz.	3,97
H kísérlet (húsliszt)							
P ₂ O ₅	149	117	155	166	228	n.sz.	163
Na	15,9	8,4	10,8	13,6	12,7	n.sz.	12,3
S	8,22	6,06	4,80	4,68	5,66	n.sz.	5,88
Zn	3,11	3,58	3,05	1,77	2,19	n.sz.	2,74

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt. Megjegyzés: 2008-ban csak a feltüntetett elemek koncentrációját vizsgáltuk

A cc. HNO₃ + cc. H₂O₂ feltárással becsült „összes” elemtartalmak

Egyes cc. HNO₃ + cc. H₂O₂ oldható elemtartalmak szintén növekedést mutatnak. Az É1 kísérletben a legmagasabb kezelések hatására a P és a S növekedése épp a szignifikancia határán van, míg a többi komposzt esetében a változás egyértelműen igazolható. A cink csak az F1 kísérletben növekszik, a nátrium pedig az É1 kísérleten kívül a komposztkezelések hatására emelkedik, de ez csak az É2 kísérletben szignifikáns. A húsliszt esetében 2008-ban már semmilyen változás nem tapasztalható (16. táblázat).

16. táblázat. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a talaj cc.HNO₃+cc.H₂O₂ oldható „összes” elemkészletére 2008-ban, mg/kg, 0-20 cm talajréteg. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
P	647	637	653	708	726	82	674
S	141	133	142	147	159	18	145
Na	89	100	95	101	83	n.sz.	94
Zn	32	33	30	33	30	n.sz.	32
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
P	597	647	788	828	1196	104	811
S	121	124	131	132	156	16	133
Na	97	91	104	107	139	20	108
Zn	25	24	31	25	27	n.sz.	26
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
P	571	731	986	1145	1717	377	1030
S	116	123	133	148	174	24	139
Na	70	78	81	100	116	n.sz.	89
Zn	29	29	32	32	35	5	31
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
P	650	668	693	807	1310	295	826
S	126	124	114	124	175	25	132
Na	62	57	52	72	91	n.sz.	67
Zn	35	32	32	36	35	n.sz.	34
H kísérlet (húsliszt)							
P	522	469	533	538	583	n.sz.	529
S	110	104	108	102	102	n.sz.	105
Na	68	70	94	82	70	n.sz.	77
Zn	27	27	30	26	26	n.sz.	27

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt. Megjegyzés: 2008-ban csak a feltüntetett elemek koncentrációját vizsgáltuk

A 17. táblázat adatai szerint a növekvő komposztadagokkal az NH₄-acetát+EDTA-oldható S már alig vagy egyáltalán nem mutat növekedést, a Na az éretlen és félérett komposztok esetében növekszik, a P és Zn viszont valamennyi komposzt esetében növekedést mutat a HNO₃+H₂O₂-oldható elemtartalmakhoz képest. Az oldható S és Na viszonylag nagyobb arányban mosódhattak a mélyebb talajrétegekbe. A komposztok, különösen a két félérett, pedig még mindig bőséges P és Zn-forrásul szolgálnak. A húslisztnek 2008-ra már nem volt hatása a százalékos arányra.

Összes N, NO₃-N és NH₄-N tartalmak

Amint a 18. táblázat mutatja, még 2008-ban is szignifikánsan növekedett egyes kezeléseknél az összes-N és a NO₃-N szintje. A 2003-as értékekhez képest az NH₄-N tartalom közel tizedére esett vissza, a NO₃-N tartalom pedig többnyire ennél is erősebben. Az akkori összes N tartalomnak körülbelül a háromnegyede található meg a komposztkezelésekben, tehát még mindig számolhatunk a szerves formában jelen lévő nitrogénforrással.

17. táblázat Az NH₄-acetát+EDTA-oldható elemtartalmak %-os aránya a cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárással becsült „összes” elemtartalmakhoz képest a komposztok és húsliszt hatására a talaj 0-20 cm rétegében 2008-ban (Duna-Tisza közti homoktalaj, Órbottyán)

Komposzt t/ha	É1 (érett komposzt)				É2 (éretlen komposzt)			
	Na	P	Zn	S	Na	P	Zn	S
0	18,4	7,9	6,1	4,5	17,3	6,47	5,4	7,3
25	16,4	8,0	7,0	4,6	21,1	13,7	5,5	7,2
50	15,0	9,5	8,2	4,2	19,8	18,2	7,9	8,1
100	15,3	10,8	8,7	4,4	23,2	24,7	9,1	7,6
200	19,8	14,6	10,7	5,1	22,5	32,8	10,8	7,5
Átlag	17,0	10,2	8,2	4,5	20,8	19,2	7,7	7,6
Komposzt t/ha	F1 (húsliszt alapú félérett komposzt)				F2 (húsfőzet alapú félérett komposzt)			
	Na	P	Zn	S	Na	P	Zn	S
0	8,0	6,6	8,0	6,8	11,9	14,4	10,5	4,8
25	11,8	22,3	12,7	6,8	10,1	16,0	8,3	5,0
50	15,0	31,3	12,6	7,0	16,3	25,0	10,9	5,4
100	18,6	41,2	16,4	7,2	12,9	25,7	12,8	5,8
200	26,9	47,5	22,4	8,2	23,0	43,6	15,5	5,7
Átlag	16,0	29,8	14,4	7,2	14,8	25,0	11,6	5,4
Húsliszt t/ha	H (húsliszt)							
	Na	P	Zn	S				
0	23,5	12,5	11,5	7,5				
2,5	12,0	10,9	13,4	5,8				
5	11,4	12,7	10,3	4,4				
10	16,6	13,5	6,7	4,6				
20	18,0	17,1	8,3	5,5				
Átlag	16,3	13,3	10,0	5,6				

Megjegyzés: P x 2,29 = P₂O₅, illetve K x 1,20 = K₂O

18. táblázat. Vágóhídi komposztok és húsliszt hatása a talaj összes-N, NO₃-N és NH₄-N tartalmára 2008-ban, mg/kg talajban, 0-20 cm talajréteg (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Kísérletek	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
Összes N							
É1	718	728	725	768	815	70	751
É2	658	633	628	710	918	130	709
F1	740	790	985	1010	1158	130	937
F2	733	724	758	758	1066	80	808
H	743	748	760	708	748	n.sz.	741
NO ₃ -N							
É1	3,22	4,17	5,90	6,04	5,83	1,67	5,03
É2	2,08	2,29	2,29	2,71	3,75	1,20	2,62
F1	1,10	1,44	1,75	2,20	2,66	0,66	1,83
F2	2,23	2,46	2,22	1,57	2,67	n.sz.	2,23
H	1,32	1,09	1,32	1,11	1,43	n.sz.	1,25
NH ₄ -N							
É1	3,01	2,76	1,93	2,08	1,46	n.sz.	2,25
É2	1,04	1,25	1,25	1,66	1,66	n.sz.	1,37
F1	1,87	2,10	2,29	2,64	3,10	0,36	2,40
F2	2,12	2,12	2,33	2,25	2,45	n.sz.	2,25
H	1,87	1,43	1,65	1,77	1,87	n.sz.	1,72

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt

5.3. Vágóhídi melléktermékek hatása a növényi terméshozamra, elemösszetételre és elemfelvételre

5.3.1. Kezelések hatása a kukoricára 2002-ben

Kezelések hatása a kukorica termésére

A június 21-i bonitálás szerint a fiatal korú csemegekukorica állománya 2002-ben némileg javult az É1 érett komposzt esetében 50 t/ha terhelésig. A 100 és 200 t/ha adagnál nem szignifikáns mértékű depresszió volt megfigyelhető: nőtt a tőhiány és az állomány átlagos magassága. A betakarításkori szem- és szártermésben érdemi trágyahatások egyáltalán nem jelentkeztek, és depresszió sem bizonyítható. Az aszályos évben a szemtermés kicsi maradt, mindössze átlagosan 2,3 t/ha légszár az anyagot tett ki. A termésszinteket és a trágyahatások kifejlődését a vízhiány limitálta (19. táblázat).

19. táblázat. Vágóhídi hulladék komposztok hatása a csemegekukorica (Spirit) fejlődésére és légszár az anyagot tett ki. A termésszinteket és a trágyahatások kifejlődését a vízhiány limitálta (19. táblázat).

Vizsgált jellemzők	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
¹ Bonitálás	2,5	4,0	4,0	3,3	3,3	0,7	3,4
² Tőhiány %-ban	4,5	8,0	8,6	5,5	9,1	n.sz.	7,1
³ Tőhiány %-ban	4,5	8,3	8,9	6,5	8,0	n.sz.	7,2
⁴ Magasság, cm	73	74	72	70	69	n.sz.	72
Összes földfeletti zöld tömeg t/ha	8,9	10,6	9,8	10,6	10,1	n.sz.	10,0
Légszár tömeg t/ha melléktermés	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	n.sz.	1,3
t/ha szem	2,2	2,2	2,4	2,0	2,7	n.sz.	2,3
t/ha összes	3,5	3,6	3,7	3,3	4,0	n.sz.	3,6
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
¹ Bonitálás	3,3	3,3	2,3	2,3	2,0	0,7	2,6
² Tőhiány %-ban	5,4	8,8	20,2	24,1	57,0	4,5	23,1
³ Tőhiány %-ban	6,0	11,8	23,2	23,9	47,3	4,5	22,5
⁴ Magasság, cm	59	57	55	44	39	5	51
Összes földfeletti zöld tömeg t/ha	7,4	7,4	5,9	4,3	2,1	1,2	5,4
Légszár tömeg t/ha melléktermés	0,8	0,8	0,8	0,7	0,4	0,2	0,7
t/ha szem	2,0	2,4	2,1	1,6	0,9	0,8	1,8
t/ha összes	2,8	3,2	2,8	2,4	1,3	1,0	2,5

¹ - Bonitálás: 1=igen gyengén, 5=igen jól fejlett állomány 06.21-én

² - Tőhiány 06.07-én 4-6 leveles állapotban

³ - Tőhiány 07.01-jén címerhányás idején

⁴ - Növénymagasság 07.01-jén a címer tetejéig mérve

Az éretlen komposzt 50 t/ha és e feletti terhelésnél már gyengébben fejlődő állományt, és annak részleges, 20-57%-os pusztulását okozta. A negatív hatás különösen fiatal korban volt jellemző a fellépő korai tőhiány és a magasságsökkenés alapján. A meddő tövek száma is négyszeresére ugrott, illetve az aratáskori szem és szár termése mintegy a felére zuhant a

maximális terhelésnél. A mérgezést feltehetően az $\text{NH}_4\text{-N}$ túlsúlya okozhatta, mely már 0,3%-ot tett ki átlagosan a komposzt szárazanyagában szántáskor. A fehérjedús komposzt talajbani bomlásakor felszabaduló $\text{NH}_4\text{-N}$ kedvezőtlen viszonyokat teremthet a talajban (19. táblázat).

A depresszióhoz az is hozzájárulhatott, hogy a komposzt bomlástermékei a száraz időjárás körülményei között nem hígultak, sőt felhalmozódhattak a talajban. 2002. I. félévében a havi csapadékösszegek a telepünkön az alábbiak szerint alakultak: január 6, február 13, március 14, április 30, május 46, június 41 mm, azaz a 6 hónap alatt mindösszesen 150 mm eső hullott. A 40 éves átlag a kísérleti területen 270 mm körüli (4. melléklet).

Általánosságban tehát a kísérletekre 2 t/ha körüli szemtermés és 1 t/ha körüli melléktermés volt jellemző, ami korábbi adatokkal összevetve is nagyon alacsonynak mondható. Ezen a termőhelyen Kádár (1987) szerint 4 éves kukorica monokultúras kísérlet különösen száraz évében (1976) a szemtermés 2,47 t/ha volt a kontroll parcellán, a 4 év átlagában pedig 2,8 t/ha. Kádár és Radics (2008) szintén az Örbottyáni Kísérleti Telepen 1995-ben vizsgálta a műtrágyázás hatását szemes (nem csemege) kukoricára. A kontroll parcellákon 5,4 t/ha légszáraz földfeletti termés alakult ki, ami másfél-kétszerese a komposzt kísérlet kontroll termésének. A maximális 150-200 mg/kg AL- P_2O_5 és K_2O készletű parcellákon ez 11,6 t/ha-ra emelkedett a tenyésztés alatt lehullott 405 mm csapadékkal. KSH (2010a) adatok szerint a csemegekukorica termésátlaga országosan 15 t/ha körül mozog csövesen nyers állapotban.

Kezelések hatása a kukorica elemösszetételére és elemfelvételére

A címerhányáskor vett, parcellánként 20-20 növény földfeletti hajtásából képzett átlagminták elemzése szerint a fiatal hajtásban elsősorban a N, $\text{NO}_3\text{-N}$, K, S, Zn és Mo készlet emelkedett és mérséklődött a Mg koncentrációja az érett komposzt növekvő adagja nyomán (20. táblázat). A Mg csökkenése vélhetően a növekvő NH_4^+ és K^+ ionok kompetitív hatására következik be (Mengel és Kirkby 1978).

Összességében hasonló irányú változások figyelhetők meg az éretlen komposzt hatására is, bár kevésbé kifejezetten (21. táblázat). A molibdén itt már nem nő, hiszen az É2 komposzt Mo-tartalma kevesebb, mint egyötöde az É1 komposztnak. A többi elem nem mutatott érdemi változást a kezelések hatására. A 25 elemre kiterjedő részletes laborvizsgálati eredmények a 8. mellékletben találhatóak. A növényelemzés eredményei szerint extrém elemdúsulások nem álltak elő a kukoricában, a komposztok nem fejtettek ki ilyen hatást, a kukorica összetétele „normális” maradt. A már fentebb idézett Kádár és Radics (2008) által vizsgált kukorica elemtartalma az érett szárban 0,6-0,9% N, 0,6-1,6% K, 0,6-0,8% Ca, 0,2-0,4% Mg, 0,1-0,2% P, 10-21 mg/kg Zn a szemben pedig 1,0-1,5% N, 0,5-0,7% K, 0,01% Ca, 0,2% körüli Mg,

0,5-0,7% P és 19-26 mg/kg Zn volt az NPK műtrágya kezelések függvényében 3,0-5,8 t/ha szem és 2,0-5,0 t/ha szár légszáraz termés mellett. Az elemfelvétel ezek alapján a szárban: 12-38 kg/ha N, 13-78 kg/ha K, 13-34 kg/ha Ca, 7-10 kg/ha Mg, 3-10 kg/ha P, 29-55 g/ha Zn, míg a szemben: 30-81 kg/ha N, 16-39 kg/ha K, 0,3-0,6 kg/ha Ca, 5-10kg/ha Mg, 2-40 kg/ha P és 60-122 g/ha Zn volt.

Látható tehát, hogy a műtrágyázási kísérletben megfigyelt kukoricának mintegy harmadát-negyedét termő ATEV kísérlet kukoricája a felsorolt elemek 2-3-szorosát tartalmazta a szárban, míg a szem elemtartalma nagyjából azonosnak mondható. Ezek alapján a felsorolt elemek felvétele a műtrágyázási kísérletben is nagyjából mintegy kétszeres a N-t kivéve, mely esetében a felvett mennyiség közel azonos (22. táblázat).

20. táblázat. Érett vágóhídi hulladék komposzt hatása a légszáraz kukorica összetételére 2002-ben címerhányáskor július 1-én és aratáskor szeptember 16-án (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Növényi rész	Érett komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
	N %						
Hajtás ¹	3,36	3,52	3,69	3,63	3,92	0,26	3,62
Szár ²	1,77	1,72	1,85	1,93	1,90	n.sz.	1,83
Szem ²	2,37	2,49	2,56	2,58	2,56	n.sz.	2,51
	K %						
Hajtás ¹	2,05	2,73	2,98	3,83	4,39	0,35	3,19
Szár ²	1,22	1,31	2,03	2,12	2,41	0,67	1,82
Szem ²	0,55	0,55	0,50	0,55	0,58	n.sz.	0,55
	Mg %						
Hajtás ¹	0,64	0,59	0,51	0,46	0,38	0,06	0,51
Szár ²	0,55	0,51	0,48	0,41	0,40	0,11	0,47
Szem ²	0,17	0,17	0,15	0,16	0,16	n.sz.	0,16
	S %						
Hajtás ¹	0,29	0,34	0,36	0,37	0,35	0,04	0,34
Szár ²	0,29	0,32	0,32	0,33	0,29	n.sz.	0,31
Szem ²	0,20	0,20	0,19	0,22	0,22	n.sz.	0,21
	NO ₃ -N mg/g						
Hajtás ¹	1,91	1,99	2,07	2,80	3,40	0,78	2,44
Szár ²	0,80	0,71	1,09	1,10	1,25	0,31	0,99
Szem ²	0,31	0,32	0,32	0,30	0,24	n.sz.	0,30
	Zn mg/kg						
Hajtás ¹	50	60	74	93	84	18	72
Szár ²	45	56	75	63	68	n.sz.	61
Szem ²	35	39	43	42	44	n.sz.	41
	Mo mg/kg						
Hajtás ¹	0,37	0,39	0,41	0,51	0,67	0,12	0,47
Szár ²	0,33	0,34	0,35	0,41	0,41	n.sz.	0,37
Szem ²	0,16	0,13	0,18	0,21	0,23	n.sz.	0,18

¹ – címerhányáskor július 1-jén, ² – aratáskor szeptember 16-án

21. táblázat. Éretlen vágóhídi hulladék komposzt hatása a légszáraz kukorica összetételére 2002-ben címerhányáskor július 1-én és aratáskor szeptember 16-án (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Növényi rész	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{50%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
	N %						
Hajtás ¹	3,41	3,66	3,73	3,89	3,90	0,31	3,71
Szár ²	1,62	1,75	1,66	2,07	1,88	n.sz.	1,80
Szem ²	2,53	2,69	2,76	2,71	2,69	n.sz.	2,67
	K %						
Hajtás ¹	1,94	2,33	2,46	2,55	2,68	0,39	2,39
Szár ²	1,42	1,54	1,75	1,93	1,50	n.sz.	1,63
Szem ²	0,55	0,51	0,50	0,51	0,50	n.sz.	0,52
	Mg %						
Hajtás ¹	0,49	0,47	0,42	0,38	0,33	0,07	0,42
Szár ²	0,45	0,48	0,45	0,41	0,44	n.sz.	0,45
Szem ²	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	n.sz.	0,15
	S %						
Hajtás ¹	0,26	0,31	0,31	0,31	0,33	0,04	0,30
Szár ²	0,21	0,20	0,20	0,20	0,19	n.sz.	0,20
Szem ²	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	n.sz.	0,18
	NO ₃ -N mg/g						
Hajtás ¹	1,75	1,91	1,96	2,80	3,16	0,97	1,17
Szár ²	1,08	0,92	1,08	1,33	1,85	n.sz.	1,25
Szem ²	0,28	0,28	0,26	0,29	0,25	n.sz.	0,27
	Zn mg/kg						
Hajtás ¹	44	50	54	58	58	12	53
Szár ²	36	33	41	40	36	n.sz.	36
Szem ²	33	34	43	36	32	n.sz.	36

¹ – címerhányáskor július 1-jén, ² – aratáskor szeptember 16-án

22. táblázat. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a kukorica melléktermés (szár+csuhé) és szem átlagos elemfelvételére 2002-ben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Elem jele	Mértékegység	szár + csuhé		szem	
		É1	É2	É1	É2
N	kg/ha	25	13	58	48
K	kg/ha	24	12	12	9
Ca	kg/ha	12,4	10,3	0,3	0,2
Mg	kg/ha	6,3	3,2	3,8	2,7
S	kg/ha	4,2	1,4	4,7	3,2
P	kg/ha	3,6	1,1	9,7	6,8
Al	g/ha	2014	593	9,6	–
Fe	g/ha	1998	757	98	50
Mn	g/ha	88	109	30	20
Zn	g/ha	82	27	93	64

A kukorica szár és szem termése a kísérletekben rendre É1 = 1,3 és 2,3 t/ha; É2 = 0,7 és 1,8 t/ha

5.3.2. Kezelések hatása a mustárra 2003-ban

Kezelések hatása a mustár termésére

Az érett komposzt kedvező hatást gyakorolt a második évben vetett mustár kelésére és fiatalkori fejlődésére. A 200 t/ha kezelésben az állomány kielégítően nőtt és haragos zöld szint mutatott a bőséges trágyázás nyomán. A tőszám azonban itt már igazolhatóan mérséklődött és az aratáskori magtermés is csökkent. Összességében megállapítható, hogy

100 t/ha terhelésig termésdepresszió nem volt igazolható. Az aszályos évben viszont érdemi terméstöbbleteket sem okozott a komposztkezelés, a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva sem a mag, sem a szár hozama bizonyíthatóan nem változott. A szemtermés, illetve a megfigyelt tendenciák alapján az 50 t/ha adag mutatkozik leginkább kedvezőnek (23. táblázat).

Az értelen komposzt toxikus hatása is mérséklődött a 2. évben. Amint azt a 2003-as talajvizsgálatoknál is említettem, feltehetően a NH₄-N egy része nitráttá alakult és esetleg mélyebb talajrétegekbe mosódhatott. A fiatal állomány a komposzttal kezelt parcellákon jobban fejlődött, egyenletesebben kelt, zöldebb szint mutatott virágzásig. Éréskor azonban az 50 t/ha és e feletti terhelésnél már megfigyelhető a depresszió: csökkent a tőszám és a magtermés. A gyökerek elérhették a N-ben dúsabb, már káros mennyiséget tartalmazó talajrétegeket. Kedvezőnek a 25 t/ha komposzt adagja bizonyult (23. táblázat).

23. táblázat. Érett és éretlen vágóhídi komposztok utóhatása a fehér mustár fejlődésére és légszárz terméshozamára (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Örbottyán, 2003.)

Vizsgált jellemzők	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
¹ Bonitálás	2,5	4,3	4,0	4,3	4,0	0,7	3,8
² Bonitálás	3,3	3,8	3,8	4,0	4,3	0,7	3,8
³ Bonitálás	2,0	2,0	2,6	2,6	4,6	0,6	2,8
Tőszám db/m ²	196	191	194	192	182	7	191
Magtermés t/ha	0,77	0,63	0,91	0,89	0,60	0,17	0,76
Szártermés t/ha	4,15	3,50	4,11	4,28	3,39	n.sz.	3,88
Összes termés t/ha	4,91	4,13	5,02	5,17	4,00	n.sz.	4,65
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
¹ Bonitálás	2,8	3,5	3,5	4,3	4,5	n.sz.	3,7
² Bonitálás	3,0	3,5	3,5	4,0	4,3	n.sz.	3,7
³ Bonitálás	1,5	2,5	4,2	4,2	4,5	2,0	3,4
Tőszám db/m ²	181	179	165	149	141	39	163
Magtermés t/ha	0,79	1,31	0,54	0,44	0,55	0,43	0,73
Szártermés t/ha	3,87	5,55	4,61	4,53	5,11	1,36	4,73
Összes termés t/ha	4,66	6,85	5,15	4,97	5,66	1,70	5,46

¹Bonitálás kelésre: 1 – vontatott kelés, 5 – kielégítő egyenletes kelés. ²Bonitálás 4-6 leveles korban: 1 – gyengén, 5 – kielégítően fejlett állomány. ³Bonitálás színre virágzaskor: 1- sárgás zöld, 5 – haragos zöld állomány

Ami a húsliszt alapú félérett komposzt termésre gyakorolt hatásait illeti, a 24. táblázat adataiból megállapítható, hogy az 50 t/ha adagig előnyösnek mutatkozott, bár keléskor a fiatal csírázó növényre negatív hatást gyakorolt. Aratás idején viszont csak 50 t/ha feletti terhelésnél csökkent a tőszám és a földfeletti termés. A magtermés kicsi maradt, gazdaságilag nem értékelhető, ezért inkább a szár termése mérvadó a trágyahatás megítélésében.

A húsfőzet alapú félérett komposzt hatása szintén arra utal, hogy 50 t/ha terhelésig nem lép fel depresszió a fiatal mustár növénynél, sőt tendenciájában nőtt a tőszám és a szártermés aratás idején. A változások nem bizonyíthatók a heterogenitás miatt. Az igen kicsi átlagtermések miatt depresszió sem jelentkezett, még az extrém nagy 100 vagy 200 t/ha

terhelésnél sem. A magtermés gyakorlatilag nem volt mérhető, illetve gazdaságilag, szakmailag értékelhető a kísérletben (24. táblázat).

24. táblázat. Félérett vágóhídi komposztok és húsliszt hatása fehér mustár fejlődésére és légszárz terméshozamára (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2003.)

Vizsgált jellemzők	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás	4,8	4,3	3,3	2,3	1,0	1,2	3,1
³ Bonitálás	3,8	4,3	2,8	2,0	1,0	1,2	2,8
⁴ Bonitálás	1,0	2,5	2,8	2,5	2,8	0,7	2,3
Tőszám db/m ²	86	82	83	52	36	43	68
Magtermés t/ha	0,10	0,15	0,19	0,24	0,14	n.sz.	0,16
Szártermés t/ha	1,44	2,86	2,92	2,11	0,61	1,27	1,99
Összes termés t/ha	1,54	3,01	3,11	2,35	0,75	1,38	2,15
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás	3,5	4,0	3,3	2,3	1,0	1,6	2,8
³ Bonitálás	2,3	2,5	2,5	2,8	2,5	n.sz.	2,5
⁴ Bonitálás	1,0	2,0	3,0	3,2	3,8	1,8	2,6
Tőszám db/m ²	48	59	79	65	61	n.sz.	62
Magtermés t/ha	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	n.sz.	0,02
Szártermés t/ha	0,50	0,70	0,88	0,73	0,65	n.sz.	0,69
Összes termés t/ha	0,52	0,72	0,91	0,74	0,67	n.sz.	0,71
H kísérlet (húsliszt)							
² Bonitálás	4,8	4,0	4,0	2,5	1,0	0,8	3,3
³ Bonitálás	4,8	4,0	3,3	2,0	1,0	0,7	3,0
⁴ Bonitálás	1,5	3,0	4,2	4,2	3,6	1,2	3,3
Tőszám db/m ²	94	93	110	77	70	32	89
Magtermés t/ha	0,06	0,05	0,11	0,14	0,22	0,14	0,11
Szártermés t/ha	1,47	1,84	2,71	2,74	2,65	1,05	2,28
Összes termés t/ha	1,53	1,89	2,82	2,88	2,77	1,06	2,39

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt. ²Bonitálás kelésre: 1 – vontatott, hiányos, 5 – kielégítő egyenletes kelés. ³Bonitálás 4-6 leveles korban: 1 – gyengén, 5 – kielégítően fejlett állomány. ⁴Bonitálás színre virágzaskor: 1- sárgás zöld, 5 – haragos zöld állomány

A H kísérletben adott húsliszt adagok a komposztterhelésnek csak az 1/10-ét érték el, de a N- és zsírterhelés, mint a 2. melléklet mutatja, így is elérte az 1282 kg/ha nitrogén, illetve 2560 kg/ha zsír mennyiséget a 20 t/ha kezelésben. Kelés idején és a 4-6 leveles korban 5 t/ha felett megfigyelhető volt a gátlás. Aratáskor azonban depresszió még a 20 t/ha maximális adagnál sem igazolható, sőt itt jelentkezett a maximális magtermés. Igaz, hogy ez a maghozam sem tekinthető érdemnek. A szabadföldi eredmények is alátámasztják, amit a „3.4.4. Állati szöveteket tartalmazó melléktermékek zsírtartalmának hatása” című fejezetben már hivatkozott Cserhádi et al. (2006) laboratóriumi körülmények között igazolt, vagyis a zsírtartalom gyorsan lebomlik, és így depresszív hatását elveszítheti. Ezt tapasztaltuk ezen a jól szellőző homoktalajon is a 10-20 t/ha húsliszt, azaz 1,3-2,6 t/ha körüli zsírterhelés esetében.

A komposztokat összehasonlítva feltűnő, hogy míg az érett és éretlen komposztoknál átlagosan 4-5 t/ha az összes földfeletti termés, addig ez a félérett komposztoknál és a

húslisztnél 1-2 t/ha. Ez egyértelműen a komposztok kijuttatási idejére vezethető vissza. A mustár érzékeny a frissen kijuttatott komposztra. Jól látszik, hogy a legkésőbb, 2003. május 6-án kijuttatott F2 komposzt esetében a legalacsonyabbak a hozamok, különösen a magtermést illetően.

Összehasonlításképpen a nagyhőrcsöki meszes csernozjomon beállított műtrágyázási kísérletben a N műtrágyázásban nem részesülő, 89 mg/kg AL-P₂O₅ és 140 mg/kg AL-K₂O tartalmú abszolút kontroll parcella 1,0 t/ha mag- és 2,5 t/ha melléktermést hozott, amit kiegyensúlyozott N és P ellátás megkértszerezett megfelelő mennyiségű és eloszlású csapadékellátás mellett (*Kádár és Földesi 2002*).

Kezelések hatása a mustár elemösszetételére és elemfelvételére

A leszáradt É1 és É2 állományt július 10-én arattuk, az F1 és H kísérletekben termesztett mustár betakarítására július 22-én, míg az F2 kísérletére augusztus 11-én került sor. Az aszályos 2003. évben magtermés gyakorlatilag alig képződött, így a szár tápelemei nem vándorolhattak a szembe. A száraz év kicsi termésmérete az elemek töményedését idézte elő. Az Örbottyán telepen termelt mustár szárának és szemének elemösszetételét a 25. és 26. táblázat foglalja össze. A 24 elemre kiterjedő részletes vizsgálati adatokat a 9. melléklet tartalmazza.

A N átlagok 1,7-3,5% között ingadoznak az egyes kísérletekben, a K 1,0-2,8% között, a Ca 2,0-3,0% között, Mg 0,3%, P 0,2-0,3% között. A fontosabb mikroelemek koncentrációi: Mn 50-100, Zn 34-58, Cu 5 mg/kg átlagosan. A komposzt és a húsliszt trágyázás általában a N, S, P, Na elemek luxusfelvételét okozta. A Mo felvétele gátlást szenvedett ugyanakkor a növekvő komposzt és húsliszt adagolásával. A molibdenát anion felvételét a foszfát anionok serkentik, míg a szulfát anionok általában gátolhatják (*Stout et al. 1951, Hongen et al. 2010*). Véltetően tehát a szulfát anionok hatására következik be a csökkenés, bár 2002-ben a kukorica esetében a S és a Mo tartalom együtt emelkedett. A fehér mustár hatékonyan képes akkumulálni a nehézfémeket, mint a kadmiumot és az ólomot már alacsony szintű szennyezettség esetén is, az eredmények viszont nem mutatnak káros eleműsülést (*Lehoczky et al. 2002*).

25. táblázat. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a légszárász mustár szár+becő összetételére 2003-ban, (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált elemek	Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
N %	1,84	1,60	1,67	1,56	1,99	0,38	1,73
S %	0,37	0,45	0,55	0,55	0,63	0,11	0,51
P %	0,19	0,17	0,20	0,18	0,24	n.sz.	0,20
Na mg/kg	79	94	124	160	247	97	141
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
N %	1,88	2,16	2,97	3,42	3,08	0,63	2,70
S %	0,26	0,36	0,53	0,59	0,66	0,12	0,48
P %	0,18	0,17	0,30	0,33	0,32	0,09	0,26
Na mg/kg	99	215	559	835	1288	596	599
Zn mg/kg	34	35	54	58	55	17	47
Mo mg/kg	1,6	1,0	0,8	0,6	0,4	0,4	0,9
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
N %	2,73	3,35	3,16	2,83	3,00	n.sz.	3,01
S %	0,31	0,55	0,56	0,60	0,63	0,08	0,53
P %	0,23	0,28	0,28	0,22	0,16	0,05	0,23
Na mg/kg	236	717	810	975	650	360	678
Mo mg/kg	0,82	0,58	0,46	0,32	0,30	0,25	0,50
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
N %	3,05	3,37	3,55	3,69	4,03	0,55	3,54
K %	2,12	2,79	2,62	2,67	2,82	0,42	2,60
S %	0,52	0,75	0,75	0,81	0,83	0,12	0,74
P %	0,36	0,38	0,39	0,37	0,37	n.sz.	0,37
Na mg/kg	339	732	904	1442	1853	686	1054
Mo mg/kg	0,80	0,73	0,83	0,57	0,59	n.sz.	0,70
H kísérlet (húsliszt)							
N %	2,93	3,29	3,56	3,78	3,18	0,60	3,35
S %	0,32	0,40	0,50	0,51	0,50	0,11	0,45
P %	0,29	0,33	0,32	0,26	0,18	0,07	0,28
Na mg/kg	260	564	576	844	770	306	603
Mo mg/kg	0,95	0,60	0,51	0,33	0,26	0,18	0,53

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt. Megjegyzés: Az As, Cr, Hg, Ni, Pb, Se általában 0,4 mg/kg kimutatási határ alatt. A Co 0,3, Cd 0,4, Mo 0,7, Cu 5, Ba 10, B 20, Zn 50, Mn 50-100, Sr 90, Fe 100-700, Al 500 mg/kg; Mg 0,28%, K 1,0-2,0%, Ca 2,0-3,0% a kezeléstől függetlenül.

Nagyhőrcsöki karbonátos csernozjom talajon a mustár szár összetétele az NPK műtrágya kezelések függvényében átlagosan 4,6 t/ha szár + becő és 1,8 t/ha mag légszárász termés mellett az alábbi értékeket mutatta: N 1,0-1,1%, Ca 1,4-1,7%, K 0,3-0,4%, P 0,10-0,17%, Mg 0,11-0,14%, Na 0,02-0,22%, Mn 15-16 mg/kg, Zn 9-13 mg/kg, Cu 3-4 mg/kg (Kádár 2002).

A 2003-ban Órbottyán Kísérleti Telepen nyert szártermés tehát 2-3-szor gazdagabb volt N, Ca, P és Mg; 4-5-ször Zn és 3-6-szor K és Mn elemekben az alacsony termésátlagok hatására kialakult töményedési effektus miatt.

26. táblázat. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a légszáras mustár mag összetételére 2003-ban, (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált elemek	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
N %	4,64	5,05	5,09	4,80	5,13	n.sz.	4,94
S %	1,30	1,43	1,53	1,47	1,47	0,11	1,44
P %	0,79	0,83	0,85	0,81	0,85	n.sz.	0,83
Na mg/kg	25	20	19	23	33	9	24
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
N %	5,29	5,54	5,83	5,52	5,60	n.sz.	5,55
S %	1,10	1,30	1,33	1,35	1,43	0,17	1,30
P %	0,86	0,83	0,86	0,83	0,84	n.sz.	0,85
Na mg/kg	16	22	64	153	171	95	85
Zn mg/kg	74	71	80	80	82	9	78
Mo mg/kg	0,91	0,62	0,46	0,34	0,26	0,29	0,52
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
N %	5,69	5,65	5,67	6,17	5,91	n.sz.	5,82
S %	1,08	1,39	1,33	1,47	1,53	0,14	1,36
P %	0,83	0,84	0,85	0,82	0,68	0,08	0,80
Na mg/kg	19	50	65	42	44	40	44
Mo mg/kg	0,68	0,47	0,34	0,24	0,18	0,27	0,38
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
N %	6,20	5,57	5,52	5,39	5,55	0,74	5,64
S %	0,89	1,35	1,40	1,43	1,51	0,39	1,31
P %	0,97	0,92	0,95	0,90	0,90	n.sz.	0,93
Na mg/kg	98	268	323	629	614	272	386
Mo mg/kg	0,57	0,53	0,56	0,40	0,43	n.sz.	0,50
H kísérlet (húsliszt)							
N %	4,68	4,35	5,15	5,11	5,18	n.sz.	4,89
S %	0,93	0,85	1,15	1,32	1,39	0,19	1,13
P %	0,85	0,80	0,94	0,85	0,76	n.sz.	0,84
Na mg/kg	62	112	113	115	86	43	98
Mo mg/kg	0,78	0,70	0,51	0,28	0,29	0,24	0,51

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt. Megjegyzés: Az As, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, Se általában 0,4 mg/kg kimutatási határ alatt. A K 1-2%, Ca 1%, Al 30 (húsliszt:190), B 15, Ba 3, Cd 0,2, Cu 6, Fe 100, Mg 3000, Mn 30, Mo 0,5, Sr 30, Zn 80 mg/kg körüli értékeket mutat a kezeléstől függetlenül.

Agronómiai szempontból fontos annak ismerete, hogy a betakarított terméssel mennyi tápelem távozik a talajból. A 27. táblázat áttekintést ad a vizsgált makro- és mikroelemek felvételéről a 2003. évi mustár szárral és maggal. A felvétel alapvetően függ a termés mennyiségétől és az adott elem koncentrációjától a vizsgált növényi részben. Emlékeztetőül a legnagyobb átlagos szártermés 4,7 t/ha volt az É2 kísérletben, míg a minimumot az F2 kísérlet átlaga adta 0,7 t/ha mennyiséggel. Ebből adódóan a szárba épült elemek mennyisége között is esetenként 5-8 szoros különbséget találunk.

27. táblázat. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a mustár szár+becő és mag átlagos elemfelvételére 2003-ban (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Elem jele	Mértékegység	szár+becő					mag				
		É1	É2	F1	F2	H	É1	É2	F1	F2	H
Ca	kg/ha	83	124	55	17	57	6,3	5,9	1,3	0,2	1,4
K	kg/ha	72	74	22	18	23	8,2	8,1	1,4	0,5	1,1
N	kg/ha	67	128	60	24	76	38	40	9,3	1,2	3,7
S	kg/ha	20	23	11	5	10	11	9,5	2,2	0,3	1,2
Mg	kg/ha	10	11	5	3	7	2,3	2,0	0,4	0,1	0,4
P	kg/ha	8	12	5	3	6	6,3	6,2	1,3	0,2	0,9
Na	g/ha	547	2833	1692	727	1375	18	62	7	8	11
Fe	g/ha	338	1329	1351	504	1541	66	68	18	2	14
Sr	g/ha	264	407	215	82	182	17	16	4	2	4
Al	g/ha	167	875	1043	363	1316	8	19	8	1	21
Zn	g/ha	155	222	103	54	125	58	57	13	2	10
Mn	g/ha	116	307	159	99	228	18	20	5	1	5
B	g/ha	74	80	44	19	52	7,6	7,3	2,1	0,4	2,0
Ba	g/ha	31	33	20	12	25	2,2	1,0	0,2	0,1	0,5
Cu	g/ha	12	26	11	5	13	3,8	4,2	1,0	0,2	0,9

A mustár légszáraz szár+becő termése a kísérletekben rendre É1 – É2 – F1 – F2 – H = 3,88 – 4,73 – 1,99 – 0,69 – 2,28 t/ha.
A mustár mag termése a kísérletekben rendre É1 – É2 – F1 – F2 – H = 0,76 – 0,73 – 0,16 – 0,021 – 0,11 t/ha

Így például a melléktermésben a Ca 17-124 kg, K 18-74 kg, N 24-128 kg, S 5-23 kg, P 3-12 kg (P₂O₅ 7-28 kg), Mg 3-11 kg/ha között ingadozott az egyes kísérleti átlagokat tekintve. Részben hasonló szórásokat találunk az egyes beépült mikroelemek tekintetében is. A Na felvételi maximuma megközelíti a 3 kg/ha, a Fe eléri az 1,5 kg/ha, míg az Al 1,3 kg/ha mennyiséget. A Sr 407 g, Mn 307 g, Zn 222 g, B 80 g, Ba 33 g, Cu 26 g, Mo 4 g, a Cd, Cr és Co 1-2 g/ha maximális felvétellel rendelkezett (27. táblázat). Hasonló alacsony termések elemigényét a 100 – 200 t/ha komposzt adagok hosszú évtizedekre fedezhetik.

A fent hivatkozott nagyhőrcsöki karbonátos csernozjom talajon termesztett mustár a szárral + becővel 50 kg/ha N-t, 16 kg/ha K-ot, 73 kg/ha Ca-ot és 5,8 kg/ha Mg-ot, míg a maggal 95 kg/ha N-t, 16 kg/ha K-ot, 9 kg/ha Ca-ot és 5,3 kg/ha Mg-ot vett fel a kezelések átlagában (Kádár 2002).

A szár + becő esetében tehát az elemfelvétel nagyjából megegyezik a nagyhőrcsöki és orbottyáni kísérletben, bár kiugróak az É2 kísérlet 2-3-szoros elemfelvételi adatai. Az alacsony terméshozam viszont alapvetően meghatározta a szem elemfelvételét, így az É1 és É2 kísérletben csak mintegy felét vette fel a fent említett elemekből, az F1, F2 és H kísérletben pedig nagyságrenddel kisebb volt a felvétel a nagyhőrcsöki kísérlethez képest.

5.3.3. Kezelések hatása a tritikáléra 2004-ben

Kezelések hatása a tritikálé termésére

A 28. táblázat adatai szerint 2004-ben az É1 kísérletben 2002-ben adott 100 és 200 t/ha friss komposzt 2. éves utóhatása a tritikálé állomány erőteljesebb kelését és vegetatív fejlődését eredményezte. Igazolhatóan nőtt az állomány magassága is e kezelésekben virágzás és betakarítás idején (10. melléklet). Az aratáskori szem és szalma termése szintén bizonyítottan emelkedett a 100 t/ha kezelésben.

Az É2 kísérletben a maximális trágyahatások a 200 t/ha kezelésben jelentkeznek. Itt a kontrollhoz viszonyítva látványosan jobb volt a növények kelése, fejlődése, növekedése. Az aratáskori szem és szalma tömege mintegy megháromszorozódott. Az éretlen komposzt tehát csak a kijuttatása utáni második évben vesztette el teljesen a növényre gyakorolt depresszív hatását a talajbani átalakulás nyomán (28. táblázat).

28. táblázat. Érett és éretlen vágóhídi komposztok hatása a tritikálé fejlődésére és légszárz terméshozamára 2004-ben. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	Friss komposzt terhelési szintek t/ha					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
¹ Bonitálás	2,3	2,5	3,0	4,3	4,3	1,7	3,3
² Bonitálás	2,5	2,8	3,0	4,8	4,8	1,3	3,6
³ Magasság, cm	40	40	40	45	43	n.sz.	42
⁴ Magasság, cm	83	83	95	103	98	12	92
⁵ Magasság, cm	75	80	80	83	88	11	81
Szemtermés, t/ha	2,2	2,2	2,0	2,9	2,6	0,6	2,4
Melléktermés, t/ha	3,8	3,8	3,3	4,8	4,5	1,0	4,0
Összes termés, t/ha	6,0	6,0	5,3	7,6	7,1	1,4	6,4
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
¹ Bonitálás	2,5	3,0	2,3	2,8	4,0	n.sz.	2,9
² Bonitálás	1,8	2,3	2,8	3,5	5,0	2,0	3,1
³ Magasság, cm	25	30	40	48	50	10	39
⁴ Magasság, cm	75	83	95	100	103	11	91
⁵ Magasság, cm	70	85	95	103	110	18	93
Szemtermés, t/ha	1,6	2,8	3,2	4,5	5,3	1,8	3,5
Melléktermés, t/ha	2,8	4,5	5,0	6,7	8,0	2,8	5,4
Összes termés, t/ha	4,4	7,3	8,2	11,2	13,4	4,6	8,9

¹Bonitálás kelésre: 1=vontatott, 5=erőteljes kelés; ²Bonitálás fejlettségre: 1=gyengén fejlett, 5=igen jól fejlett állomány; ³Magasság: ³szárbainduláskor, ⁴virágzásban, ⁵aratás előtt

Az F1 kísérletben 2002 késő őszen történt a félérett komposzt leszántása, 2004-ben tehát az 1. éves utóhatásokat vizsgáltunk. A pozitív utóhatások jelentkezhetnek már a tritikálé korai fejlődése (kelés, bokrosodás) idején, igazolhatóan nőtt az állomány magassága virágzásban és aratás előtt, valamint a szemtermés 5 t/ha, a melléktermés 8 t/ha, az összes földfeletti légszárz hozam 13 t/ha fölé emelkedett. A kontrollhoz viszonyított szemterméstöbblet 3 t/ha volt, tehát kellő csapadék mellett a 200 t/ha komposzt trágyázás ezen a talajon igen kedvező lehet a talajtermékenység helyreállítása szempontjából (29. táblázat).

29. táblázat. Félérett vágóhídi komposztok és húsliszt hatása a tritikálé fejlődésére és légszár az termés hozamára 2004-ben. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás	3,3	3,4	3,3	5,0	4,8	1,6	4,0
³ Bonitálás	1,3	2,5	3,5	4,3	4,5	1,1	3,2
⁴ Magasság, cm	30	40	43	45	55	7	43
⁵ Magasság, cm	83	93	103	103	105	11	97
⁶ Magasság, cm	80	93	95	100	105	8	95
Szemtermés, t/ha	2,4	3,8	4,3	4,4	5,4	1,7	4,1
Melléktermés, t/ha	3,9	5,9	6,3	6,5	8,2	2,1	6,2
Összes termés, t/ha	6,3	9,7	10,6	10,9	13,6	3,8	10,3
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás	2,8	3,0	3,5	4,5	4,8	1,1	3,7
³ Bonitálás	2,4	3,4	3,8	4,5	5,0	0,9	3,8
⁴ Magasság, cm	43	48	43	50	55	6	48
⁵ Magasság, cm	93	100	103	105	105	10	101
⁶ Magasság, cm	83	90	93	95	95	n.sz.	91
Szemtermés, t/ha	3,2	3,1	3,8	4,7	4,6	0,9	3,8
Melléktermés, t/ha	4,9	5,0	5,7	6,6	6,7	1,2	5,8
Összes termés, t/ha	8,1	8,1	9,5	11,3	11,3	2,0	9,6
H kísérlet (húsliszt)							
² Bonitálás	2,8	3,8	4,0	3,0	4,8	1,2	3,7
³ Bonitálás	1,8	2,1	3,6	4,0	5,0	1,4	3,3
⁴ Magasság, cm	35	38	45	50	53	7	44
⁵ Magasság, cm	83	90	105	105	105	9	98
⁶ Magasság, cm	90	103	108	113	115	13	106
Szemtermés, t/ha	2,7	2,8	4,7	4,5	4,2	1,3	3,8
Melléktermés, t/ha	4,6	5,0	6,9	6,9	7,0	1,7	6,1
Összes termés, t/ha	7,3	7,8	11,6	11,4	11,2	3,0	9,9

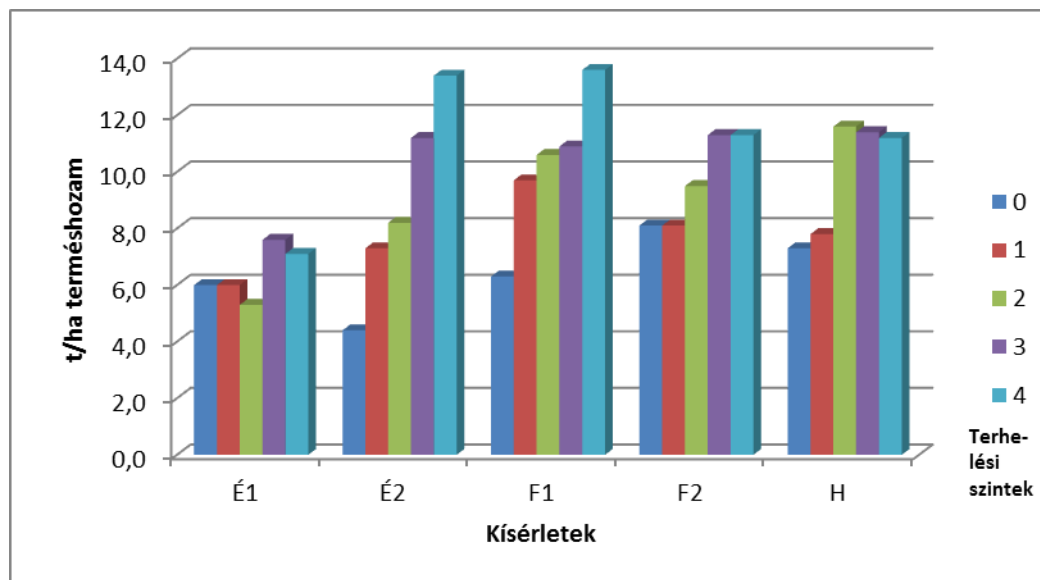
¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt; ²Bonitálás kelésre: 1=vontatott, 5=erőteljes kelés; ³Bonitálás fejlettségre: 1=gyengén fejlett, 5=igen jól fejlett állomány; ⁴⁻⁶Magasság: ⁴szárbainduláskor, ⁵virágzásban, ⁶aratás előtt

Az F2 félérett komposzt hasonlóképpen pozitív utóhatást gyakorolt a tritikálé kelésére, bokrosodására, növekedésére, aratáskori szem- és szalmatermésére. Terméscsökkenés, depresszió még a maximális 200 t/ha terhelésnél sem mutatkozott.

A komposztokhoz hasonlóan növelte a tritikálé 2004. évi termését a húsliszt is. Kedvező 1. éves utóhatása jelentkezett már a kelés és bokrosodás idején, majd a virágzás és érés kori állománymagasságban, végül pedig a szem- és szalmatermésben. A termésmaximumokat, a közel 12 t/ha légszár az földfeletti hozamot már a 2002. késő őszen adott 5 t/ha húsliszt adag biztosította. Terméscsökkenést, depressziót azonban a 10, illetve 20 t/ha terhelés sem okozott. Az 5 t/ha adaggal már 320 kg/ha N-t juttatunk a talajba, mely fedezhette a terméstöbbletek N-igényét (29. táblázat). A tritikálé összes földfeletti légszár az termés hozamát 2004-ben az egyes kísérletekben a 3. ábra foglalja össze.

Kádár 2008 vizsgálatai alapján ezen a termőhelyen 1993-ban csapadékszegény időjárási feltételek mellett a trágyázatlan kontroll parcellán 1,3 t/ha mellékterméshez 0,7 t/ha tritikálé szemtermés járt, de a legmagasabb földfeletti össztermés is 4 t/ha alatt maradt. Lásztity et al.

(1984) megfigyelése szerint a tritikálé termése a trágyázatlan kontrollon 1,4, az NPK-trágyázotton 3,8 t/ha magtömeget adott ezen a karbonátos homokon. *KSH (2010b)* adatok alapján 2005. és 2009. között a tritikálé termésátlaga 3,3 t/ha volt országos szinten.



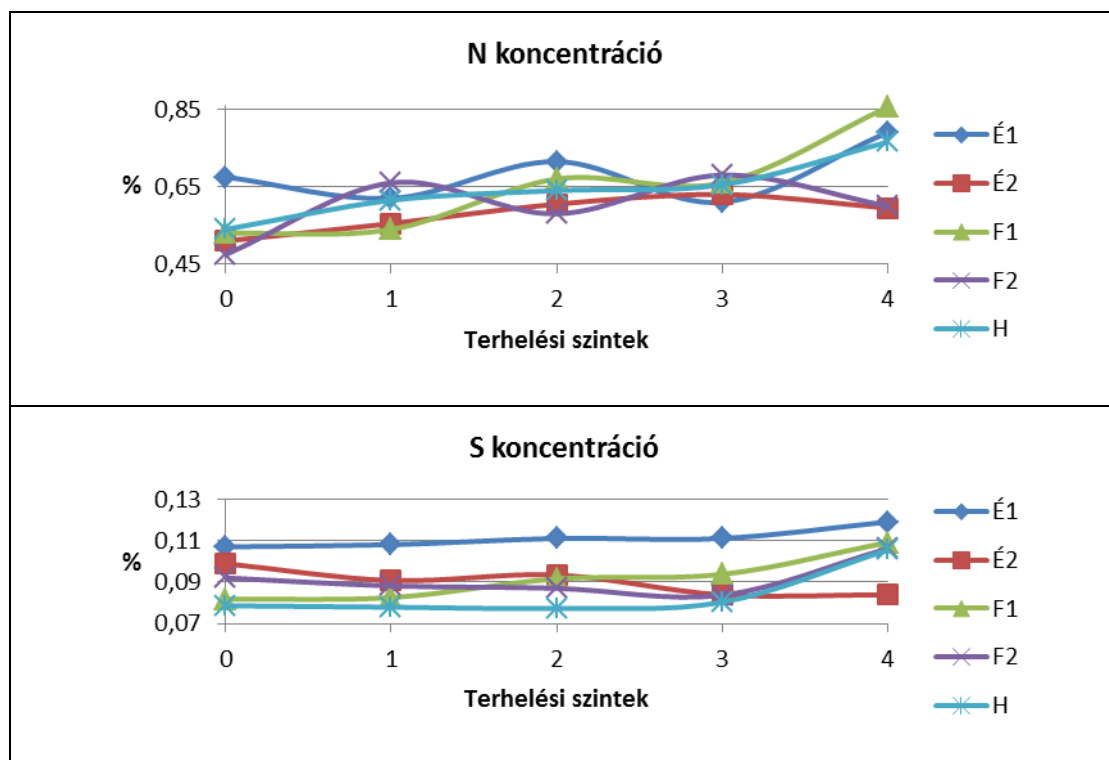
3. ábra. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a légszáraz tritikálé összes földfeletti légszáraz terméshozamára 2004-ben, (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)
(Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt)

Kezelések hatása a tritikálé elemösszetételére és elemfelvételére

Ismert, hogy az esetleges elemdúsulásokat vagy elemhígulásokat főként a vegetatív növényi részt jelentő szalma képes jellemezni, mert ez az ásványi elemek „tárolójaként” is funkcionál. A kísérletekben 2004-ben termesztett tritikálé melléktermékek (szalma és pelyva) N és S elemtartalmainak alakulásáról a 4. ábra nyújt áttekintést. A szalma + pelyva N-tartalma általában és tendenciájában nőtt a komposztok, illetve a húsliszt adagolásával. A kén tartalom szintén enyhe növekedést mutatott. Statisztikailag is igazolható különbség csak az F1 komposzt hatására a N és S esetében adódott a maximális terhelésű kezelésben. Az emelkedés csekély mértékének oka a magas termésátlagok miatt bekövetkező hígulási effektus lehet.

A melléktermésre és szemre vonatkozó részletes, kezelésenkénti 25 elemre kiterjedő táblázatokat a 11. melléklet tartalmazza. Ebből kiderül, hogy a bemutatott elemeken kívül a Mo, a Mg, a Cu és a Zn tartalom mutatott még változást a szalma + pelyva összetételében. A szennyvíziszapot tartalmazó, emelkedett Mo-tartalmú érett komposzt a tritikálé Mo-koncentrációját igazolhatóan 0,7 mg/kg-ról 1,5-re növelte. Az F1 kísérletben az igazolhatóan csökkenő Mg-tartalmat a trendjében növekvő K-tartalom okozhatja, ahogy azt már a kukorica

elemösszetételénél leírtam. A Cu és Zn tartalmak szignifikáns növekedését azonban nem lehet egyértelműen a komposztkezelésnek tulajdonítani, hiszen az ötszörös Cu-tartalmú, és közel 3,5-szörös Zn-tartalmú É1 komposzt hatására például nem figyelhető meg Cu vagy Zn dúsulás. Az egyéb vizsgált elemek koncentrációja következetes és egyirányú változásokat nem mutatott a kísérletek egészét tekintve.

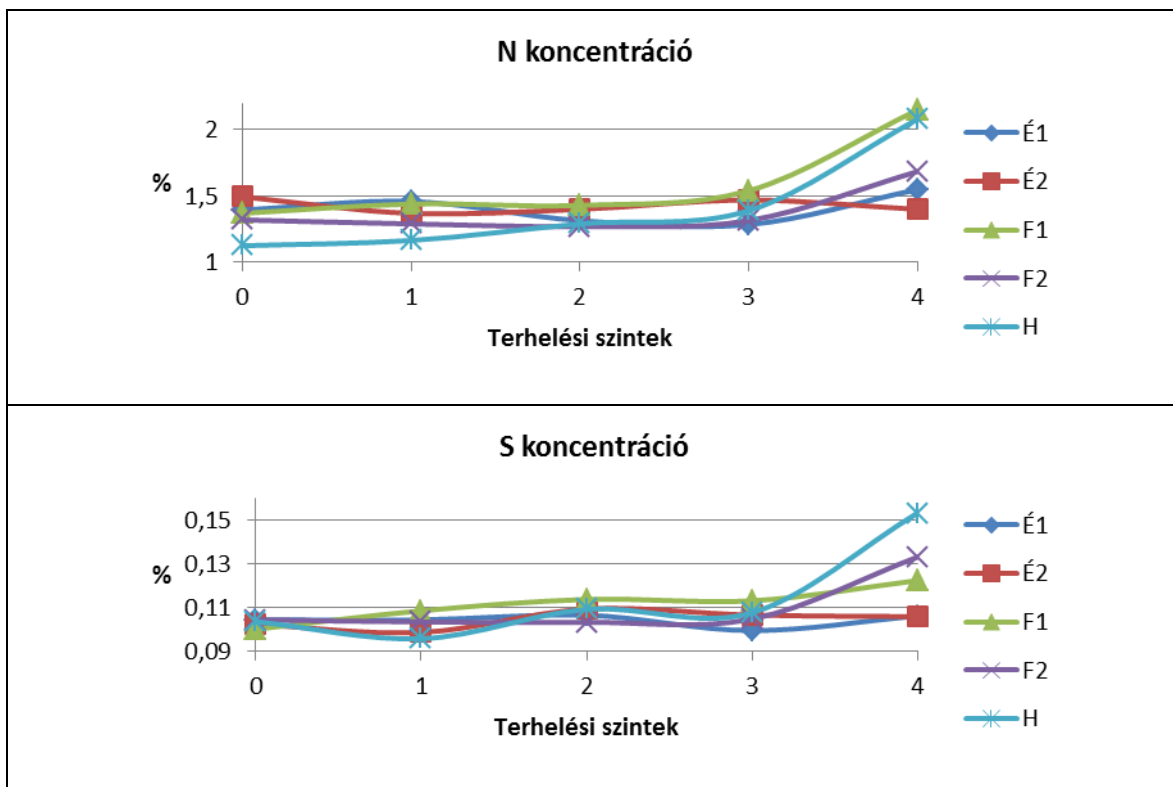


4. ábra. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a légszáraz tritikálé szalma+pelyva N, P és S koncentrációjára 2004-ben, (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)
(Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt)

A szem nitrogén és kén elemtartalmáról az 5. ábra tájékoztat. Az elemtartalmak a melléktermésnél tapasztaltakhoz hasonlóan alakulnak, vagyis a N erősebben, a S enyhébb mértékben nőnek, mely az F2 és H kísérletekben igazolható mértékű. A mellékterméshez hasonlóan a szemtermés Mo tartalma az É1 kísérletben 0,51-ről 0,94 mg/kg-ra, nem szignifikáns mértékben nőtt.

Emlékeztetőül, a 2003-as talajvizsgálatok szerint az NH₄-acetát+EDTA oldható Mo 0,022-ről 0,067 mg/kg-ra nőtt a legnagyobb érett komposztadag hatására, a mustár elemtartalmában ugyanakkor ez nem okozott koncentrációnövekedést. *Kabata-Pendias and Pendias (1984)* szerint a kalászosok molibdén tartalma átlagosan 0,5 mg/kg, de nem ritka az 1 körüli koncentráció sem, a növekedés tehát nem minősül károsnak. *Kádár és Kastori (2006)* nagyhörsöki karbonátos cserjezőjom talajon beállított mikroelem-terhelési kísérletben a

legalacsonyabb, 90 kg/ha Mo kezelés hatására a tritikálé szemtermésében 0,2-ről 21,9 mg/kg-ra, a szárban pedig 0,2-ről 68,8 mg/kg-ra nőtt a Mo koncentráció, míg a talaj NH₄-acetát+EDTA oldható Mo készlete 0,6-ről 5,7 mg/kg-ra nőtt.



5. ábra. Vágóhídi komposztok és a húsliszt hatása a légszár az tritikálé szem N, P és S koncentrációjára 2004-ben, (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)
(Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt)

Lásztity (1986, 1987–1988) részletes vizsgálatokat közölt a tritikálé szárazanyagának gyarapodásáról és tápelemtartalmának változásáról a tenyészidő folyamán, valamint az NPK-kezelések függvényében karbonátos homoktalajon. Ami az 1 t magtermés és a hozzá tartozó melléktermés fajlagos elemtartalmát illeti, Lásztity és Biczók (1987–1988) az alábbi kísérleti átlagokat találták: 30 kg N, 11 kg P₂O₅, 24 kg K₂O, 4 kg Ca, 2 kg Mg, 300 g Fe, 98 g Mn, 35 g Zn és 10 g Cu. A legnagyobb szórásokat a N-készlet mutatta, mely a kontrollon 24 kg, az NPK-trágyázotton 32 kg értéket jelzett a karbonátos homokon. Kádár (2004) meszes csernozjom talajon beállított műtrágyázási kísérletben többnyire hasonló adatokat közöl; a N, Ca, Mg 10-50%-kal magasabb, míg az Fe és Zn alacsonyabb mennyiséggel szerepeltek.

Szintén ezen a termőhelyen, aszályos évben átlagosan 2,2 t/ha szár és 1,0 t/ha szemtermés mellett a tritikálé légszár szalmája aratáskor N-ből 1,2%-ot, K-ből 0,6%-ot, Ca-ból 0,4%-ot, Mg, P és S elemekből pedig 0,1%-ot tartalmazott, míg a szemben ezek az elemek sorrendben 1,7%, 0,33%, 0,03%, 0,14%, 0,45% és 0,16% koncentrációban fordultak elő (Kádár 2008).

A szalma + pelyva és szem elemfelvételéről a 30. táblázat tájékoztat. A kiegyensúlyozott termésmennyiség és elemtartalom hatására a felvett elemek mennyiségében a nagyságrendi változás nem figyelhető meg, trendjében a termésátlagokat követi, így az É1 kísérletben a szalma és pelyva által felvett elem mennyiség átlagosan mintegy 20%-kal kevesebb, míg a szem által felvett körülbelül a kétharmada a többi kísérletben felvett mennyiségnek.

30. táblázat. A tritikálé szalma+pelyva és szem átlagos elemfelvétele 2004-ben a vágóhídi komposztokkal és húsliszttel kezelt kísérletekben. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Elem jele	Mérték-egység	szalma + pelyva					szem				
		É1	É2	F1	F2	H	É1	É2	F1	F2	H
N	kg/ha	28	31	40	35	39	33	50	64	53	53
K	kg/ha	22	31	42	32	32	12	16	21	18	18
Ca	kg/ha	10	14	17	12	14	0,5	0,8	1,0	0,8	0,8
P	kg/ha	13	13	12	13	9	10	14	17	15	14
Mg	kg/ha	11	11	11	11	10	3	4	6	5	5
S	kg/ha	4	5	6	5	5	2	4	4	4	4
Al	g/ha	663	1153	1154	1036	1094	19	39	32	44	36
Fe	g/ha	640	854	1191	721	779	43	65	88	73	91
Mn	g/ha	144	399	393	398	394	57	96	124	107	107
Zn	g/ha	93	118	129	134	124	101	145	163	143	124
Na	g/ha	51	64	115	78	168	44	31	50	27	30
Sr	g/ha	55	59	73	68	66	2	3	4	3	4
Ba	g/ha	42	52	60	68	43	1,5	1,9	2,8	1,9	1,6
B	g/ha	25	29	33	37	31	0,6	0,6	1,0	1,1	–
Cu	g/ha	13	20	21	22	34	11	16	23	19	21
Mo	g/ha	3,9	3,0	2,6	3,1	3,1	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5

A tritikálé légszárász szalma+pelyva termése a kísérletekben rendre: É1 – É2 – F1 – F2 – H = 4,04 – 5,41 – 6,17 – 5,78 – 6,08 t/ha. A tritikálé légszárász szem termése a kísérletekben rendre: É1 – É2 – F1 – F2 – H = 2,37 – 3,49 – 4,07 – 3,85 – 3,78 t/ha.

5.3.4. Kezelések hatása a tritikáléra 2005. és 2010. között

Kezelések hatása a tritikálé fejlődésére és légszárász terméshozamára 2005-ben

Az É1 kísérletben 2002-ben adott friss, érett komposzt 4. éves hatása nyomán 2005-ben a tritikálé erőteljesebb kelést és vegetatív fejlődést mutatott. Tendenciájában nőtt az állomány magassága virágzás és betakarítás idején, valamint az aratáskori szem és szalma termése a növekvő adagok hatására. Mivel a terméshozamot illetően 3. éves utóhatások statisztikailag már nem bizonyíthatók, ezért az É1 kísérletet 2005 ősztől alvó kísérletté alakítottuk, azaz a parcellákat bevetettük tritikáléval a többi kísérlethez hasonlóan, de a kísérleti munka megszűnt itt. A továbbiakban az évi többszöri szemrevételezések során sem látszottak eltérések az állományban (31. táblázat).

Az É2 kísérletben maximális trágyahatások az előző évhez hasonlóan a legnagyobb, 200 t/ha kezelésben jelentkeztek. Jellemző a bokrosodáskori jobb állományfejllettség, a virágzáskori nagyobb átlagos magasság, valamint az aratáskori nagyobb szem- és

melléktermés megléte a kontrollhoz képest. A teljes földfeletti légszáraz biomassa közel megduplázódott a trágyázatlan kezeléshez viszonyítva (31. táblázat).

31. táblázat. Vágóhídi komposztok hatása a tritikálé fejlődésére és légszáraz terméshozamára 2005-ben. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	Friss komposzt terhelési szintek t/ha					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
É1 kísérlet (érett komposzt)							
Bonitálás kelésre	2,0	2,5	2,5	2,8	2,8	n.sz.	2,5
Bonitálás bokrosodásra	1,5	1,5	1,5	2,8	2,8	0,9	2,0
Magasság virágzásban, cm	73	73	73	78	75	16	74
Magasság aratáskor, cm	65	65	65	73	75	n.sz.	69
Szemtermés, t/ha	1,71	1,91	1,65	2,19	2,25	n.sz.	1,94
Melléktermés, t/ha	2,77	2,89	2,59	3,61	3,53	n.sz.	3,08
Összes termés, t/ha	4,48	4,80	4,24	5,80	5,78	n.sz.	5,02
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
Bonitálás kelésre	1,5	1,3	2,3	2,0	2,3	n.sz.	1,9
Bonitálás bokrosodásra	1,0	1,5	2,3	2,3	2,8	0,8	2,0
Magasság virágzásban, cm	63	68	80	80	80	12	74
Magasság aratáskor, cm	68	75	68	78	78	n.sz.	73
Szemtermés, t/ha	1,81	1,89	2,15	3,11	3,23	1,20	2,44
Melléktermés, t/ha	2,55	2,74	3,06	4,93	5,32	1,82	3,72
Összes termés, t/ha	4,35	4,63	5,21	8,03	8,55	3,01	6,15

Bonitálás 1= gyenge, 2= közepes, 3= fejlett állomány

Az F1 kísérletben a pozitív utóhatások már a tritikálé korai fejlődése során keletkeztek a keléskor és a bokrosodásban, majd erőteljesen megnyilvánultak a virágzáskori átlagos állomány magasságában és az aratáskori termésben. A szemtermés mintegy 0,9 t/ha, a melléktermés 2,3 t/ha, így az összes földfeletti légszáraz biomassa 3,2 t/ha többletet adott a 200 t/ha kezelésben, a trágyázatlanhoz viszonyítva (32. táblázat).

Az F2 kísérletben 2003 májusában alkalmazott félérett komposzt hasonlóképpen kedvező hatást, illetve 2. éves utóhatást gyakorolt a tritikálé kelésére, bokrosodására, növekedésére, valamint az aratáskori szem és szalma termésére. Terméscsökkenés, fejlődésbeli gátlás továbbra sem mutatkozott a maximális 200 t/ha terhelésnél, mert a legmagasabb termésátlag itt jelentkezett. Úgy tűnik, hogy a magasabb komposztrágya adagok kifejezetten előnyösek lehetnek ilyen talajok termékenységének helyreállítására, tápanyagban elszegényedett és elsavanyodott talajok meliorációs célú javítására.

A húsliszt 3. éves hatásai egyaránt nyomon követhetők a kelés, bokrosodás, virágzáskori állománymagasság, valamint az aratáskori termés mutatóin. A szemtermés 2,0 t/ha-ral nőtt, a szalmatermés 3,7 t/ha-ral a maximális 20 t/ha adagú kezelésben a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva. Az összes földfeletti légszáraz hozam több, mint 2-szeresére emelkedett meghaladva a 10 t/ha tömeget. Terméscsökkenést nem tapasztaltunk. Annak ellenére, hogy a húsliszt szűk C/N arányú gyorsan bomló trágyaszernek minősül, látványos hatásokat

produkált a bevitelt követő 3. évben. A tapasztaltak alapján a 2,6 t/ha zsírterhelést és 1,3 t/ha N-terhelést jelentő 20 t/ha húsliszt a talajtermékenységet egyáltalán nem veszélyeztette, hanem bizonyítottan és hatékonyan növelte (32. táblázat).

32. táblázat. Vágóhídi komposztok és húsliszt hatása a tritikálé fejlődésére és légszáraz terméshozamára 2005-ben. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás kelésre	1,5	1,8	2,3	2,5	2,8	0,7	2,2
² Bonitálás bokrosodásra	1,3	1,8	2,3	2,8	3,0	0,8	2,5
Magasság virágzásban, cm	68	73	80	83	90	11	79
Magasság aratáskor, cm	75	78	85	83	85	n.sz.	81
Szemtermés, t/ha	2,31	2,25	2,97	3,25	3,19	0,87	2,79
Melléktermés, t/ha	3,28	3,20	4,34	5,20	5,64	1,33	4,33
Összes termés, t/ha	5,59	5,44	7,31	8,45	8,83	2,17	7,12
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás kelésre	1,3	1,0	1,8	3,0	3,0	0,5	2,0
² Bonitálás bokrosodásra	1,8	1,8	2,0	3,0	3,0	0,9	2,3
Magasság virágzásban, cm	73	75	83	85	93	12	82
Magasság aratáskor, cm	73	73	70	73	78	n.sz.	73
Szemtermés, t/ha	2,52	2,39	2,30	3,02	3,18	0,49	2,68
Melléktermés, t/ha	3,94	3,74	3,34	4,47	5,10	0,86	4,12
Összes termés, t/ha	6,46	6,12	5,64	7,49	8,28	1,32	6,80
H kísérlet (húsliszt)							
² Bonitálás kelésre	1,3	1,5	1,5	1,8	2,0	n.sz.	1,6
² Bonitálás bokrosodásra	1,5	1,5	1,8	2,5	3,0	0,7	2,1
Magasság virágzásban, cm	73	73	78	78	83	6	77
Magasság aratáskor, cm	70	65	73	80	83	11	74
Szemtermés, t/ha	1,95	2,05	1,90	2,99	3,93	1,28	2,56
Melléktermés, t/ha	2,96	3,17	2,69	4,45	6,66	2,48	3,99
Összes termés, t/ha	4,91	5,21	4,60	7,44	10,59	3,74	6,55

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt; ²Bonitálás 1= gyenge, 2= közepes, 3= fejlett állomány

Kezelések hatása a tritikálé fejlődésére és légszáraz terméshozamára 2006-ban

A 2006-os évben vélhetően a bokrosodáskori áprilisi enyhe szárazság, majd utána a túlzott májusi és júniusi csapadék kedvezőtlenül hatott a termésre, ami az előző évi 5,16 t/ha-os föld feletti összes termésnek csak 57%-a, azaz 2,95 t/ha volt a kontroll parcellákon, míg az átlagtermés csak az 54%-át éri el a 2005-ös eredményeknek (33. táblázat).

Az É2 komposzt hatására fokozatosan emelkedik a terméshozam, a maximális kezelések szignifikáns terméskülönbséget eredményeztek. Az F1komposzt és a húsliszt esetében csak növekvő trendről beszélhetünk. Az F2 kísérletben 50 t/ha adagig hibahatáron belül ingadozik a termés, majd a 100 és 200 t/ha hatására egymással szinte azonos mértékben megugrik. Ez évben is a húsliszt alapú félérett komposzttal kezelt parcellákon termett átlagosan a legtöbb termés (33. táblázat).

33. táblázat. Vágóhídi komposztok és húsliszt hatása a tritikálé fejlődésére és légszáraz terméshozamára 2006-ban. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
² Bonitálás kelésre	2,0	1,9	2,9	2,9	3,5	1,3	3,3
³ Bonitálás bokrosodásra	1,5	2,0	3,3	3,3	3,5	1,2	2,7
Magasság virágzásban, cm	63	68	70	70	75	n.sz.	69
Magasság aratáskor, cm	68	75	73	78	78	n.sz.	74
Szemtermés, t/ha	0,8	0,8	1,1	1,1	1,5	0,4	1,1
Melléktermés, t/ha	1,5	1,8	2,1	2,2	3,1	1,2	2,1
Összes termés, t/ha	2,3	2,6	3,2	3,4	4,6	1,5	3,2
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás kelésre	1,5	1,8	2,3	2,8	3,8	0,7	2,4
³ Bonitálás bokrosodásra	3,0	3,3	3,5	4,0	4,3	1,0	3,6
Magasság virágzásban, cm	73	70	75	83	85	12	77
Magasság aratáskor, cm	78	75	83	88	93	11	83
Szemtermés, t/ha	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	n.sz.	1,4
Melléktermés, t/ha	2,3	2,4	2,9	3,0	3,4	n.sz.	2,8
Összes termés, t/ha	3,5	3,6	4,3	4,5	5,0	n.sz.	4,2
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás kelésre	1,0	1,0	2,0	3,3	4,0	0,7	2,3
³ Bonitálás bokrosodásra	2,0	2,3	2,3	3,5	3,8	1,3	2,8
Magasság virágzásban, cm	70	75	70	85	80	13	76
Magasság aratáskor, cm	73	78	75	83	85	n.sz.	79
Szemtermés, t/ha	1,1	1,0	1,0	1,4	1,4	0,2	1,2
Melléktermés, t/ha	2,3	2,1	2,0	2,6	2,6	0,5	2,3
Összes termés, t/ha	3,4	3,2	3,0	4,0	4,0	0,7	3,5
H kísérlet (húsliszt)							
³ Bonitálás bokrosodásra	2,5	3,3	3,3	3,5	3,8	n.sz.	3,3
Magasság virágzásban, cm	70	70	70	83	75	n.sz.	74
Magasság aratáskor, cm	73	73	80	85	80	10	78
Szemtermés, t/ha	1,0	0,9	1,0	1,1	1,2	n.sz.	1,1
Melléktermés, t/ha	1,6	1,6	1,9	1,8	2,3	n.sz.	1,8
Összes termés, t/ha	2,6	2,5	3,0	2,9	3,5	n.sz.	2,9

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt; ²Bonitálás kelésre 1= igen gyenge, 2= gyenge, 3= közepes, 4= erős állomány; ³Bonitálás bokrosodásra 1= gyenge, 2= közepes, 3=erős, 4= nagyon erőteljes bokrosodás; Keléskor a H kísérlet állománya nem mutatott eltérést a kezelések hatására.

Kezelések hatása a tritikálé fejlődésére és légszáraz terméshozamára 2007-ben

A 2007. év szintén csapadékhiányos volt a bokrosodáskor, előtte és utána azonban kiegyensúlyozott, a sokéves átlagnak megfelelő csapadék hullott. Ezért a kontroll parcellák termésátlagá az előző évihez képest 11%-kal magasabb, 3,28 t/ha volt, és a komposztok trágyahatásai is jobban kibontakoztak, a különbségek meggyőzően a szignifikancia szint feletti voltak. A húsliszt hatása viszont elenyésző mértékű volt (34. táblázat).

34. táblázat. Vágóhídi komposztok és húsliszt hatása a tritikálé fejlődésére és légszáraz termés hozamára 2007-ben. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
² Bonitálás bokrosodásra	1,3	1,8	2,0	1,8	3,0	0,5	2,0
Magasság virágzásban, cm	58	58	55	63	60	n.sz.	59
Magasság aratáskor, cm	58	65	65	68	73	10	66
Szemtermés, t/ha	1,0	1,2	1,6	1,6	1,8	0,3	1,4
Melléktermés, t/ha	1,8	2,2	2,7	2,8	3,1	0,6	2,5
Összes termés, t/ha	2,8	3,3	4,3	4,5	4,8	0,9	4,0
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás bokrosodásra	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	0,7	2,2
Magasság virágzásban, cm	53	60	50	55	63	9	56
Magasság aratáskor, cm	63	60	63	63	73	12	64
Szemtermés, t/ha	1,4	1,4	1,6	1,6	2,0	0,3	1,6
Melléktermés, t/ha	2,3	2,5	2,7	2,8	3,4	0,5	2,7
Összes termés, t/ha	3,6	3,9	4,3	4,4	5,3	0,8	4,3
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás bokrosodásra	1,5	2,3	1,5	2,3	2,8	0,9	2,1
Magasság virágzásban, cm	55	55	53	63	60	n.sz.	57
Magasság aratáskor, cm	55	65	55	63	65	8	61
Szemtermés, t/ha	1,3	1,6	1,5	1,8	2,1	0,4	1,7
Melléktermés, t/ha	2,3	2,6	2,4	2,8	3,2	0,6	2,7
Összes termés, t/ha	3,6	4,2	3,9	4,6	5,3	1,0	4,3
H kísérlet (húsliszt)							
² Bonitálás bokrosodásra	1,5	1,0	1,0	1,3	2,0	0,5	1,4
Magasság virágzásban, cm	53	53	58	65	65	n.sz.	59
Magasság aratáskor, cm	60	58	55	63	58	n.sz.	59
Szemtermés, t/ha	1,19	1,24	1,19	1,26	1,40	n.sz.	1,25
Melléktermés, t/ha	1,93	1,89	1,92	2,04	2,24	n.sz.	2,01
Összes termés, t/ha	3,11	3,13	3,11	3,30	3,64	n.sz.	3,26

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt; ²Bonitálás bokrosodásra 1= gyenge, 2= közepes, 3= erős bokrosodás; Kelés után 2006. október 6-án az állományban eltérés nem tapasztalható.

Kezelések hatása a tritikálé fejlődésére és légszáraz termés hozamára 2008-ban

2008-ban az É2 és F1 kezelésekben adódtak látványos és igazolható különbségek, az F2 komposzt hatása viszont épp a szignifikancia szint határa alatt volt. A kontrollparcellák termései, illetve az összes parcella átlagtermése enyhén meghaladták az előző évit. A H kísérletben ugyan tapasztalható volt némi különbség az állomány fejlődésében és magasságában a bonitálások során, a terméseredményeken azonban már semmi kezeléshatás nem látszott, ezért az ősztől ezt a kísérletet is alvó kísérletté alakítottuk, azaz a kísérletet továbbra is bevetettük, de a kísérleti munka megszűnt. A továbbiakban az évi többszöri szemrevételezések során nem látszottak eltérések az állományban (35. táblázat).

35. táblázat. Vágóhídi komposztok és húsliszt hatása tritikálé fejlődésére és légszáraz terméshozamára 2008-ban. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Vizsgált jellemzők	¹ Komposzt és húsliszt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	1	2	3	4		
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
² Bonitálás bokrosodásra	1,3	1,8	2,3	2,5	3,0	0,8	2,2
Magasság virágzásban, cm	55	58	65	70	78	13	65
Magasság aratáskor, cm	75	75	75	80	85	n.sz.	78
Szemtermés, t/ha	1,0	1,2	1,3	1,8	2,2	0,7	1,5
Melléktermés, t/ha	1,9	2,3	2,6	3,5	4,1	1,6	2,9
Összes termés, t/ha	3,0	3,5	4,0	5,3	6,3	2,3	4,4
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás bokrosodásra	1,8	2,3	2,5	3,0	3,0	0,7	2,5
Magasság virágzásban, cm	55	60	60	63	73	5	62
Magasság aratáskor, cm	70	70	70	75	75	n.sz.	72
Szemtermés, t/ha	1,2	1,5	1,4	1,6	1,8	0,4	1,5
Melléktermés, t/ha	2,3	3,0	2,7	2,9	3,7	0,7	2,9
Összes termés, t/ha	3,6	4,4	4,1	4,4	5,4	1,0	4,4
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
² Bonitálás bokrosodásra	1,8	1,5	2,0	2,5	2,8	1,2	2,1
Magasság virágzásban, cm	58	60	63	65	68	n.sz.	63
Magasság aratáskor, cm	70	75	80	78	70	n.sz.	75
Szemtermés, t/ha	1,2	1,4	1,5	1,5	1,8	n.sz.	1,5
Melléktermés, t/ha	2,2	2,7	2,6	3,0	3,2	n.sz.	2,7
Összes termés, t/ha	3,4	4,1	4,1	4,5	5,0	n.sz.	4,2
H kísérlet (húsliszt)							
² Bonitálás bokrosodásra	2,0	2,3	2,3	2,5	2,8	n.sz.	2,4
Magasság virágzásban, cm	58	55	63	65	68	n.sz.	62
Magasság aratáskor, cm	68	73	70	70	73	n.sz.	71
Szemtermés, t/ha	1,19	1,20	1,06	1,36	1,23	n.sz.	1,21
Melléktermés, t/ha	2,30	2,22	1,99	2,48	2,35	n.sz.	2,27
Összes termés, t/ha	3,48	3,43	3,05	3,85	3,58	n.sz.	3,48

¹Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt; ²Bonitálás bokrosodásra 1= gyenge, 2= közepes, 3= erős bokrosodás; Kelés után 2007. október 9-én az állományban eltérés nem volt tapasztalható.

Kezelések hatása a tritikálé fejlődésére és légszáraz terméshozamára, valamint elemösszetételére és elemfelvételére 2009-ben

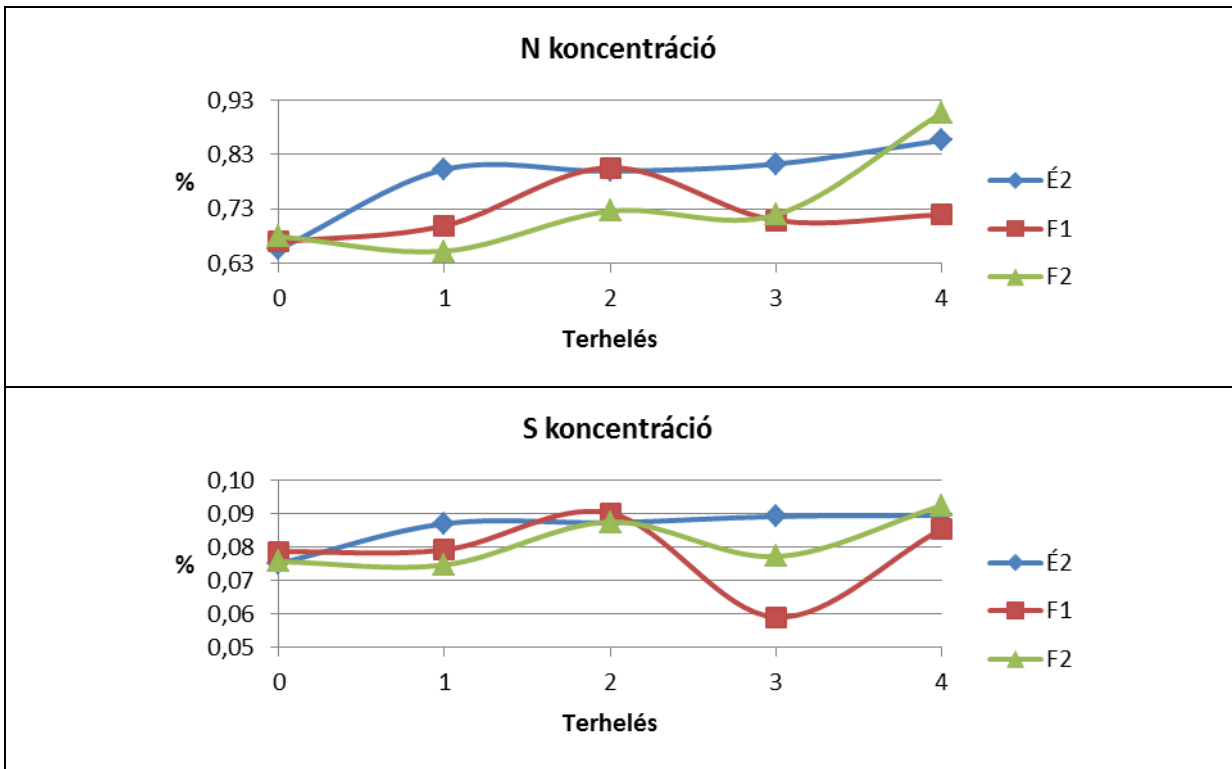
A 2009-es év csapadék szempontjából a 2003-as évhez hasonlóan kedvezőtlen volt. A kontrollparcellák hozama az előző évi 3,4 t/ha-nak csak a kétharmada, azaz 2,15 t/ha volt. Az összes kezelt parcella átlaghozama is a 2008-as érték 60%-ára, azaz 2,44 t/ha-ra esett vissza. A csapadékhiány a trágyahatásokat is mérsékelte. Ha a terméseredményeket nézzük, akkor csak az F1 kísérlet szemtermése és összes földfeletti termése lépte át a szignifikáns határt. Az É2 kísérlet esetében még látható a növekvő trágyázással emelkedő terméshozam tendenciája, de az F2 kísérletben már ezt sem lehet fölfedezni (36. táblázat).

36. táblázat. Vágóhídi komposztok hatása tritikálé fejlődésére és légszáraz terméshozamára 2009-ben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottván)

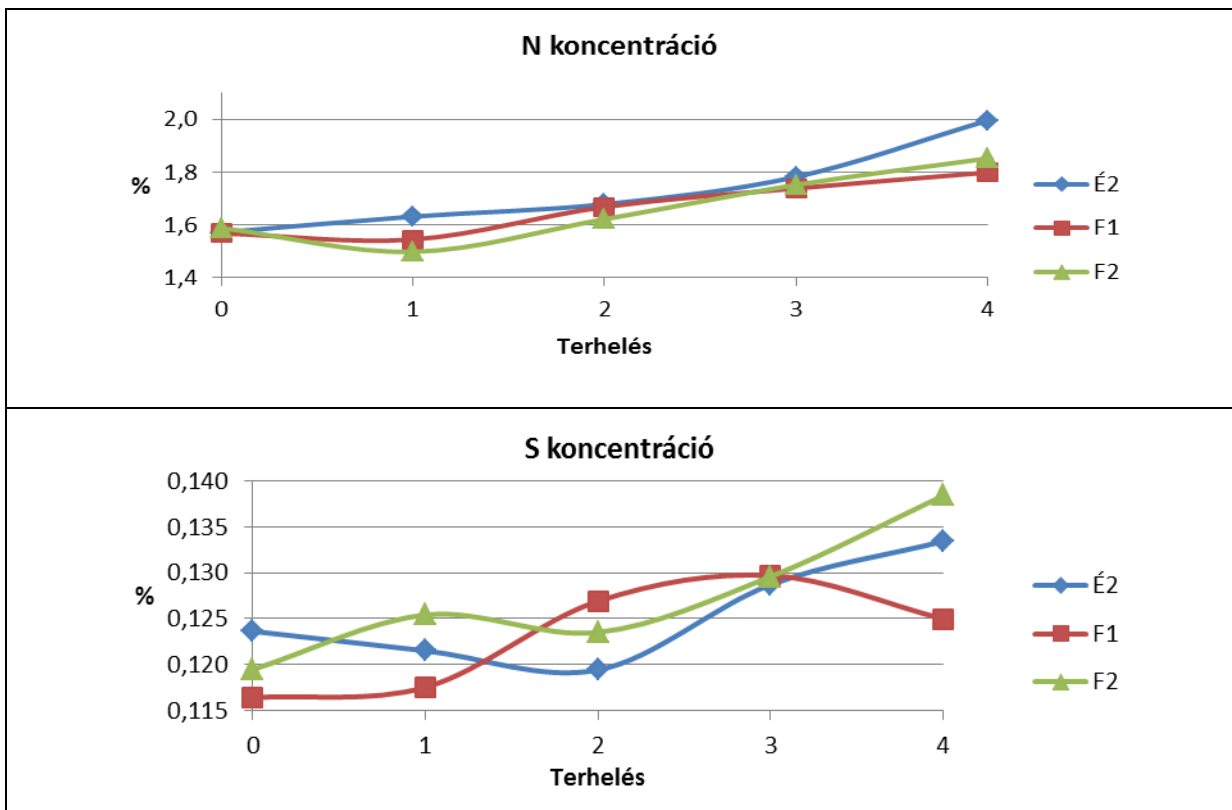
Vizsgált jellemzők	Komposzt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
¹ Bonitálás bokrosodásra	1,5	2,0	2,5	2,8	3,0	0,7	2,4
Magasság virágzásban, cm	35	35	45	45	53	n.sz.	43
Magasság aratáskor, cm	50	53	58	61	61	n.sz.	57
Szemtermés, t/ha	0,65	0,74	0,82	1,05	1,10	n.sz.	0,87
Melléktermés, t/ha	0,94	1,02	1,14	1,52	1,60	n.sz.	1,24
Összes termés, t/ha	1,59	1,75	1,96	2,57	2,70	n.sz.	2,11
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
¹ Bonitálás bokrosodásra	1,8	2,0	2,3	2,5	3,0	0,5	2,3
Magasság virágzásban, cm	35	40	43	50	50	14	44
Magasság aratáskor, cm	54	55	58	61	64	8	58
Szemtermés, t/ha	0,92	0,95	0,99	1,07	1,14	0,16	1,01
Melléktermés, t/ha	1,22	1,17	1,37	1,44	1,44	0,23	1,33
Összes termés, t/ha	2,14	2,12	2,36	2,51	2,58	0,36	2,34
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
¹ Bonitálás bokrosodásra	2,0	2,5	1,5	2,0	2,8	n.sz.	2,2
Magasság virágzásban, cm	58	58	53	55	55	n.sz.	56
Magasság aratáskor, cm	55	61	60	58	63	n.sz.	59
Szemtermés, t/ha	1,18	1,32	1,16	1,15	1,24	n.sz.	1,21
Melléktermés, t/ha	1,55	1,74	1,60	1,52	1,91	n.sz.	1,66
Összes termés, t/ha	2,73	3,05	2,76	2,66	3,15	n.sz.	2,87

¹Bonitálás bokrosodásra 1= gyenge, 2= közepes, 3= erős bokrosodás; Kelés után 2008. október 14-én az állományban eltérés nem tapasztalható.

A tritikálé szalma + pelyva és szem N- és S-tartalmairól 2009-ben a 6. ábra és a 7. ábra tájékoztat. Az adatok nagyjából megfelelnek a korábbi, 2004-es tritikálé elemösszetételnek, azt többnyire kissé meghaladják, amit vélhetően az alacsonyabb terméshozam miatti töményedés eredményezett. A szalma + pelyva N-tartalma átlagosan 23%-kal magasabb, míg a S tartalom 10%-kal alacsonyabb. A szemben a N- és a S-tartalom is 15%-kal magasabb a 2004-ben mért értékeknél. A N és S változásai többnyire nem szignifikánsak, de növekvő tendenciát mutatnak. Egyedül a szem N tartalma mutat igazolható következetes növekedést az F1 komposzt hatására. A foszfor és a többi elem változásában nem volt megfigyelhető szabályszerűség, ezért ezek nem kerülnek bemutatásra. A tritikálé szalma + pelyva és a szem részletesebb elemösszetételének eredményeit a 12. melléklet tartalmazza.



6. ábra. Vágóhídi komposztok hatása a légszáraz tritikálé szalma+pelyva N- és S-tartalmára 2009-ben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)
(Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt)



7. ábra. Vágóhídi komposztok hatása a légszáraz tritikálé szem N- és S-tartalmára 2009-ben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)
(Terhelési szintek: 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt; illetve a H kísérletben: 0; 2,5; 5, 10, 20 t/ha húsliszt)

A tritikálé szalma + pelyva és szem elemfelvételéről 2009-ben a 37. táblázat tájékoztat. Az adatokat a 2004-es eredményekkel összevetve látszik, hogy a terméshozam alapvetően meghatározta az elemfelvételt. Mivel a 2004-es terméshozamok a 2009-es évit átlagosan körülbelül négyszeresen haladták meg, ez az arány a felvett elemek mennyiségén is tükröződik.

37. táblázat. Vágóhídi komposztok hatása a légszáraz tritikálé szalma + pelyva és szem átlagos elemfelvételére 2009-ben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán)

Elem jele	Mértékegység	szalma + pelyva			szem		
		É2	F1	F2	É2	F1	F2
N	kg/ha	9,74	9,59	12,23	15,07	16,80	20,12
S	kg/ha	1,06	1,04	1,35	1,09	1,24	1,54
Mg	kg/ha	1,12	0,94	1,33	0,98	1,13	1,39
Cu	g/ha	5,44	4,46	5,18	3,04	3,52	4,48

Kezelések hatása a tritikálé fejlődésére és légszáraz terméshozamára 2010-ben

A 2010. évben a csapadék mennyisége bőségesnek mondható, bár az eloszlás ingadozó. Márciusban és áprilisban a sokéves átlag alatt maradt a csapadék mennyisége, míg májusban és júniusban az átlagnak közel a kétszerese esett. *Márton (2002)* szerint nyírlugosi tritikálé kísérletben a termésmaximumokat a kontroll parcelláknál 400-500 mm, míg a harmonikus tápanyagellátás esetén 550-600 mm vegetációs időszak alatt lehullott csapadék eredményezte. Ezek feletti és alatti csapadék értékek jelentős terméscsökkenéssel jártak, tehát a túl bő csapadékellátás az aszályhoz hasonlóan káros lehet.

A kontroll parcellák hozama az előző évvel megegyező, és a trágyahatások is hasonló eredményeket mutattak azzal a különbséggel, hogy ebben az évben az É2 kísérlet kezeléshatásai voltak a legszembetűnőbbek. Az F1 és F2 kísérletek terméshozamai a 0 – 50 t/ha kezelésszint hatására változatlanok, hibahatáron belül ingadoznak, csak a 100 és 200 t/ha kezelésnél mutatnak igazolható vagy tendenciaszerű növekedést. Az F1 kísérletben a maximális dózis hatására kapott terméstöbblet épp a szignifikancia határán mozgott. Az F2 kísérlet egyes kezelése között ugyan statisztikailag szignifikáns különbség van, kontroll és a legnagyobb kezelés eredménye között viszont csak a szemtermés esetében van igazolható különbség (38. táblázat).

38. táblázat. Vágóhídi komposztok hatása a tritikálé fejlődésére és légszáraz terméshozamára 2010-ben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottván)

Vizsgált jellemzők	Komposzt terhelési szintek					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
É2 kísérlet (éretlen komposzt)							
¹ Bonitálás bokrosodásra	1,0	1,3	2,5	3,0	3,5	1,9	2,3
Magasság virágzásban, cm	58	58	68	70	70	n.sz.	65
Magasság aratáskor, cm	48	55	58	68	68	13	59
Szemtermés, t/ha	0,63	0,73	1,07	1,10	1,23	0,46	0,95
Melléktermés, t/ha	0,89	1,15	1,58	1,53	1,73	0,68	1,37
Összes termés, t/ha	1,52	1,88	2,65	2,63	2,96	1,13	2,33
F1 kísérlet (húsliszt alapú félérett komposzt)							
¹ Bonitálás bokrosodásra	3,3	2,3	3,3	3,3	4,3	1,6	3,3
Magasság virágzásban, cm	63	68	70	70	75	9	69
Magasság aratáskor, cm	58	55	55	70	75	11	63
Szemtermés, t/ha	0,95	1,01	0,97	1,10	1,32	0,28	1,07
Melléktermés, t/ha	1,33	1,37	1,28	1,34	1,67	n.sz.	1,40
Összes termés, t/ha	2,28	2,38	2,25	2,44	2,99	0,66	2,47
F2 kísérlet (húsfőzet alapú félérett komposzt)							
¹ Bonitálás bokrosodásra	2,8	2,5	3,8	4,0	4,5	1,0	3,5
Magasság virágzásban, cm	65	60	63	68	68	n.sz.	65
Magasság aratáskor, cm	65	58	60	60	68	n.sz.	62
Szemtermés, t/ha	1,06	0,99	1,06	1,21	1,31	0,21	1,13
Melléktermés, t/ha	1,59	1,28	1,47	1,72	1,63	n.sz.	1,54
Összes termés, t/ha	2,65	2,27	2,53	2,94	2,94	0,47	2,66

¹Bonitálás bokrosodásra 1= ritka, 2= ritka-közepes, 3= közepes, 4= közepes-dús, 5= dús állomány
 Kelés után 2009. Október 12-én az állományban eltérés nem tapasztalható.

6. Következtetés, javaslat

Összetételük alapján a vizsgált komposztok és húsliszt trágyaértéke igen nagy, nitrogén és foszfor tartalmuk magas, szervesanyag- és Ca-tartalmuk előnyös. A magasabb terhelés ugyanakkor környezeti kockázattal járhat elsősorban az extrém nagy nitrogén és foszfor bevitele miatt, a kijuttatási adagokat tehát elsősorban ezek figyelembevételével javasolt meghatározni. Az 59/2008. FVM rendelet szerinti évi 170 kg/ha N limit a N-készlet alapján 8,7-21,4 t/ha friss komposzt (5,2-8,3 t/ha/év szárazanyag) vagy 2,6 t/ha húsliszt felhasználását jelenti az érzékeny területeken az általunk vizsgált szerves anyagokból. A nem érzékeny területeken kiadható 200 illetve 300 kg/ha pedig 10,2-25,2 t/ha, illetve 15,3-37,8 t/ha friss komposzt (6,1-9,8 illetve 9,2-14,7 t/ha szárazanyag), vagy 3,1 illetve 4,6 t/ha húsliszt kijuttatását teszi lehetővé. A 2-5% körüli P készlet miatt a főbb gazdasági növényeink 20-40 kg/ha/év foszforigényét már az 1-2 t/ha friss komposzt adagja fedezi a foszforral jól ellátott területeken, ahol a talajtermékenység megőrzése a cél. A 10-20 t/ha adag már a P-ral gyengén ellátott talaj feltöltését, melioratív kezelését eredményezheti 400-800 kg/ha P_2O_5 mennyiséget biztosítva. A komposztok 10% körüli vagy feletti Ca-tartalma miatt a 25 t/ha friss komposzt kezelés 900-1400 kg/ha Ca, azaz 2,2-3,5 t/ha $CaCO_3$ mennyiséget jelent, mely savanyú homokon már mérsékelt melioratív meszezésnek felel meg. A komposztok viszonylag magas, átlagosan 303 és 54 mg/kg Zn és Cu tartalma agronómiailag szintén előnyös, mivel a művelt talajaink 46%-a cinkben és 9%-a rézben gyengén ellátottak (Kádár 2005).

A vágóhídi hulladékokból készült szerves trágyák a kedvező összetételnek köszönhetően képesek javítani a talaj tápanyagkészletét, szervesanyag-tartalmát, kötöttségét, így vízgazdálkodási és szerkezeti tulajdonságait. Az összetétel alapján várt hatások beigazolódtak, a felvehető P_2O_5 tartalom már a 25 t/ha kezelésre is markánsan emelkedik, és bőséges foszforellátottságot eredményez, ami még öt évvel később is kimutatható. A talaj összes N és különösen a NO_3-N tartalmát szintén erőteljesen növelték már a legalacsonyabb kezelések is a kijuttatás évében vagy azt követően. Ennek következtében a félérett komposztokkal és húsliszttel kezelt talaj 17-38 mg/kg NO_3-N -nel rendelkezett, ami jó illetve bőséges nitrogén-ellátást jelez, mely kedvező lenne tavasszal. Az eredmények azonban őszi állapotot mutatnak be, így valószínűsíthető a kimosódás. Annál is inkább igaz ez a nagyobb dózisokra, melyek hatására a talajban már 100-200 mg/kg NO_3-N található. A nitrát gyorsan kimosódik, eltűnik a felső talajrétegből, így öt évvel a kijuttatás után már egyik nitrogén-forma sem emelkedik a legalacsonyabb kezelés hatására. A kezelések hatására még az emelkedett mikroelem-tartalmú

É1 érett komposzt kezelésnél sem alakult ki határérték feletti vagy káros mikroelem-tartalom a talajban.

A magas összes-N és P tartalmak miatt javasolható legalacsonyabb 25 t/ha-os kezelési adagok egyes komposztok esetében ugyan másfélszeres termésnövekedést okoztak az első években, azonban többnyire még így sem tudtak szignifikáns eredményt produkálni. Ehhez a területre jellemző heterogenitás is nagyban hozzájárult. A terméshozam ugrásszerű növekedéséhez inkább az 50 vagy a 100 t/ha komposzt, illetve a 10 t/ha húsliszt kezelés szükséges. A 100 és 200 t/ha adagok a kijuttatás évében csapadékszegény időjárással kombinálva ugyanakkor depressziót okozhatnak. A fehérjedús komposzt talajbani bomlásakor felszabaduló $\text{NH}_4\text{-N}$ kedvezőtlen viszonyokat teremthet a növény számára.

A trágyákat összehasonlítva a legnagyobb hatása az É2-vel jelölt éretlen és az F1-gyel jelölt, húsliszt alapú félérett komposztnak volt, mivel ezek a komposztok eredményezték a legnagyobb termésnövekedést, a legmagasabb terméshozamokat az évek átlagában, és a legtartósabb hatást. Az F2 komposzt enyhén elmaradt az É2 és F1 komposztoktól. A húsliszt szintén erős trágyaszernak bizonyult az első években, az utóhatásai viszont rövidebbek. A terméshozamra az É1 érett komposzt volt a legkisebb hatással, ami a kontrollhoz képest szignifikáns különbséget csak egy esetben tudott produkálni.

A kapott terméseredmények alapján tehát arra a következtetésre juthatunk, hogy ezen a karbonátos homoktalajon az érett komposzt és a húsliszt maximális adagjainak hatásával hozzávetőlegesen 4 éven át számolhatunk, míg az éretlen és félérett komposztok esetében ez az idő 6-9 év is lehet. A vizsgált anyagokról elmondható, hogy többnyire tartós hatásúak, fokozatosan bomlanak, és így egyenletesen, hosszú időn keresztül képesek a növényeket tápelemekkel ellátni. Mivel a javasolható 25 t/ha komposzt, illetve 2,5 t/ha húsliszt kezelések hatásai többnyire nem szignifikánsak, így a rájuk vonatkozó következtetéseket csak fenntartásokkal szabad levonni. A kapott adatok alapján a nagyobb hatású komposztok 25 t/ha-os adagjai a kijuttatás utáni második-harmadik évben mintegy 50% körüli termésnövekedést produkálhatnak, míg a negyedik és azt követő évekre ez a hatás 0-20%-ra csökken, ugyanakkor még a 9. évben is tapasztalható utóhatás. A többi trágya esetében az adatok túlságosan ingadoznak vagy utóhatásaiban csak 10% alatti termésnövekedést mutatnak.

Az alkalmazott szervestrágyák a növényi összetételre is képesek hatni. A növekvő adagok hatására a N tartalom szinte minden esetben, a S pedig többnyire emelkedett. Ez az emelkedés azonban a javasolható 25 t/ha kezeléseknél csak nagyon ritkán ért el igazolható szintet. Az elemek dúsulása elsősorban alacsonyabb terméshozam mellett várható. Az élelmiszerekben

megengedhető vegyi szennyezettséget eredetileg a 17/1999. (VI. 16.) EüM rendelet szabályozta, amit a 9/2003. (III. 13.) ESzCsM rendelet módosított, ez utóbbit azonban a 118/2008.(V.8.) Korm. rendelet hatályon kívül helyezte, ezért tehát jelenleg a 17/1999. (VI. 16.) EüM rendelet van érvényben. Az eredmények alapján a kísérleti növények fő- vagy melléktermései a kezelések hatására semminemű káros elemhiányt vagy elemdúsulást nem jeleznek.

Az állati eredetű szerves trágyák használatával kapcsolatban fontos szempont a fertőzésveszély minimálisra csökkentése, ami miatt e szerek legelőre kijuttatása törvényileg is tilos (71/2003. (VI.27.) FVM rendelet). Bár erre vonatkozóan nem végeztünk vizsgálatokat, mégis higiénés okok miatt megfontolandó, hogy elsősorban ipari növények, (cukorrépa, olajnövények, rostonövények), vagy legalábbis további feldolgozást igénylő növények (gabonafélék) trágyázására használjuk ezeket a szereket.

A feldolgozott állati hulladékok trágyaszerként való alkalmazása egyszerre növelheti a talaj termékenységét és csökkentheti a képződő szerves hulladékok mennyiségét.

7. Új tudományos eredmények

1. A vizsgált trágyaszerek magas nitrogén- és foszfortartalommal rendelkeznek, ami alapvetően meghatározza a kijuttatási adagot. A terület érzékenységtől és a vizsgált szerves trágyaszerek összetételétől függően 9-38 t/ha friss komposzt (5-15 t/ha szárazanyag) és 2,6-4,6 t/ha húsliszt juttatható ki évente mezőgazdasági területre. Az alkalmazott szerves anyagok elemtartalma megfelel a vonatkozó határértékeknek.

2. A komposztok többnyire igazolhatóan növelték a talaj szervesanyag-tartalmát és kötöttségi mutatóját a kijuttatás évében és 5-6 évvel az után is. A trágyaszerek szignifikáns növekedést okoztak mind a talaj „felvehető”, mind az „összes” P-, S-, Na-, és Zn-tartalmában, valamint a N-, NO₃-N- és NH₄-N- tartalmában. A kezelések nem okoztak káros elemdúsulást a talajban.

3. A kijuttatás utáni első-második csapadékszegény évben a 200 t/ha-os komposzt adag egyes esetekben csökkentette a termésmennyiséget. Az alacsonyabb 25 és 50 t/ha-os adagok, valamint a húsliszt 5-20 t/ha-os adagjai ugyanakkor igazolható vagy tendenciaszerű termésnövekedést idéztek elő. A további, kedvezőbb csapadékellátottságú években a trágyaszerek minőségétől és adagtól függően igazolható mértékben növelték a kísérleti növények termését.

4. A kijuttatásuk után egyes komposztok 200 t/ha adagban akár 7-8 évig is képesek voltak szignifikáns termésnövekedést előidézni, míg a 20 t/ha adagú húsliszt esetében az utóhatások 2-3 évig tartottak.

5. A növények összetételét illetően az első két-három évben többnyire a nitrogén, kén és foszfor, ritkábban a nátrium és kálium koncentrációk emelkedtek igazolhatóan vagy tendenciaszerűen egyes kezelések hatására. A mustár esetében a száraz év miatti alacsony termés hozam egyes elemek koncentrációjának 2-3-szoros növekedését okozta. A trágyázás utáni hetedik-nyolcadik évben a tritikálé nitrogén- és kén tartalma mutatott trendszerű növekedést a komposztok növekvő adagjainak nyomán.

8. Összefoglalás

A Magyarországon képződő állati hulladékok mennyisége országos szinten évente hozzávetőlegesen 200-300 ezer tonna. A 20. századi nagyüzemi gyakorlat szerint a húsfeldolgozás során keletkező hulladékok jelentős hányadát állati takarmányokká alakították, illetve azokhoz keverték. Ez azonban az ezredforduló tájékán tömegesen fellépő szivacsos agyvelőgyulladás miatt szigorú korlátozások alá esik. Az egészséges állományból származó állati hulladékok további feldolgozás (őrlés és hőkezelés, majd komposztálás vagy szárítás) után trágyaszerként a termőföldre kijuttathatók. Így a műtrágya igény, valamint a képződő hulladék mennyisége és szerves anyag tartalma is csökkenhet. Az állati hulladékokból készült szerves trágyaszerek hatásainak tudományos vizsgálatára eddig csak ritkán került sor, ezért indokoltá vált a vágóhídi hulladékokból készült komposztok és húsliszt hatásának tanulmányozása.

Eltérő alapanyagú és érlelési idejű vágóhídi komposztok és húsliszt hatását és utóhatását vizsgáltuk szabadföldi kísérletben talajra és növényre az MTA TAKI őrbottyáni kísérleti telepén meszes homoktalajon. A talaj átlagosan 1-6% közötti CaCO_3 és 1-1,5% humusz készlettel rendelkezett. A humusz szint vastagsága 60-80 cm, a $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 7,0-7,4 közötti értéket mutatott. Az agyagfrakció mennyisége 10-15%, a termőhely nitrogén, foszfor és kálium elemekben egyaránt szegény volt. A kísérleteket a 2002. és 2003. év folyamán állítottuk be 5 kezeléssel és 4 ismétlésben, azaz 20-20 parcellában, melyek $5 \times 8 = 40 \text{ m}^2$ területet jelentettek véletlen blokk elrendezésben. A kezelések egyszeri 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposztot, illetve 0; 2,5; 5; 10; 20 t/ha húsliszt adagot jelentettek. Kísérleti növényként 2002-ben kukoricát, 2003-ban mustárt, 2004. és 2010. között pedig tritikálét termesztettünk.

Az általunk vizsgált komposztok és a húsliszt emelkedett N és P tartalommal rendelkeztek, ami alapvetően meghatározza a gyakorlatban kijuttatandó komposztmennyiséget. Ez 8,7-21,4 t/ha friss komposzt (5,2-8,3 t/ha/év szárazanyag) vagy 2,6 t/ha húsliszt felhasználását teszi lehetővé a nitrátérzékeny területeken, valamint 10,2-37,8 t/ha friss komposzt (6,1-14,7 t/ha szárazanyag), vagy 3,1-4,6 t/ha húsliszt kijuttatását a nem érzékeny területeken. A mikroelemek tekintetében az É1 érett komposzt kicsit magasabb, esetenként többszörös értékeket mutatott, amit vélhetően a hozzáadott szennyvíziszap okozott. A szennyvíziszapokra vonatkozó 50/2001. (IV. 3.) és 40/2008. (II.26.) Korm. rendeletek határértékeit egyedül a friss É1 komposzt 200 t/ha adagja lépte túl, itt 42 kg/ha Zn került a talajba 2002-ben a megengedett

30 kg/ha helyett. A komposztok és a húsliszt mikroelem-tartalma valamennyi vizsgált elem tekintetében megfelel a 40/2008. (II.26.) rendeletben a szennyvíziszapokra illetve szennyvíziszap komposztokra meghatározott határértékeknek.

A talajvizsgálatok alapján a vágóhídi hulladékokból készült szerves trágyák általában javították a talaj paramétereit. Így a növekvő dózisok hatására emelkedő tendenciát mutattak a tápanyagkészlet, a szervesanyag-tartalom, kötöttségi mutató, tehát a vízgazdálkodási és szerkezeti tulajdonságok. A felvehető P_2O_5 tartalom már a 25 t/ha kezelésre is markánsan emelkedett. A szignifikancia szintet ugyan nem érte el a növekedés, de a 2003-as és 2008-as vizsgálatok szerint a komposzttal kezelt talajok 200-400 mg/kg NH_4 -acetát+EDTA oldható P_2O_5 tartalommal rendelkeztek, ami bőséges foszforellátottságot jelent. A N tartalom szintén erőteljesen nőtt. A 2003-as adatok alapján a legalacsonyabb kezelések 10-20%-os, nem szignifikáns növekedést okoztak az összes N tartalomban. A NO_3 -N tartalmat a korábban, azaz 2002 tavaszán kiadott érett és éretlen komposztok mérsékelten, a félérett komposztok 50-100%-kal, míg a húsliszt csaknem négyszeresére növelte a legalacsonyabb kijuttatási adaggal. Ennek következtében a félérett komposztokkal és húsliszttel kezelt talaj 17-38 mg/kg NO_3 -N-nel rendelkezett, ami jó illetve bőséges nitrogén-ellátást jelez, mely kedvező lenne tavasszal. Az eredmények azonban őszi állapotot mutatnak be, így valószínűsíthető a nitrogén alsóbb talajrétegekbe mosódása. A nagyobb dózisok hatására a talajban már 100-200 mg/kg NO_3 -N található. A 2008-as vizsgálatok már csak mérsékelt emelkedést mutatnak.

A „felvehető” S és Na-tartalmak többnyire szignifikáns mértékben növekedtek, valamint az „összes” P, S, Ca, Na és Zn készlet, és az összes-N szintén általában igazolható növekedést mutattak a növekvő trágyaadagokkal az első években. A 2008. évi talajvizsgálatok alapján a kötöttség és a szervesanyag-tartalom egyes esetekben még növekedést mutatott az emelkedő dózisok hatására. A „felvehető” P_2O_5 , Na, S és Zn elemek általában szintén szignifikáns mértékben változtak. Az „összes” P és S, valamint az összes N is emelkedést mutatott.

A kezelések hatására még a magasabb mikroelem-tartalmú É1 érett komposzt kezelésnél sem alakult ki határérték feletti vagy káros mikroelem-tartalom a talajban. A talaj pH értéke és $CaCO_3$ tartalma érdemben nem változott egyik kísérletben sem.

A kísérlet első két csapadékszegény évében a komposztok 50 t/ha, míg a húsliszt 10 t/ha terhelésig fejlettebb állományt és magasabb terméshozamot eredményeztek a tesztnövények esetében, a növekedés azonban nem volt szignifikáns. Az komposztok és a húsliszt maximális adagjai azonban már depresszív hatással voltak. Az éretlen komposzt a kukorica 20-50%-os pusztulását, a földfeletti zöld tömeg 30-60%-ának elvesztését okozta. Ez utóbbi feltehetően az

NH₄-N túlsúlya miatt alakult ki, mely már 0,3%-ot tett ki átlagosan a komposzt szárazanyagában szántás előtt.

A kedvező csapadék-ellátottságú 2004. évben az éretlen komposzt legnagyobb dózisa az összes földfeletti termést több mint háromszorosára növelte a kontroll parcellához képest. A maximális F1 komposzt kezelés valamivel több, mint kétszeres, az F2 és H kezelések pedig közel másfélszeres különbséget produkáltak a kezeletlen állományhoz képest. A maximális dózisek ekkor már egyik kísérletben sem okoztak depressziót.

A további években az utóhatások fokozatosan mérséklődnek, az érett komposzt 2005. után, míg a húsliszt 2007. után veszítette el termésmenővelő hatását, de az éretlen és félérett komposztok magasabb adagjai még 2008-ban is igazolhatóan növelték a termést a kontrollhoz képest. A 2009. és 2010. évek csapadék szempontjából kedvezőtlenek voltak, de még ekkor is előfordultak szignifikáns terméskülönbségek.

Bár a legalacsonyabb, 25 t/ha-os komposzt kezelések számos esetben látványos termésmenővedést okoztak, a szignifikáns szintet csak 2003-ban az É2, valamint 2003-ban és 2008-ban a szártermés esetében az F1 komposzt tudta elérni. A nem szignifikáns eredményekre vonatkozó következtetéseket csak fenntartásokkal szabad levonni. A kapott adatok alapján a legnagyobb hatású É2 és F1 komposztok legkisebb adagjai a kijuttatás utáni második-harmadik évben mintegy 50% körüli termésmenővedést produkáltak, míg a negyedik és azt követő évekre ez a hatás 0-20%-ra csökkent, ugyanakkor az É2 komposzt esetében még a 9. évben is 20% körüli termésmenővelő utóhatás tapasztalható. Az F2 komposzt esetében az adatok túlságosan ingadoznak, az É1 és H trágyák legalacsonyabb dózisei pedig utóhatásaiban csak 10% alatti termésmenővedést tudtak kiváltani. A terméshozam ugrásszerű növekedését a kontrollhoz képest inkább az 50 vagy a 100 t/ha komposzt, illetve a 10 t/ha húsliszt kezelés tudta kiváltani.

A legnagyobb termésmenővedést, a legmagasabb terméshozamokat az évek átlagában és a legtartósabb hatást komposztok közül az É2-vel jelölt éretlen és az F1-gyel jelölt, húsliszt alapú félérett komposztok eredményezték, melyek még 2010-ben is szignifikáns mértékben növelték a szemtermést. Az F2 komposzt hatása enyhén elmaradt az É2 és F1 komposztoktól. A húsliszt szintén erős trágyaszer volt és 2005-ben a húsliszt kezelésben voltak a legnagyobb termések, utóhatását viszont 2007-re gyakorlatilag teljesen elveszítette. A terméshozamra az É1 érett komposzt volt a legkisebb hatással; a kontrollhoz képest szignifikáns különbséget csak 2004-ben tudott produkálni a 100 t/ha-os kezelésben.

A kísérleti növények elemtartalmára a kezelések szintén hatással voltak. A kukorica esetében a N, NO₃-N, K, S, Zn készlet emelkedett, és mérséklődött a Mg koncentrációja a

komposztok növekvő adagja nyomán. A változások elsősorban a címerhányáskori hajtásban voltak szignifikáns mértékűek. A mustár elemtartalmát tekintve a komposzt és a húsliszt trágyázás 2003-ban általában a N, S, P, Na elemek luxusfelvételét okozta, míg a Mo felvétele gátlást szenvedett. A 2004-ben termesztett tritikálé N és S tartalma általában tendenciájában nőtt a komposztok, illetve a húsliszt adagolásával. Öt évvel később a N és S még mindig trendszerű növekedést mutatott. Az egyéb vizsgált elemek koncentrációja következetes és egyirányú változásokat nem mutatott a kísérletek egészét tekintve. A növényelemzés eredményei szerint extrém elemdúsulások nem álltak elő a vizsgált növényekben, az összetétel „normális” maradt.

A vizsgált anyagokról elmondható tehát, hogy a szerves trágyákra jellemzően javíthatják a talajtulajdonságokat és növelhetik a tápanyagkészletet, ami a termesztett növény többlet terméséhez vezethet. Általában tartós hatásúak, fokozatosan bomlanak, és így egyenletesen, hosszabb időn keresztül képesek a növényeket tápelemekkel ellátni.

9. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok mindazoknak, akik segítettek szakmai munkámban és a dolgozat elkészítésében, így témavezetőimnek Prof. Dr. Kádár Imrének és Prof. Dr. Lehoczky Évának a segítségért és szakmai útmutatásért; Aranyos Károlynak, Jakab Vincéné Margitnak és a többi telepi dolgozónak a kísérletek gondozásáért; Koncz Józsefnek és a laboránsoknak a laborvizsgálatokért, Zágonyi Évának a minták kezeléséért, Dr. Lakatos Máriának és Morvai Baláznak a kísérlet beállításánál és az első években végzett munkáikért, Zdenko Loncaricnak az értékes konzultációkért és Thamm Frigyesnének a német nyelvű fordításban nyújtott segítségéért.

Továbbá hálás vagyok a családomnak és barátaimnak biztatásukért és szerető támogatásukért.

10. Irodalomjegyzék

- Ábrahám L. (1980): A szerves trágyák kezelése és felhasználása. Mezőgazdasági Könyvkiadó. Budapest. 115. pp.
- Ábrahám L. Karkalik A., Marth P., Patócs I. (1987): Talajtermékenység. I. Szervesanyagzáradékok. MÉM NAK. Budapest
- AKI (2007): Agrárgazdasági Statisztikai Zsebkönyv 2006. Agrárgazdasági Kutató Intézet. Budapest. 133 pp.
- Alexa L., Dér S. (2001): Szakszerű komposztálás. Elmélet és gyakorlat. Profikomp Kft. Gödöllő. 264 pp.
- Antal J., Egerszegi S., Penyigey D. (1966): Növénytermesztés homokon. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Ángyán J., Tardy J., Vajnáne Madarassy A. (2003): Védett és érzékeny természeti területek mezőgazdaságának alapjai. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 626 pp.
- Árendás T., Csathó P. (1994): Azonos NPK-hatóanyagú szerves- és műtrágyázás hatása a talajtulajdonságok függvényében. *Agrokémia és Talajtan* 43.(3-4): 399-407.
- Balla Alajosné (1958): Az istállótrágya tápanyagai érvényesülésének vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan*. 7(3):233-242.
- Balla Alajosné (1964): Az istállótrágyázás és a műtrágyázás hatásának összehasonlítása a világ ismertebb tartamkísérleteiben. *Agrokémia és Talajtan*. 13 (3-4): 385-414.
- Balla Alajosné (1973): Az istállótrágya és a műtrágya hatását összehasonlító martonvásári tartamkísérletek 12 éves eredményei. *Agrokémia és Talajtan*. 22(1-2): 101-114.
- Benesóczky Jné és Csernátoni Lné (1985): A kommunális szennyvizek és szennyvíziszapok ártalommentes elhelyezése a mezőgazdaságban. In: XXVII. Georgikon Napok Kiadv. (Szerk.: Szabó Á.) 358-363. Keszthely. 1985.08.22-23.
- Bernal, M.P., Navarro, A.F., Sánchez-Monedero, M.A., Roig, A., Cegarra, J. (1998): Influence of sewage sludge compost stability and maturity on carbon and nitrogen mineralization in soil. *Soil Biol. Biochem.* 30(3):305-313.
- Brown P, Gajdusek DC. (1991): Survival of scrapie virus after 3 years' interment. *Lancet*. 337(8736):269-70.
- Brown, P., Preece, M., Brandel, J. P., Sato, T., McShane, L., Zerr, I., Fletcher, A., Will, R. G., Pocchiarri, M., Cashman, N. R., d'Aignaux, J. H., Cervenakova, L., Fradkin, J., Schonberger, L. B., Collins, S. J. (2000): Iatrogenic Creutzfeldt-Jakob disease at the millennium. *Neurology* 55:1075–1081.
- Bruke, P. (2008): Report on current and future surveillance for bovine spongiform encephalopathy. DEFRA. London. 45 pp. <http://www.defra.gov.uk/animalh/bse/publications/bse-surveillance.pdf>
- Buzás I., Molnár E., Pusztai A., Gulyás F. (1985a): Zárójelentés „A szennyvizek és szennyvíziszapok ártalommentes mezőgazdasági elhelyezésének feltételrendszere” c. kutatási témáról. MTA TAKI Budapest, 1985. 160 p.
- Buzás I., Szebeni Sz-né, Gulyás F., Bujtás Gy-né (1985b): Szennyvíziszap hatása a talajok termékenységére. *Georgikon Napok Kiadv. Keszthely*. pp. 374-382.
- Carter, D.O., Tibbett, M. (2006): Microbial decomposition of skeletal muscle tissue (*Ovis aries*) in a sandy loam soil at different temperatures. *Soil Biology & Biochemistry*. 38:1139-1145.
- Cayuela, M.L., Sinicco, T., Fornasier, F., Sanchez-Monedero, M.A., Mondini, C. (2008): Carbon mineralization dynamics in soils amended with meat meals under laboratory conditions. *Waste Management*. 28: 707-715.
- Chaney, R. L. (1980): Sludge management: risk assessment for plant and animal life. In: Proc. 1980 Spring Seminar on Sludge Management in the Washington D.C. Metropolitan Area. pp. 19-32. American Society of Civil Engineers – National Capital Selection. 1980. Washington D.C., USA.
- Chaney, R. L. (1982): Fate of toxic substances in sludge applied to cropland. In: Proc. International Symposium Land Application of Sewage Sludge. pp. 259-324. Oct. 13-15, 1982. Tokyo, Japan.
- Cockcroft, P. D. (2004): The similarity of the physical sign frequencies of bovine spongiform encephalopathy and selected differential diagnoses. *The Veterinary Journal*. 167(2):175–180.

- Cserhádi M., Kriszt B., Szoboszlai S., Atzél B., Kiss J., Morvai B. (2006): Impact of composts produced from waste of animal origin on the biological activity of soils. *Acta Agronomica Hungarica*. 54(4):507-516.
- Csete L., Barcza G., Licskó Lné, Molnár R. (1986): A mezőgazdasági, élelmiszeripari és erdészeti melléktermékek és hulladékok felhasználásának módjai és lehetőségei. Agrárgazdasági Kutató Intézet. Budapest. 101 pp.
- Daly, D. J., Prendergast, D. M., Sheridan, J. J., Blair, I. S., and McDowell, D. A. (2002): Use of a marker organism to model the spread of central nervous system tissue in cattle and the abattoir environment during commercial stunning and carcass dressing. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:791-798.
- Debreczeni I. (1973): A különböző módon készített szarvasmarha hígtrágyák szárazanyag- és nitrogéntartalma. *Agrokémia és Talajtan*. 22(1-2): 90-100.
- Debreczeni I., Izsáki Z. (1985): Börgyári szennyvíziszap hatása a növények elemi összetételére. *Agrokémia és Talajtan* 34: 421-432.
- Debreczeni I., Izsáki Z. (1989): Börgyári szennyvíziszap-trágyázás hatása és utóhatása kalászos gabonákra homoktalajon. *Növénytermelés* 38. 231-239.
- Dömsödi J. (2002): Komposztálás. *Környezetügyi Műszaki Gazdasági Tájékoztató*. 12. kötet. Környezetgazdálkodási Intézet. Budapest. 144 pp.
- Egerszegi S. (1952): Homokterületeink termőképességének megjavítása „aljtrágyázás”-sal. *Agrokémia és talajtan*. 2:97-105.
- Egerszegi S. (1959): Economical and lasting utilization of organic fertilizers in sand soils. *Acta Agronomica Ac. Sci. Hung.* 9(3-4): 319-340.
- Eghball, B. (2000): Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. *Soil Science Society of America Journal*. 64:2024-2030.
- Eghball, B. (2002): Soil properties as influenced by phosphorus- and nitrogen-based manure and compost application. *Agronomy Journal*. 94:128-135.
- Eghball, B., Power, J. F., Gilley, J. E., Doran J. W. (1997): Nutrient, carbon, and mass loss during composting of beef cattle feedlot manure. *Journal of Environmental Quality*. 26:189-193.
- Eghball, B., Power, J.F. (1999a): Composted and noncomposted manure application to conventional and no-tillage systems: corn yield and nitrogen uptake. *Agronomy Journal*. 91:819-825.
- Eghball, B., Power, J.F. (1999b): Phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications: corn production and soil phosphorus. *Soil Science Society of America Journal*. 63:895-901.
- Egnér, H., Riehm, H., Domingo, W.R. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. *K. Lantbr. Högsk. Ann.* 26:199-215.
- Ernst, W.H.O. (2004): Vegetation, organic matter and soil quality. In: *Vital Soil - Function, Value and Properties*. 41-98. Ed.: Doelman, P. and Eijsackers, H.J.P. 1-340. pp. Elsevier, Amsterdam (Developments in Soil Science bookseries, Volume 29.)
- FAO (2006): *World Agriculture: towards 2030/2050. Interim Report.* (ed.: Alexandratos N. et al.) Rome. Italy. 1-78. pp. www.fao.org/ES/esd/AT2050web.pdf
- Fekete B., Hargitai L., Mayerné Kiss T. (1957): Adatok különböző kezelésű szerves trágyák értékeléséhez. *Agrokémia és Talajtan*. 6(4):337-344.
- Fekete Z. (Szerk: 1958): *Talajtan és trágyázástan.* Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 547 pp.
- Fülek Gy., Kádár I. (1975): A talaj P-állapotának változása tartamkísérletben. I. *Agrokémia és Talajtan*. 24:29-45.
- Gale, P., Stanfield, G. (2001): Towards a quantitative risk assessment for BSE in sewage sludge. *Journal of Applied Microbiology*. 91: 563-569.
- Garcia, R.A., Flores, R.A., Mazenko, C.E. (2007): Factors contributing to the poor bulk behaviour of meat and bone meal and methods for improving these behaviours. *Bioresource Technology*. 98: 2852-2858.
- Garcia, R.A., Rosentrater, K.A. (2008): Concentration of key elements in North American meat & bone meal. *Biomass and Bioenergy*. 32:887-891.
- Gea, T., Artola A., Sanchez, A. (2004): Co-composting sewage sludge and fats. Optimal ratios and processes evolution. In: *Proc. 11th Int. Conf. RAMIRAN*. 223-226. (Eds: Bernal et al.), 6-9 Oct 2004, Murcia, Spain.

- Georgsson G., Sigurdarson S., Brown, P. (2006): Infectious agent of sheep scrapie may persist in the environment for at least 16 years. *Journal of General Virology*. 87:3737-3740.
- Gilbertson, C.B., Norstadt, F.A., Mathers, A.C., Holt, R.F., Shuyler, L.R., Barnett, A.P., McCalla, T.M., Onstad, C.A., Young, R.A., Christensen, L.A., Van Dyne, D.L. (1979): Animal waste utilization on cropland and pastureland: A manual for evaluationg agronomic and environmental effects. USDA Utilization Research Rep. no. 6. U.S. Gov. Print Office, Washington, D.C., USA. 125 pp.
- Gunst P., Lökös L. (szerk.) (1982): A mezőgazdaság története. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 270 pp.
- Hansen, N. C. (2002): Land Application of Mortality Compost to Improve Soil and Water Quality. 30-32. In: Greenbook 2002. Minnesota Department of Ariculture. Minnesota. 162 pp.
- Hargitai L. (1972): Fosztilis humusz-hordozók humuszminőség-vizsgálata és a humuszminőség értékelése. In: Ásványi humusz-hordozók, humuszvegyületek kutatása és hasznosítása. VI. Szénkémi Anket. 149-165. 1972. máj. 4-5. Magyar Kémikusok Egyesülete.
- Hargitai L. (1983): A talajok környezetvédelmi kapacitásának meghatározása humuszállapotuk alapján. *Agrokémia és Talajtan*. 32(3-4):360-364.
- Hargitai L. (1984): Soil Organic Matter and Soil Fertility. *Agrokémia és Talajtan*. 34 (Különkiadás): 24-27.
- Hargitai László (1989): A humusz-nehézfém kapcsolat összefüggéseinek vizsgálata és környezetvédelmi jelentősége. *Agrokémia és Talajtan*. 38: 155-160.
- Hargitai L. (1993): The role of organic matter content and humus quality in the maintenance of soil fertility and in environmental protection. *Landscape and Urban Planning*. 27:161-167.
- Hegedüs M., Schmidt J., Rafai P. (1998): Állati eredetű melléktermékek hasznosítása. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 366 pp.
- Helmecci B., Kátai J., Bessenyei M., Zsuposné O. Á., Sinka I. (1995): Sörgyári szennyvíz hatása a talaj mikroflórájára. *Agrokémia és Talajtan* 44. (3-4.): 449-456.
- Hempfling, R., Schulten, H. -R., Horn, R. (1990): Relevance of humus composition to the physical/mechanical stability of agricultural soils: a study by direct pyrolysis-mass spectrometry. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 17 (3):275-281.
- Hepp F. (1968): A művelésmélység és a trágyázás kölcsönhatásának vizsgálata homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan*. 17.(3): 207-214.
- Hepp F. (1992): Homoktalajokon, szántóföldi növényekkel végzett hazai tartamkísérletek eredményeinek ismertetése 1950-1990. FVM. Budapest. 134 pp.
- Hill, A.F., S. Joiner, J. Linehan, M. Desbruslais, P. L. Lantos, J. Collinge (2000): Species-barrier-independent prion replication in apparently resistant species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 97(18):10248-10253.
- Hoffmann S., Berecz K., Hoffmann B., Bankó L. (2008): Yield response and N-utilization depending on crop sequence and organic or mineral fertilization. *Cereal Research Communications Suppl*. 36: 1631-1634.
- Hongen, L., Chengxiao, H., Xuecheng, S., Qiling, T., Zhaojun, N., Xiaoming, H. (2010): Interactive effects of molybdenum and phosphorus fertilizers on photosynthetic characteristics of seedlings and grain yield of Brassica napus. *Plant and Soil*. 326:345-353.
- Horn, G., Bobrow, M., Bruce, M., Goedert, M., McLean, A., Webster, J. (2001): Review of the origin of BSE. DEFRA. London. 68 pp. www.defra.gov.uk/animalh/bse/publications/bseorigin.pdf
- Hriszteva, L.A. (1951): A huminsav szerepe a növényi táplálkozásban és a humintrágyák. (Eredeti cím: Rol' guminovoj kiszlotü v pitanii rasztenij i guminovüe udobrenija.). *Rabotü po organicseszkomu vescsesztvu pocsvü*. Akadémii Nauk SzSzsZR, Moszkva. Fordító: Cziffra András. Könyv alakban magyar címe: Dolgozatok a talaj szervesanyagáról. II. kötet. Kiadó: Országos Mezőgazdasági Könyvtár, Budapest. 1-132. pp.
- Hurst, H.M. (1967): Processes occurring during the formation of humic substances. In: *Studies about humus*. *Transact. Int. Symp. „Humus et Planta IV”* 28-38. (Ed.: Novák, B. and Rypáček, V.) Prague, 18-24. Sept. 1967. Central Res. Inst. for Plant Production. Prague. Czechoslovakia.
- Izsáki Z., (2000): Mezőgazdasági hulladék gyűjtése, ártalmatlanítása, hasznosítása. Tessedik Sámuel Főiskola, Szarvas. 94 pp.

- Izsáki Z., Debreczeni I. (1987): Börgyári szennyvíziszappal végzett trágyázás hatásának vizsgálata homoktalajon. *Növénytermelés* 36: 481-489.
- Jeng A. S., Haraldsen T. K., Vagstad N., Gronlund A., Tveitnes S. (2004): Meat and bone meal as nitrogen fertilizer to cereals in Norway. *Agricultural and Food Science*. 13:268-275.
- Jeng A. S., Haraldsen T. K., Gronlund A., Pedersen P. A. (2006): Meat and bone meal as nitrogen and phosphorus fertilizer to cereals and rye grass. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 76:183-191.
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H. (1984): Trace elements in soils and plants. CRC Press. Boca Raton, Florida. 315 pp.
- Kádár I. (1987): A kukorica ásványi tápanyagellátása. *Növénytermelés*. 36:57-66.
- Kádár I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI, Budapest. 398 pp.
- Kádár I. (Szerk: 1996a): Albrecht Thaer (1821): "Az ésszerű mezőgazdaság alapjai. A trágyázástan." MTA TAKI. Budapest. 99 pp.
- Kádár I. (Szerk: 1996b): Justus v. Liebig (1840-1876): "Kémia alkalmazása a mezőgazdaságban és a növényélettanban." MTA TAKI. Budapest. 342 pp.
- Kádár I. (1999a): Tápanyaggazdálkodás Magyarország homoktalajain. IPI-MTA TAKI. Budapest, 34 p.
- Kádár I. (1999b): A hazai homoktalajok műtrágyaigényéről. *Agrokémia és Talajtan*. 48:217-223.
- Kádár I. (2002): Műtrágyázás hatása a mustár termésére és elemfelvételére. *Agrokémia és Talajtan*. 51: 417-434.
- Kádár I. (2004): A tritikále elemfelvétele műtrágyázási kísérletben. *Növénytermelés*. 53:273-284.
- Kádár I. (2005): Magyarország Zn és Cu ellátottságának jellemzése talaj- és növényvizsgálatok alapján. *Acta Agronomica Óváriensis*. 47(1): 11-25.
- Kádár I. (Szerk.: 2007): Emil Wolff „Gyakorlati trágyázástan.” MTA TAKI. Budapest. 128 pp.
- Kádár I. (2008): Műtrágyázás hatása a tritikáléra karbonátos homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan*. 57:57-66.
- Kádár I., Földesi D. (2002): A mustár (*Sinapis alba* L.) műtrágyázása csernozjom talajon. *Növénytermelés*. 51:437-448.
- Kádár I., Hámori V., Morvai B., Petróczki F. (2002): Talajterhelési és szennyezettség határértékek; szennyvíziszap és vágóhídi komposzt hatása a cukorrépa. In: Cukorrépa termesztési/termeltetési tanfolyam és tanácskozás. (Szerk.: Várnainé J.A.). 37-40. Cukoripari Egyesülés. Budapest.
- Kádár I., Kastori R. (2006): Mikroelem-terhelés hatása a tritikále termésére és elemfelvételére karbonátos csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 55:449-460.
- Kádár I., Radics L. (2008): Műtrágyázás hatása a kukoricára karbonátos homoktalajon. *Növénytermelés*. 57(3): 305-318.
- Kádár I., Petróczki F., Hámori V., Morvai B. (2009): Kommunális szennyvíziszap, illetve vágóhídi hulladék komposzt hatása a talajra és a növényre szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. 58(1):121-136.
- Kárpáti Á. (2003): A szennyvizek szerves anyagai és szervesetlen növényi tápanyagai újrahasznosításának lehetőségei. In: 17. Orsz. Környezetvédelmi Konf. (Szerk: Vécsi és Elek) 146-155. Siófok. 2003. 09. 23-25. MTESZ. Székesfehérvár.
- Kemenes E. (1956): Talajerőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó. Budapest. 370 pp.
- Kismányoky T., Tóth Z. (1997): Role of Crop Rotation and Organic Manure in Sustainable Land Use. *Agrokémia és Talajtan*. 46: 99-106.
- Kismányoky T., Kiss L. (1998): A különböző szerves trágyák és a műtrágyázás hatása gabonák termésére tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 47: 313-326.
- Kiss J., Simon M., Horváth Z., Kádár I., Kriszt B., Szoboszlai S., Morvai B., Csomor L., Szántó G. (2001): Állati eredetű zsíros hulladékok biológiai degradációjának vizsgálata. In: XVI. Országos Környezetvédelmi Konferencia. (Szerk: Elek Gy., Vécsi B.) 351-360. Siófok.
- Klimes-Szmik A. (1955): Aljtrágyázott homok tápanyagviszonyai és földművelési vonatkozásai. *Agrokémia és Talajtan*. 4:313-334.
- Kocsis I. (1998): Komposztálás. Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kar. Szarvas. 153 pp.
- Kovács D., Kardos G., Füleky G. (2007): Effects of acid treatment and composting on bones used as fertilizer. *Acta Agronomica Hungarica*. 55(1):115-123.

- Kovács K. (1971): Nitrogéntakarékos, energianyereséges trágyaerjesztés. Kísérletügyi Közlemények LXII/A Növénytermesztés 1971. 1-3. 85-97.
- Kovács K. (1989): Az istállótrágya agrokémiai és ökonómiai újraértékelésének néhány szempontja. A szervestrágyázás néhány időszerű kérdése c. ankét. MAE Talajtani és Trágyázási Szakosztály. 1989. március 30. kézirat. Gödöllő
- Kreybig L. (1953): A talajerőgazdálkodás szervestrágyázási vonatkozásai és problémái. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának közleményei. II. kötet 34. szám. 383-418. oldal. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- KSH (2010a): stADAT-táblák – Idősoros éves adatok. 4.1.11. A fontosabb zöldségfélék termesztése és felhasználása (2007). http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn004i.html
- KSH (2010b): Gyorstájékoztató. A kalászos gabonák betakarított területe, termésmennyisége és termésátlag, 2010. kézirat. 3 pp. <http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/xftp/gyor/kal/kal210.pdf>
- Kübler, E., Oesch, B., Raeber, A. J. (2003): Diagnosis of prion diseases. *British Medical Bulletin*. 66:267–279.
- Lakanen, E., Ervö, R. (1971): A comparison of eight extractants for the determination of plant available microelements in soils. *Acta Agr. Fenn.* 123:223-232.
- Láng G. (1954): Az istállótrágya helyes kezelése. Földművelésügyi Minisztérium. Budapest. 53 pp.
- Láng I. (1961): A réteges homokjavítás hatása a homoki bab terméshozamára és tápanyagfelvételére. *Agrokémia és Talajtan*. 10(3): 389-404.
- Lásztity B., Simonné Sarkadi L., Hidvégi M. (1984): Az NPK-műtrágyázás hatása az őszi rozs és a tritikále szemtermésének néhány beltartalmi jellemzőjére. *Agrokémia és Talajtan*. 33. 391–402.
- Lásztity B. (1986): Néhány elem koncentrációjának változása az őszi rozsban és tritikáleban a tenyészidő folyamán. *Agrokémia és Talajtan*. 35:85-94.
- Lásztity B. (1987–1988): A műtrágyázás hatása a tritikále szárazanyag felhalmozására és tápelem-tartalmára. *Agrokémia és Talajtan*. 36-37: 191-208.
- Lásztity B., Biczók Gy. (1987–1988): A műtrágyázás hatása a tritikále tápelem-felvételének dinamikájára. *Agrokémia és Talajtan*. 36-37: 177-190.
- Lehoczky É., Németh T., Kiss Zs., Szalai T. (2002): Cadmium and Lead Uptake by Ryegrass, Lettuce and White Mustard Plants on Different Soils. *Agrokémia és Talajtan*, 51 (1-2): 201-210.
- Leita, L., Fornasier, F., De Nobili, M., Bertoli, A., Genovesi, S., Sequi, P. (2006): Interactions of prion proteins with soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 38:1638-1644.
- Loch J., Nosticzius Á. (1992): *Agrokémia és növényvédelmi kémia*. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 399 pp.
- Loncaric, Z., Vukobratovic, M., Ragalyi, P., Filep, T., Popovic, B., Karalic, K., Vukobratovic, Z. (2009): Computer model for organic fertilizer evaluation. *Poljoprivreda (Agriculture)*. 15(2):38-46.
- Márton L. (2002): A csapadék- és a tápanyagellátottság hatásának vizsgálata a tritikale termésére tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 51(6):687-701.
- Mengel, K., Kirkby, E.A. (1978): *Principles of plant nutrition*. International Potash Institute. Bern. Switzerland. 593 pp.
- Michéli E., Barabás E., Stefanovits P. (1993): Mineral fertilization – soil organic matter quality. *Agrokémia és Talajtan*. 42: 90-94.
- Miller, J. J., Beasley, B. W., Drury, C. F., Zebarth, B. J. (2009): Barley Yield and Nutrient Uptake for Soil Amended with Fresh and Composted Cattle Manure. *Agronomy Journal*. 101:1047-1059.
- Mitsch, W. J., Yan, J., Cronk, J. K. (1993): Ecological engineering – contrasting experiences in China with the West. *Ecological Engineering* (2):177-191.
- Mondini, C., Cayuela M. L., Sinicco T., Sánchez-Monedero M. A., Bertolone E., Bardi L. (2008): Soil application of meat and bone meal. Short-term effects on mineralization dynamics and soil biochemical and microbiological properties. *Soil Biology & Biochemistry* 40:462-474.
- Németh I. (1983): Szerves- és szervesetlen trágyázási rendszerek hatása a talaj termékenységére. In: XXV. Georikon Napok Kiadv. (Szerk.: Szabó Á.) 176-182. Keszthely. 1983.08.23-24.
- Németh T. (1996): *Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma*. MTA TAKI. Budapest. 382 pp.
- Nizsalovszki J. (1953): Az istállótrágyázás időszerű kérdései. *Magyar Mezőgazdaság*. (8):23. 6.

- Novakofski J., Brewer M. S., Mateus-Pinilla N., Killefer J., McCusker R. H. (2005): Prion biology relevant to bovine spongiform encephalopathy. *Journal of Animal Science (J. Anim. Sci.)* 83:1455-1476.
- Ouédraogo, E., Mando, A., Zombré, N.P. (2001): Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 84:259–266.
- Pedra, F., Polo, A., Ribeiro, A., Domingues, H. (2007): Effects of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. *Soil Biology & Biochemistry*. 39:1375–1382.
- Petróczi F. (2004): Effect of Sewage Sludge and Slaughterhouse Waste Compost on Plant Growth. *Acta Agronomica Hungarica* 52(3):253-261.
- Pirkó B. (szerk.) (2004): Az állati eredetű hulladékok és komposztok termőföldön történő felhasználásának feltételei. Összefoglaló a MAE Talajtani Társaság által szervezett Talajvédelmi Klub üléséről. 2004. dec. 7., NTKSz. Budapest. 11 pp. (kézirat)
- Pomares-Garcia, F., Pratt, P. F. (1978): Value of manure and sewage sludge as N fertilizer. *Agronomy Journal*. 70:1065-1069.
- Ponge, J.F. (2003): Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity. *Soil Biology and Biochemistry*. 35: 935-945.
- Pousada, M. Y., Nunez, A., Seoane, S. (2004): Evaluation of a mixture of wood ash, sewage sludge and meat flour. In: Proc. 11th Int. Conf. RAMIRAN, Murcia, Spain, 6-9 Oct 2004. (Eds: Bernal et al.) 219-222.
- Pratt, P.F., Broadbent, F.E., Martin, J.P. (1973): Using organic wastes as nitrogen fertilizers. *California Agriculture*. 6:10-13.
- Prjanisnikov, D.N. (1940): Agrokémia. (eredeti cím: Agrohimiya). Szel'hozgiz Kiadó. Moszkva. 434-533. pp Fordító: Cziffra András és Kovács Katalin. Magyar fordítást kiadta: Országos Mezőgazdasági Könyvtár. Budapest.
- Prusiner, S. B. (1998): Prions. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA*. 95:13363-13383.
- Pusztai A. (1985): Szennyvizek és szennyvíziszapok ártalommentes elhelyezésének agrokémiai feltételeiről. *Georgikon Napok Kiadv. Keszthely*. 365-370.
- Radics L. (szerk.) (1994): Szántóföldi növénytermesztés. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem. Budapest. 220 pp.
- Rivero, C., Chirenje, T., Ma, L.Q., Martinez, G. (2004): Influence of compost on soil organic matter quality under tropical conditions. *Geoderma*. 123:355–361.
- Salomonsson, L., Jonsson, A., Salomonsson, A.C., Nilson, G. (1994): Effects of Organic Fertilizers and Urea when Applied to Spring Wheat. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil and Plant Sci.* 44: 170-178.
- Salomonsson, L., Salomonsson, S., Olofsson, A.C., Jonsson, A. (1995): Effects of Organic Fertilizers and Urea when Applied to Winter Wheat. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil and Plant Sci.* 45: 171-180.
- Sarkadi J. (1952): A talaj szervesanyagának szerepe a talaj termőképessége szempontjából. *Agrokémia és Talajtan*. 1(4): 529-532.
- Sarkadi J. (1958): A talaj szervesanyaga. In: Fekete Z. (szerk.) (1958): *Talajtan és trágyázás*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 92-103. 547 pp.
- Sarkadi J. (1964): A szervestrágyák. In: Di Gléria J. (szerk.) (1964): *Mezőgazdák talajismereti és trágyázási útmutatója*. Mezőgazdasági kiadó. Budapest. 207-232. 308 pp.
- Sarkadi J. (1975): A műtrágyaigény becslésének módszerei. *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest. 252 pp.
- Sarkadi J., Horváth F. (1955): Nagyüzemi istállótrágyakezelési kísérletek. *Agrokémia és Talajtan*. 4(2):147-164.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P. (1966): *Lehrbuch der Bodenkunde*. 6. Auflage. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. 473 pp.
- Simon L., Sente K. (2000): Szennyvíziszap komposzt hatása a kukorica nitrogéntartalmára, néhány élettani jellemzőjére és hozamára. *Agrokémia és Talajtan* 49. 231-246.
- Smith, P. G., Bradley R. (2003): Bovine spongiform encephalopathy (BSE) and its epidemiology. *British Medical Bulletin* 66 (1):185-198.

- Stefanovits P. (1975): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 351 pp.
- Stefanovits P. (1989): Az agyagásvány-összetétel szerepe a talajok savasodásában. *Agrokémia és Talajtan*. 38: 145-154.
- Stefanovits P. (1995): Talaj és környezet – A talaj környezeti tompítóképessége. *Agrokémia és Talajtan*. 44(3-4): 279-283.
- Stefanovits P., Dombóvári Lné (1985): A talajok környezeti tűrőképessége az agyagásványok ismerete alapján. In: XXVII. Georgikon Napok Kiadv. (Szerk.: Szabó Á.) 326-339. Keszthelyi Agrártudományi Egyetem. 1985.08.22-23.
- Stefanovits P., Filep Gy., Fülek Gy. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 470 pp.
- Stevenson, F.J. (1982): Humus chemistry. John Wiley & Sons. New York. 443 pp.
- Stevenson, F.J. (1986): Cycles of soil. John Wiley & Sons. New York. 380 pp.
- Stout, P.R., Meagher, W.R., Pearson, G.A., Johnson, C.M. (1951): Molybdenum nutrition of crop plants. I. Influence of phosphate and sulfate on absorption of molybdenum from soils and solution culture. *Plant and Soil* 3:51–87.
- Sváb J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 557 pp.
- Szabó I. (1983): A kezeletlen szennyvíziszap közegészségügyi jelentősége, különös tekintettel a mikobaktériumok által okozott emberi megbetegedésekre. *Agrokémia és Talajtan*. 32 (3-4.): 458-460.
- Tamás J. (1995): A környezeti pufferkapacitás változása szennyvíziszapokkal terhelt talajokon. *Agrokémia és Talajtan* 44. (3-4.): 403-408.
- Taylor, D.M. (2000): Inactivation of transmissible degenerative encephalopathy agents: a review. *The Veterinary Journal*. 159: 10-17.
- Taylor, D.M., McConnell, I., Fernie, K. (1996): The effect of dry heat on the ME7 strain of mouse-passaged scrapie agent. *Journal of General Virology*. 77:3161-3164.
- Thamm Fné (1990): Növényminták nitráttartalmának meghatározását befolyásoló tényezők vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan*. 39:191-206.
- Tóth Z., Kismányoky T. (2001): A trágyázás hatása a talaj szervesanyag-tartalmára és agronómiai szerkezetére vetésforgókban és kukorica monokultúrában. *Agrokémia és Talajtan*. 50: 207-225.
- Tyurin, I.B. (1951): A talajhumusz ill. televény összetételének összehasonlító elemzési módszere. (Eredeti cím: K metodike analiza dlja szravnitel'nogo izucsenija szosztava pocsvennogo perejnoja, ili gumusza.) Rabotü po organiceszkomu vescsesztvu pocsvü. Akadémii Nauk SzSzsZR, Moszkva. Fordító: Cziffra András. Könyv alakban magyar címe: Dolgozatok a talaj szervesanyagáról. I. kötet. Kiadó: Országos Mezőgazdasági Könyvtár, Budapest. 1-24. pp.
- Uri Zs., Lukácsné Veres E., Kátai J., Simon L. (2005): Különböző módon előkezelt települési szennyvíziszapok hatása a talaj mikroorganizmusaira és enzimaktivitására. *Agrokémia és Talajtan*. 54 (3-4): 439-450.
- id. Várallyay Gy. (1942): Útmutató az istállótrágya helyes kezelésére és alkalmazására. Magyar Növénytermesztési és Növénynevelési Intézet, Talajtani és Kémiai Osztály 1. sz. kiadványa. Mosonmagyaróvár. 32 pp.
- Várallyay Gy. (1984): Magyarországi homoktalajok vízgazdálkodási problémái. *Agrokémia és Talajtan*. 33(1-2): 159-169.
- Vermes L. (1998): Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Vermes L., Szilávik I. (1983): A szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági elhelyezésének hazai lehetőségei az eddigi kísérletek tükrében. *Agrokémia és Talajtan*. 32 (3-4): 468-471.
- Viljamsz, V.R. (1950): Talajtan. A földművelés alapjai. Akadémiai Kiadó. Budapest. 489 pp.
- Waksman S.A. (1925): What is humus? *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA*. 11:463-468.
- Wickner, R. B., Edskes, H. K., Roberts, B. T., Baxa, U., Pierce, M. M., Ross, E. D., Brachmann A. (2004): Prions: proteins as genes and infectious entities. *Genes and Development*. 18(5): 470-485.
- Wilesmith, J.W., Wells, G.A., Cranwell, M.P., Ryan, J.B. (1988): Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies. *The Veterinary Record*. 123(25): 638-644.
- Zmora-Nahum, S., Markovitch, O., Tarchitzky, J., Chen, Y. (2005): Dissolved organic carbon (DOC) as a parameter of compost maturity. *Soil Biology & Biochemistry*. 37: 2109–2116.

- 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM Rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről. Magyar Közlöny. 51: 14398-14413.
- 8/2001. (I. 26.) FVM Rendelet A termélnövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról. Magyar Közlöny. 9: 458-522.
- 9/2003. (III. 13.) ESzCsM Rendelet az élelmiszerek vegyi szennyezettségének megengedhető mértékéről szóló 17/1999. (VI. 16.) EüM rendelet módosításáról. Magyar Közlöny. 25: 1960-1964.
- 17/1999. (VI. 16.) EüM Rendelet az élelmiszerek vegyi szennyezettségének megengedhető mértékéről. Magyar Közlöny. 52: 3339-3345.
- 23/2003. (XII. 29.) KvVM Rendelet a biohulladék kezeléséről és a komposztálás műszaki követelményeiről. Magyar Közlöny. 158: 13503-13508.
- 36/2006. (V.18.) FVM Rendelet A termélnövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról. Magyar Közlöny. 59: 4784-4808.
- 40/2008. (II. 26.) Korm. Rendelet A szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól szóló 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet módosításáról. Magyar Közlöny. 31: 1316-1327.
- 49/2001. (IV. 3.) Korm. Rendelet A vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről. Magyar Közlöny. 39: 2518-2531.
- 50/2001. (IV. 3.) Korm. Rendelet A szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól. Magyar Közlöny. 39: 2532-2545.
- 59/2008. FVM rendelet Vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről Magyar Közlöny. 68: 3829-3855.
- 71/2003. (VI.27.) FVM rendelet Az állati hulladékok kezelésének és a hasznosításukkal készült termékek forgalomba hozatalának állat-egészségügyi szabályairól. Magyar Közlöny. 75: 5830-5855.
- 118/2008. (V.8.) Korm. rendelet Egyes kormány- és miniszteri rendeleti szintű jogszabályok és jogszabályi rendelkezések technikai deregulációjáról. Magyar Közlöny. 71: 4252-4407.
- 999/2001/EK Európai Parlamenti és Tanácsi rendelete (2001. május 22.) egyes fertőző szivacsos agyvelőbántalmak megelőzésére, az ellenük való védekezésre és a felszámolásukra vonatkozó szabályok megállapításáról. Európai Unió Hivatalos Lapja L. 147. szám, 31.05.2001. 1-40.
- 1774/2002/EK Európai Parlamenti és Tanácsi rendelet (2002. október 3.) a nem emberi fogyasztásra szánt állati melléktermékekre vonatkozó egészségügyi előírások megállapításáról. Európai Unió Hivatalos Lapja. 3/37. kötet L. 273. szám, 10.10.2002. 92-186.
- 1999/31/EK irányelv a hulladéklerakókról. 1999. április 26. Az Európai Közösségek Hivatalos Lapja. L. 182. szám. 16.7.1999. 1-24.
2000. évi XLIII. Törvény a hulladékgazdálkodásról. Magyar Közlöny. 53:3126-3144.
- 31103/2004. számú FVM Közlemény.
<http://www.vm.gov.hu/main.php?folderID=2073&articleID=5171&ctag=articlelist&iid=1>

11. Mellékletek

1. melléklet

Részletek a 71/2003 FVM rendeletből:

Állati hulladékok osztályba sorolása

2. § Az 1. osztályba sorolt állati hulladékok a következők:

- a) a TSE-ben beteg vagy betegségre gyanús állatok hullái, ideértve azokat az állatokat is, amelyeket a TSE-ben beteg vagy TSE-re gyanús állatok ártalmatlanítására vonatkozó intézkedésekkel összefüggésben levágták;
- b) a mezőgazdasági haszonállatoktól és a vadon élő állatoktól különböző állatok hullái, különösen a kedvtelésből tartott állatok, állatkerti állatok és a cirkuszi állatok hullái;
- c) kísérleti állatok hullái;
- d) az emberre vagy állatokra átvihető betegségekkel fertőzött, vagy fertőzésre gyanús vadon élő állatok hulláinak minden testrésze, beleértve a bőrt és irhát is;
- e) meghatározott veszélyes anyagok (SRM), ideértve az ilyen anyagokat tartalmazó elhullott állatokat is;
- f) olyan állati eredetű termékek, amelyek a kémiai biztonságról szóló törvény szerinti veszélyes anyagokat külön jogszabály szerinti határérték feletti mennyiségben tartalmazzák;
- g) az 1. osztályba sorolt állati hulladékokat kezelő és feldolgozó üzemek, valamint a szarvasmarha és juh vágóhidak szennyvizének kezelésekor összegyűjtött valamennyi állati eredetű anyag, beleértve a rácsszemetet, a zsír és az olaj keverékét, a szennyvíziszapot, valamint csatornaiszapot, feltéve ha a nevezett anyagok nem tartalmazzák meghatározott veszélyt jelentő anyagot, vagy ilyen anyag elemeit;
- h) nemzetközi utasforgalomból származó élelmiszer-hulladékok;
- i) az 1. osztályba sorolt állati hulladéknak 2. osztályba vagy a 3. osztályba sorolt állati hulladékkal, illetve mindkettővel alkotott keveréke.

3. § A 2. osztályba sorolt állati hulladékok a következők:

- a) trágya, hígtrágya;
- b) valamennyi állatfajtól származó bendő és béltartalom;
- c) a 2. § g) pontjában foglalt vágóhidaktól eltérő vágóhidakról vagy a 2. osztályba sorolt állati hulladékokat kezelő és feldolgozó üzemekből származó szennyvíz kezelésekor összegyűjtött valamennyi állati hulladék, beleértve a rácsszemetet, a homoktalanításból származó anyagot, a zsír és az olaj keverékét, a szennyvíziszapot, valamint csatornaiszapot;
- d) elhullott, leölt, halva született - az 1. osztályba sorolt állati hulladékoktól különböző - állat, vetélt magzat, magzatburok vagy bármilyen okból meg nem született állat;
- e) normál vágással levágott kérődzők vére;
- f) más jogszabályokban meghatározott vegyi szennyezettségek vagy állatgyógyászati készítmények maradványait határérték feletti mennyiségben tartalmazó élelmiszerek;
- g) horgászcsali gyártási maradék;
- h) a lámpázás után ki nem kelt tojás;
- i) tejipari szennyvizek tisztításából származó zsíros iszap;
- j) állatklinikákon, állatkórházakban, állatorvosi rendelőkben keletkező 1. osztályba nem tartozó állati hulladékok;
- k) a 2. osztályba sorolt állati hulladéknak a 3. osztályba sorolt állati hulladékkal alkotott keverékei;
- l) az 1. osztályba sorolt állati hulladéktól vagy a 3. osztályba sorolt állati hulladéktól különböző (vágóhidakon, húsfeldolgozóknak, a szállításban, fuvarozásban, az állati alapanyagot felhasználó konzervgyárak, hűtőházak területén és kereskedelemben keletkező) állati eredetű hulladékok.

4. § A 3. osztályba sorolt állati hulladékok a következők:

- a) a rendes vágásból származó hús, emberi fogyasztásra egyébként alkalmas állati termék, melyeket kereskedelmi okból nem emberi fogyasztásra szánnak;
- b) vágóhídon levágott egészséges állatoknak valamennyi része, amelyeket a hatósági állatorvos emberi fogyasztásra alkalmatlannak minősített, de emberre vagy állatokra átvihető fertőzési kockázatot nem jelentenek;
- c) a levágás előtt (ante-mortem) végzett hatósági állatorvosi vizsgálat alapján levágásra alkalmasnak minősített állatok irhája, bőre, patája, szarva, tolla, a sertés sörtéje, valamint a nem kérődző állatok vére;
- d) emberi fogyasztásra szánt termékek gyártásából származó állati hulladékok, amely magában foglalja a zsírtalanított csontokat és töpörtyűket;
- e) állati eredetű élelmiszerek vagy állati eredetű termékeket tartalmazó élelmiszerek, amelyeket eredetileg emberi fogyasztásra szántak, de kereskedelmi okokból gyártási problémák, csomagolási hibák vagy más hibák

következtében, nem hoztak kereskedelmi forgalomba, amelyek nem jelentenek kockázatot az emberek vagy az állatok számára;

f) kolosztrum (főcstej) és fogyasztásra alkalmatlannak minősített tej és tejeredetű termék, amely nem jelent fertőzési kockázatot emberek vagy állatok számára;

g) az emberi fogyasztásra szánt tej és tejtermék, amely bármely okból nem kerülhet emberi fogyasztásra;

h) emberi fogyasztásra szánt haltermékeket gyártó üzemből származó friss halhulladék;

i) a lámpázáskor kiselejtett keltetői tojás és a tojáshéj, amely nem jelent fertőzési kockázatot emberek vagy állatok számára;

j) élelmiszer-hulladék, kivéve a nemzetközi utasforgalomból származó élelmiszer-hulladékot.

A hulladékok kezelésének lehetőségei:

Az 1. osztályba sorolt állati hulladék kezelése

5. § (1) Az 1. osztályba sorolt állati hulladékot külön jogszabály szerint égetőműben történő égetéssel, vagy - az állategészségügyi és élelmiszer-ellenőrző állomás (a továbbiakban: állomás) által engedélyezett kezelő és feldolgozó üzemben történt - hőkezelést követően, külön jogszabály szerint égetéssel vagy együttégetéssel kell ártalmatlanítani.

(2) Az elhullott, 50 kg-nál nem nagyobb össztömegű, kedvtelésből tartott állatokat, valamint a három hetesnél fiatalabb szopósbarány, kecskegida és borjú hulláját az állati hulladék birtokosa saját telkén a szomszéd telek határvonalától 1,5 m-re elföldelheti. Ennek feltétele, hogy a felszín alatti víz mindenkor maximális nyugalmi vízszintje és az elföldelés mélységi szintje között legalább 1,0 méter távolság legyen. A kedvtelésből tartott, elhullott állatot a kedvtelésből tartott állatok kegyeleti temetőjében is eltemetheti a tulajdonos.

A 2. osztályba sorolt állati hulladék kezelése

6. § (1) A 2. osztályba sorolt, a 3. § c)-l) pontjaiban felsorolt állati hulladékokat - az állomás által engedélyezett - kezelő és feldolgozó üzemben kell kezelni, a 4. számú melléklet III. fejezetében foglalt 1. módszert követve, és a keletkező fehérjetartamú

hulladékot szerves trágyaként vagy talajjavítóként a külön jogszabályokban foglaltak szerint lehet felhasználni, illetve a keletkező hulladékot biogáz vagy komposztáló telepen lehet felhasználni.

(2) A trágyát, hígtrágyát külön jogszabály szerint kell kezelni.

(3) Bármely állatból származó bendő, gyomor és béltartalom nyersanyagként felhasználható komposztáló vagy biogáztelepen, vagy külön jogszabály szerint kell kezelni.

(4) Amennyiben a 2. osztályba sorolt állati hulladékoknak az (1)-(3) bekezdés szerinti kezelése nem oldható meg, azokat ártalmatlanítani kell közvetlen, vagy a feldolgozást követő (közvetett) égetéssel, vagy 2005. december 31-ig ártalmatlaníthatóak állati hulladéktemetőben is;

7. § (1) Az elhullott baromfit, továbbá 3 hetesnél fiatalabb malac hulláját, az állattartó saját telkén - évente legfeljebb 50 kg össztömegig - elföldelheti, ha fennállnak az 5. § (2) bekezdésében foglalt feltételek. A felsoroltnál nagyobb mennyiségű, illetve a nagyobb egyedi testtömegű állatok hulláját engedélyezett állati hulladékgyűjtő, gyűjtő-átrakó telepre vagy kezelő üzembe kell szállítani.

(2) Azon állati hulladékokat, melynek szállítása jelentős köz- vagy állat-egészségügyi kockázattal jár el kell földelni, erről az állomás, a körülmények, illetve a külön jogszabályban foglaltak figyelembevételével dönt.

A 3. osztályba sorolt állati hulladék kezelése

8. § A 3. osztályba sorolt állati hulladékok ártalmatlaníthatóak égetőműben, továbbá hasznosíthatóak kezelő és feldolgozó üzemben a 4. számú melléklet III. fejezetében foglalt 1-5 feldolgozási módszerek valamelyikének alkalmazásával, vagy állateledelt és műszaki terméket gyártó üzemben, illetve átalakíthatóak biogáz vagy komposztáló üzemben.

III. Fejezet

Feldolgozási módszerek

1. Módszer

1.1. Aprítás

Ha a kezelendő, feldolgozandó állati hulladékoknak a részecskenagysága 50 milliméternél nagyobb, akkor azokat oly módon kell aprítani, hogy az aprítást követően a részecskenagyság ne legyen nagyobb 50 milliméternél. A berendezés hatékonyságát naponta kell ellenőrizni, és fel kell jegyezni az állapotát. Ha az ellenőrzések 50 milliméternél nagyobb részecskék létezését fedik fel, akkor az eljárást le kell állítani, és a szükséges javításokat el kell végezni, mielőtt a tevékenységet folytatnák.

1.2. Idő, hőmérséklet és nyomás

Az aprítást követően az állati hulladékokat 133 °C-nál magasabb maghőmérsékletre fel kell melegíteni, és legalább 20 percen keresztül megszakítás nélkül, 3 bar telített gőzzel létrehozott nyomáson kell tartani. A hőkezelést lehet egyedüli eljárásként vagy elő-, illetve utófertőtlenítési szakaszként alkalmazni.

1.3. A kezelést, feldolgozást szakaszos (tételenként) vagy folyamatos rendszerben lehet végrehajtani.

2. Módszer

2.1. Aprítás

Ha a kezelendő, feldolgozandó állati hulladékoknak a részecskenagysága 150 milliméternél nagyobb, akkor azt megfelelő berendezéssel csökkenteni kell úgy, hogy az aprítás utáni részecskenagyság ne legyen nagyobb 150 milliméternél. A berendezés hatékonyságát naponta ellenőrizni kell, és fel kell jegyezni az állapotát. Ha az ellenőrzések 150 milliméternél nagyobb részecskék létezését fedik fel, akkor a folyamatot le kell állítani, és javításokat elvégezni, mielőtt a tevékenységet folytatnák.

2.2. Idő, hőmérséklet és nyomás

Az aprítás után az állati hulladékokat 100 °C-nál magasabb maghőmérsékletre fel kell melegíteni, és legalább 125 percen keresztül, vagy 110 °C-nál magasabb hőmérsékleten vagy legalább 120 percen keresztül, vagy 120 °C-nál magasabb hőmérsékleten legalább 50 percen keresztül kell tartani.

2.3. A feldolgozást szakaszos rendszerben (tételenként) kell végrehajtani.

3. Módszer

3.1. Aprítás

Ha a kezelendő, feldolgozandó állati hulladékoknak a részecskenagysága 30 milliméternél nagyobb, akkor azt megfelelő berendezést használva csökkenteni kell úgy, hogy az aprítás utáni részecskenagyság ne legyen nagyobb 30 milliméternél. A berendezés hatékonyságát naponta ellenőrizni kell, és fel kell jegyezni az állapotát. Ha az ellenőrzések 30 milliméternél nagyobb részecskék létezését fedik fel, akkor a folyamatot le kell állítani, és javításokat elvégezni, mielőtt a tevékenységet folytatnák.

3.2. Idő, hőmérséklet és nyomás

Az aprítás után az állati hulladékokat 100 °C-nál magasabb maghőmérsékletre fel kell melegíteni legalább 95 percen keresztül, vagy 110 °C-nál magasabb hőmérsékleten legalább 55 percen keresztül, vagy 120 °C-nál magasabb hőmérsékleten legalább 13 percen keresztül.

3.3. A feldolgozást szakaszos (tételenként) vagy folyamatos rendszerben lehet végrehajtani.

4. Módszer

4.1. Aprítás

Ha a kezelendő, feldolgozandó állati hulladékoknak a részecskenagysága 30 milliméternél nagyobb, akkor azt megfelelő berendezést használva csökkenteni kell úgy, hogy az aprítás utáni részecskenagyság ne legyen nagyobb 30 milliméternél. A berendezés hatékonyságát naponta ellenőrizni kell, és fel kell jegyezni az állapotát. Ha az ellenőrzések 30 milliméternél nagyobb részecskék létezését fedik fel, akkor a folyamatot le kell állítani, és javításokat elvégezni, mielőtt a tevékenységet folytatnák.

4.2. Idő, hőmérséklet és nyomás

Az aprítás után az állati hulladékokat egy hozzáadott zsírt tartalmazó edénybe kell helyezni, és 100 °C-nál magasabb maghőmérsékletre fel kell melegíteni legalább 16 percen keresztül, vagy 110 °C-nál magasabb hőmérsékleten legalább 13 percen keresztül, vagy 120 °C-nál magasabb hőmérsékleten legalább 8 percen keresztül vagy 130 °C-nál magasabb hőmérsékleten legalább 3 percen keresztül kell tartani.

4.3. A feldolgozást szakaszos (tételenként) vagy folyamatos rendszerben kell végrehajtani.

5. Módszer

5.1. Aprítás

Ha a kezelendő, feldolgozandó állati hulladékoknak a részecskenagysága 20 milliméternél nagyobb, akkor azt megfelelő berendezést használva csökkenteni kell úgy, hogy az aprítás utáni részecskenagyság ne legyen nagyobb 20 milliméternél. A berendezés hatékonyságát naponta ellenőrizni kell, és fel kell jegyezni az állapotát. Ha az ellenőrzések 20 milliméternél nagyobb részecskék létezését fedik fel, akkor a folyamatot le kell állítani, és javításokat kell végezni, mielőtt a tevékenységet folytatnák.

5.2. Idő, hőmérséklet és nyomás

Az aprítás után az állati hulladékokat addig kell melegíteni, amíg koagulálódnak, és össze kell nyomni, hogy a zsír és a víz eltávozzon a fehérjetartalmú anyagból. A fehérjetartalmú anyagot 80 °C-nál magasabb maghőmérsékletre fel kell melegíteni legalább 120 percen keresztül, 100 °C-nál magasabb hőmérsékleten legalább 60 percen keresztül.

5.3. A feldolgozást szakaszos (tételenként) vagy folyamatos rendszerben lehet végrehajtani.

6. Módszer

6.1. Idetartozik minden olyan, az állat-egészségügyi hatóság által jóváhagyott módszer, melyre vonatkozóan a nevezett hatóság számára bizonyították, hogy a végtermékből egy hónapon át naponta mintákat vettek, melyek megfeleltek a következő mikrobiológiai előírásoknak:

a) Közvetlenül a hőkezelés után vett anyagminták:

a termék 1 g-jában nincs jelen *Clostridium perfringens*

b) A feldolgozást követően az üzemben való tárolás közben vagy annak végén vett anyagminták:

Salmonella: nincs jelen 25 g-ban: n=5, c=0, m=0, M=0

Enterobacteriaceae: n=5, c=2, m=10, M=300 1 g-ban,

ahol:

n = a vizsgálandó minták száma;

m = a baktériumszám küszöbértéke; az eredményt akkor tekintik kielégítőnek, ha az összes mintában található baktériumok száma nem haladja meg az m -et;

M = a baktériumszám maximális értéke; az eredményt nem megfelelőnek tekintik, ha a baktériumszám egy vagy több mintában eléri vagy meghaladja az M -et;

c = azoknak a mintáknak a száma, melyek baktériumszáma m és M között lehet; a mintát még elfogadhatónak tekintik, ha a többi minta baktériumszáma m vagy annál kevesebb.

6.2. Fel kell jegyezni azoknak a kritikus szabályozási pontoknak a részletes adatait, melyek tekintetében az egyes kezelő és feldolgozó üzemek kielégítő módon megfelelnek a mikrobiológiai előírásoknak, és e feljegyzéseket meg kell őrizni, hogy a tulajdonos, az üzemeltető vagy képviselőjük, valamint hatáskörrel rendelkező hatóság ellenőrizni tudja a feldolgozó üzem működését. A feljegyzendő és ellenőrizendő információknak magukban kell foglalniuk a részecskeméretet, a kritikus hőmérsékletet

és - megfelelő esetben - az abszolút kezelési időt, a nyomásprofil, a nyersanyagok betáplálásának sebességét és a zsírújrahasznosítási sebességét.

6.3. A fenti információkat kérésre a hatóság rendelkezésére kell bocsátani.

2. melléklet

A szabadföldi kísérletekben felhasznált vágóhídi hulladék komposztok és a húsliszt adagok maximális dózisaiknak terhelése. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2002-2003)

Elem jele	Mértékegység	Maximális terhelés az egyes kísérletekben					Fő átlag
		É1	É2	F1	F2	H	
Sz.a.	t/ha	77,8	91,6	120,0	111,4	20,0	84,2
Szerves C	kg/ha	11826	22076	27972	28184	6782	19368
Zsír	kg/ha	1058	6769	564	1158	2560	2422
Ca	kg/ha	7225	11537	13500	13019	1404	9337
P	kg/ha	3941	11602	11147	13407	1058	8231
Al	kg/ha	2163	2162	168	574	3	1014
N	kg/ha	1587	2858	3912	3219	1282	2572
Fe	kg/ha	1105	256	344	94	15	363
K	kg/ha	711	839	1200	675	99	705
Mg	kg/ha	545	330	440	602	36	391
Na	kg/ha	405	724	823	698	91	548
S	kg/ha	389	641	750	839	121	548
Zn	kg/ha	42,0	24,7	19,6	26,4	2,1	23,0
Mn	kg/ha	20,9	7,3	8,3	10,0	0,4	9,4
Sr	kg/ha	17,9	10,4	9,8	7,8	0,6	9,3
Ba	kg/ha	12,3	4,6	4,2	7,3	0,1	5,7
Cu	kg/ha	8,48	4,21	2,24	4,68	0,26	3,97
Cr	kg/ha	2,18	0,92	0,82	1,15	0,08	1,03
Pb	kg/ha	1,55	0,73	0,67	1,87	0	0,96
Ni	kg/ha	1,09	0,46	0,38	0,87	0	0,56
B	kg/ha	0,86	0,37	0,44	0,78	0,01	0,49
Co	kg/ha	0,23	0,06	0,07	0,01	0,005	0,08
Mo	kg/ha	0,132	0,027	0,051	0,073	0,004	0,057
Sn	kg/ha	0,109	0,027	0,174	0	0,036	0,069
Cd	kg/ha	0,047	0,009	0,015	0,011	0,0005	0,016
As	kg/ha	0,039	0,027	0,238	0,148	0,062	0,103
Hg	kg/ha	0	0	0,064	0	0,022	0,017
Se	kg/ha	0	0	0,070	0,062	0	0,026
NH ₄ -N	kg/ha	13	275	113	98	3,4	100
NO ₃ -N	kg/ha	193	104	7	14	0	64

3. melléklet

Műveletek és megfigyelések a vágóhídi komposztokkal és húsliszttel beállított szabadföldi tartamkísérletekben

Műveletek és megfigyelések az É1 (érett) és É2 (éretlen) vágóhídi komposztokkal beállított szabadföldi tartamkísérletekben. Tesztnövény: kukorica
(Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2002.)

Műveletek	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Kísérlet kitűzése, karózása	2002. 05. 07.	Parcellánként kézzel
2. Talajmintavétel	05. 07.	0-20, 20-40 cm
3. Komposzt kimérése, kiszórása	05. 09.	Parcellánként kézzel
4. Egyirányú szántás	05. 10.	MTZ-50+eke+kombinátor
5. Vetés (Kukorica, Spirit fajta)	05. 13.	Kézzel az egész kísérletben
6. Utak gyomirtása	06. 04.	Robi-55 géppel
7. Gazoló kapálás	06. 05.	Parcellánként kézzel
8. Gazoló kapálás	06. 11.	Parcellánként kézzel
9. Bonitálás kelésre	06. 07.	Parcellánként
10. Tőszámlálás	06. 07.	Parcellánként 5 sorban
11. Bonitálás állományra	06. 21.	Parcellánként
12. Növénymintavétel	07. 01.	Hajtás 20 db/parcella
13. Tőszámlálás	07. 02.	Parcellánként 4 sorban
14. Bonitálás állományra	09. 10.	Parcellánként
15. Betakarítás/Mintakéve	09. 16.	Parcellánként 20 növény

Vetés 70 x 30 cm sor x tő távolságra, 10 kg/ha vetőmaggal

Műveletek és megfigyelések az É1 és É2 vágóhídi komposztokkal beállított szabadföldi tartamkísérletekben. Tesztnövény: fehér mustár
(Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2003.)

Műveletek és megfigyelések	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Kálium műtrágyázás	2003. 03. 26.	MTZ-50+műtrágyaszóró
2. Műtrágya bemunkálása	03. 26.	MTZ-50+kombinátor
3. Vetés (Silenda fajta)	04. 07.	MTZ-50+vetőgép+gy.henger
4. Bonitálás kelésre	04. 18.	Parcellánként
5. Bonitálás 4-6 leveles korban	05. 12.	Parcellánként
6. Bonitálás virágzásban	06. 02.	Parcellánként
7. Bonitálás betakarításkor	07. 08.	Parcellánként
8. Növénymintavétel, aratás	07. 08.	Parcellánként 8-8 fm
9. Talajmintavétel	07. 22.	Parcellánként 0-20 cm-ből

Műveletek és megfigyelések az F1 vágóhídi komposzttal és H húsliszttel beállított szabadföldi tartamkísérletekben. Tesztnövény: fehér mustár.
(Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2003)

Műveletek és megfigyelések	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Kísérletek kitűzése, karózása	2002. 11. 13.	Parcellánként kézzel
2. Komposztok kiszórása	11. 14-18.	Parcellánként kézzel
3. Komposztok leszántása	11. 14-18.	MTZ-50+eke
4. Kálium műtrágyázás	2003. 03. 26.	MTZ-50+műtrágyaszóró
5. Műtrágya bemunkálása	03. 26.	MTZ-50+kombinátor
6. Vetés (Silenda fajta)	04. 07.	MTZ-50+vetőgép+gy.henger
7. Bonitálás kelésre	04. 18.	Parcellánként
8. Bonitálás 4-6 leveles korban	05. 12.	Parcellánként
9. Bonitálás virágzás kezdetén	06. 02.	Parcellánként
10. Bonitálás betakarításkor	07. 21.	Parcellánként
11. Növénymintavétel, aratás	07. 08.	Parcellánként 8-8 folyóméter
12. Talajmintavétel aratás után	07. 22.	Parcellánként 0-20 cm-ből

A vetés 1-3 cm mélyen, 200 db/m² csíraszámával, 24 cm sortávolságra történt 20 kg/ha vetőmaggal.

Műveletek és megfigyelések az F2 vágóhídi komposzttal beállított szabadföldi tartamkísérletekben.
Tesztnövény: fehér mustár. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2003.)

Műveletek, megfigyelések	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Kálium műtrágyázás	2003. 03. 26.	MTZ-50 + műtrágyaszóró
2. Műtrágya bemunkálása	03. 26.	MTZ-50 + kombinátor
3. Kísérlet kitűzése, karózása	05. 05.	Parcellánként kézzel
4. Komposzt kiszórása	05. 06.	Parcellánként kézzel
5. Komposzt leszántása	05. 06.	MTZ-50 + eke
6. Vetés (Silenda fajta)	05. 06.	MTZ-50+vetőgép+gy.henger
7. Bonitálás kelésre	06. 10.	Parcellánként
8. Bonitálás 4-6 leveles korban	07. 09.	Parcellánként
9. Bonitálás virágzás kezdetén	07. 23.	Parcellánként
10. Bonitálás betakarításkor	08. 10.	Parcellánként
11. Növénymintavétel, aratás	08. 11.	Parcellánként 8-8 folyóméter
12. Talajmintavétel aratás után	08. 12.	Parcellánként 0-20 cm-ből

A vetés 1-3 cm mélyen, 200 db/m² csíraszámával, 24 cm sortávolságra történt 20 kg/ha vetőmaggal.

Műveletek és megfigyelések a vágóhídi komposztokkal és húsliszttel beállított szabadföldi tartamkísérletekben. Tesztnövény: tritikálé. (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2004)

Műveletek, megfigyelések	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Őszi mélyszántás	2003. 09. 30.	MTZ-50 + 2 ekefej
2. Kombinátorozás	2003. 09. 30.	MTZ-50 + kombinátor
3. Vetés + gyűrűshengerezés	2003. 09. 30.	MTZ-50 + vetőgép + henger
4. Bonitálás kelésre	2003. 10. 12.	Parcellánként
5. Bonitálás bokrosodásban	2004. 04. 05.	Parcellánként
6. Magasságmérés szárbaszökéskor	2004. 05. 03.	Parcellánként átlag cm-ben
7. Magasságmérés virágzásban	2004. 05. 27.	Parcellánként átlag cm-ben
8. Magasságmérés aratáskor	2004. 07. 19.	Parcellánként átlag cm-ben
9. Mintakéve vétele	2004. 07. 19.	Parcellánként 8-8 fm
10. Kombájnolás	2004. 07. 26.	Parcellakombájn 2.1x8=16.8 m ²

Vetés 3-5 cm mélyen, 60 db/fm, ill. 500 db/m² csíraszámával, 12 cm sortávolságra történt 300 kg/ha vetőmaggal.

Műveletek és megfigyelések a vágóhídi komposztokkal és húsliszttel beállított tritikále szabadföldi tartamkísérletekben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2005)

Műveletek, megfigyelések	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Őszi mélyszántás	2004. 08. 09.	MTZ-50 + 2 ekefej
2. Kombinátorozás	2004. 08. 09.	MTZ-50 + kombinátor
3. Vetés + gyűrűshengerezés	2004. 09. 14.	MTZ-50 + vetőgép + henger
4. Bonitálás kelésre	2004. 10. 20.	Parcellánként
5. Bonitálás bokrosodásban	2005. 04. 11.	Parcellánként
6. Magasságmérés virágzásban	2005. 05. 24.	Parcellánként átlag cm-ben
7. Magasságmérés betakarításkor	2005. 07. 18.	Parcellánként átlag cm-ben
8. Mintakéve vétele	2005. 07. 19.	Parcellánként 8-8 fm

Vetés 3-5 cm mélyen, 60 db/fm, ill. 500 db/m² csíraszámával, 12 cm sortávolságra történt 300 kg/ha vetőmaggal.

Műveletek és megfigyelések a vágóhídi komposztokkal és húsliszttel beállított tritikále szabadföldi tartamkísérletekben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2006)

Műveletek, megfigyelések	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Őszi mélyszántás	2005. 09. 12.	MTZ-50 + 2 ekefej
2. Kombinátorozás	2005. 09. 12.	MTZ-50 + kombinátor
3. Vetés + gyűrűshengerezés	2005. 09. 15.	MTZ-50 + vetőgép + henger
4. Bonitálás kelésre	2005. 10. 15.	Parcellánként
5. Bonitálás bokrosodásban	2006. 04. 20.	Parcellánként
6. Magasságmérés virágzásban	2006. 05. 25.	Parcellánként átlag cm-ben
7. Magasságmérés betakarításkor	2006. 07. 13.	Parcellánként átlag cm-ben
8. Mintakéve vétele	2006. 07. 17.	Parcellánként 8-8 fm

Vetés 3-5 cm mélyen, 60 db/fm, ill. 500 db/m² csíraszámával, 12 cm sortávolságra történt 300 kg/ha vetőmaggal.

Műveletek és megfigyelések a vágóhídi komposztokkal és húsliszttel beállított tritikále szabadföldi tartamkísérletekben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2007)

Műveletek, megfigyelések	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Őszi mélyszántás	2006. 09. 06.	MTZ-50 + 2 ekefej
2. Kombinátorozás	2006. 09. 20.	MTZ-50 + kombinátor
3. Vetés + gyűrűshengerezés	2006. 09. 25.	MTZ-50 + vetőgép + henger
4. Bonitálás kelésre	2006. 10. 06.	Parcellánként
5. Bonitálás bokrosodásban	2007. 04. 11.	Parcellánként
6. Magasságmérés virágzásban	2007. 05. 15.	Parcellánként átlag cm-ben
7. Magasságmérés betakarításkor	2007. 06. 27.	Parcellánként átlag cm-ben
8. Mintakéve vétele	2007. 06. 27.	Parcellánként 8-8 fm

Vetés 3-5 cm mélyen, 60 db/fm, ill. 500 db/m² csíraszámával, 12 cm sortávolságra történt 300 kg/ha vetőmaggal.

Műveletek és megfigyelések a vágóhídi komposztokkal és húsliszttel beállított tritikále szabadföldi tartamkísérletekben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2008)

Műveletek, megfigyelések	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Őszi mélyszántás	2007. 08. 16.	MTZ-50 + 2 ekefej
2. Kombinátorozás	2007. 08. 16.	MTZ-50 + kombinátor
3. Vetés + gyűrűshengerezés	2007. 09. 12.	MTZ-50 + vetőgép + henger
4. Bonitálás kelésre	2007. 09. 22.	Parcellánként
5. Bonitálás bokrosodásban	2008. 04. 01.	Parcellánként
6. Magasságmérés virágzásban	2008. 05. 21.	Parcellánként átlag cm-ben
7. Magasságmérés betakarításkor	2008. 07. 07.	Parcellánként átlag cm-ben
8. Mintakéve vétele	2008. 07. 07.	Parcellánként 8-8 fm

Vetés 3-5 cm mélyen, 60 db/fm, ill. 500 db/m² csíraszámával, 12 cm sortávolságra történt 300 kg/ha vetőmaggal.

Műveletek és megfigyelések a vágóhídi komposztokkal és húsliszttel beállított tritikále szabadföldi tartamkísérletekben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2009)

Műveletek, megfigyelések	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Talajmintavétel	2008. 08. 04.	Botfűrő, 0-20 cm
2. Őszi mélyszántás	2008. 09. 08.	MTZ-50 + 2 ekefej
3. Kombinátorozás	2008. 09. 08.	MTZ-50 + kombinátor
4. Vetés + gyűrűshengerezés	2008. 09. 20.	MTZ-50 + vetőgép + henger
5. Bonitálás kelésre	2008. 09. 29.	Parcellánként
6. Bonitálás bokrosodásban	2009. 04. 15.	Parcellánként
7. Magasságmérés virágzásban	2009. 05. 11.	Parcellánként átlag cm-ben
8. Magasságmérés betakarításkor	2009. 07. 07.	Parcellánként átlag cm-ben
9. Mintakéve vétele	2009. 07. 07.	Parcellánként 8-8 fm

Vetés 3-5 cm mélyen, 60 db/fm, ill. 500 db/m² csíraszámával, 12 cm sortávolságra történt 300 kg/ha vetőmaggal.

Műveletek és megfigyelések a vágóhídi komposztokkal és húsliszttel beállított tritikále szabadföldi tartamkísérletekben (Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2010)

Műveletek, megfigyelések	Év, hó, nap	Megjegyzés
1. Őszi mélyszántás	2009. 09. 14.	MTZ-50 + 2 ekefej
2. Kombinátorozás	2009. 09. 14.	MTZ-50 + kombinátor
3. Vetés + gyűrűshengerezés	2009. 09. 24.	MTZ-50 + vetőgép + henger
4. Bonitálás kelésre	2009. 10. 12.	Parcellánként
5. Bonitálás bokrosodásban	2010. 04. 22.	Parcellánként
6. Magasságmérés virágzásban	2010. 05. 26.	Parcellánként átlag cm-ben
7. Magasságmérés betakarításkor	2010. 07. 13.	Parcellánként átlag cm-ben
8. Mintakéve vétele	2010. 07. 13.	Parcellánként 8-8 fm

Vetés 3-5 cm mélyen, 60 db/fm, ill. 500 db/m² csíraszámával, 12 cm sortávolságra történt 300 kg/ha vetőmaggal.

4. melléklet

A havi, negyedéves és az éves csapadékösszegek adatai, mm
(Duna-Tisza közti meszes homoktalaj, Órbottyán, 2002-2008)

Időszak	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	¹ Sokéves átlag
Január	6	40	46	7	51	31	32	12	66	33
Február	13	27	49	52	39	46	0	25	47	29
Március	14	0	53	8	35	39	38	26	13	28
I. negyedév	33	67	148	67	125	116	70	63	126	90
Április	30	12	39	96	23	4	35	1	35	43
Május	46	32	42	41	82	58	39	30	130	57
Június	41	8	68	48	83	61	137	40	102	64
II. negyedév	117	52	149	185	188	123	211	71	267	164
Július	52	57	35	85	30	21	156	20	46	58
Augusztus	98	13	67	124	118	48	19	29	56	50
Szeptember	59	17	13	74	29	31	64	22	109	44
III. negyedév	209	87	115	283	177	100	239	71	211	152
Október	52	79	48	14	14	55	17	39	37	40
November	32	45	55	33	15	47	29	73	66	52
December	40	7	36	76	4	25	53	65	33	43
IV. negyedév	124	131	139	123	33	127	99	177	136	136
Éves összeg	483	337	551	658	523	466	619	382	740	542

¹A kísérleti telep 49 éves átlagai

5. melléklet

Szennyvíziszapban és szennyvíziszap komposztban megengedett mérgező elemek határértékei
mezőgazdasági felhasználás esetén a 40/2008. (II. 26.) Korm. rendelet alapján

Paraméter	Szennyvíziszap határérték mg/kg sza.	Szennyvíziszap komposzt határérték mg/kg sza.
As	75	25
Cd	10	5
Co	50	50
ΣCr	1000	350
CrVI.	1	1
Cu	1000	750
Hg	10	5
Mo	20	10
Ni	200	100
Pb	750	400
Se	100	50
Zn	2500	2000

6. melléklet

A 2002-ben végzett talajvizsgálatok részletes eredményei

É1 érett komposzt hatása a talaj alaptulajdonságaira és NH₄-acetát+EDTA-oldható elemtartalmára (0-20 cm). Órbottyán, 2002.09.16.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
CaCO ₃	%	0,686	0,298	0,545	0,282	0,442	n.sz.	0,450
K _A		30	31	30	30	30	n.sz.	30
Só	%	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02
Humusz	%	1,20	1,37	1,49	1,42	1,49	n.sz.	1,39
pH-H ₂ O		7,04	7,25	7,26	7,05	7,34	n.sz.	7,19
pH-KCl		6,58	6,89	6,85	6,61	6,93	n.sz.	6,77
N	%	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	n.sz.	0,08
B	mg/kg	0,362	0,474	0,449	0,235	0,412	0,115	0,386
P	mg/kg	82,2	158,7	204,8	210,9	236,7	n.sz.	178,7
Pb	mg/kg	2,68	2,84	2,93	2,90	2,81	n.sz.	2,83
Co	mg/kg	1,36	1,45	1,38	1,29	1,37	n.sz.	1,37
Cd	mg/kg	0,064	0,065	0,066	0,067	0,059	n.sz.	0,064
Ni	mg/kg	1,55	1,58	1,54	1,52	1,56	n.sz.	1,55
Fe	mg/kg	66,4	82,1	103,4	113,0	118,6	n.sz.	96,7
Cr	mg/kg	0,064	0,070	0,066	0,053	0,066	n.sz.	0,063
Mg	mg/kg	205	209	211	181	202	n.sz.	202
Mn	mg/kg	165	174	171	159	164	n.sz.	166
Ca	%	0,278	0,200	0,264	0,207	0,242	n.sz.	0,238
Zn	mg/kg	4,41	5,67	6,99	6,88	6,25	n.sz.	6,04
Cu	mg/kg	1,85	2,14	2,18	2,26	2,15	n.sz.	2,12
Al	mg/kg	48,6	53,0	57,8	60,3	59,1	n.sz.	55,8
Sr	mg/kg	11,07	8,89	10,59	10,31	10,60	n.sz.	10,29
Ba	mg/kg	8,99	8,93	8,90	9,81	9,10	n.sz.	9,15
S	mg/kg	5,9	9,8	14,7	13,5	14,7	n.sz.	11,7
Na	mg/kg	10,0	9,6	13,4	13,0	17,8	4,0	12,8
K ₂ O	mg/kg	71,2	84,5	84,8	88,7	93,1	n.sz.	84,4

Megjegyzés: As:0,066 mg/kg; Hg:0,048 mg/kg; Mo:0,016 mg/kg; Se:0.092 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É2 éretlen komposzt hatása a talaj alaptulajdonságaira és NH₄-acetát+EDTA-oldható elemtartalmára (0-20 cm). Órbottyán, 2002.09.16.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
CaCO ₃	%	7,75	6,13	6,74	5,88	5,07	n.sz.	6,31
K _A		31	30	31	30	32	n.sz.	31
Só	%	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02
Humusz	%	1,11	1,22	1,09	1,15	1,32	n.sz.	1,18
pH-H ₂ O		7,81	7,57	7,48	6,99	7,12	n.sz.	7,39
pH-KCl		7,44	7,26	7,16	6,67	6,91	n.sz.	7,09
N	%	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	n.sz.	0,07
B	mg/kg	0,375	0,394	0,336	0,233	0,301	n.sz.	0,328
P	mg/kg	92	126	131	170	457	264	195
Pb	mg/kg	1,89	2,00	2,20	2,22	2,31	n.sz.	2,12
Co	mg/kg	0,838	0,940	0,917	0,881	0,568	n.sz.	0,829
Cd	mg/kg	0,051	0,051	0,053	0,056	0,053	n.sz.	0,053
Ni	mg/kg	1,04	1,19	1,09	1,16	0,95	n.sz.	1,09
Fe	mg/kg	96,3	91,5	94,4	92,9	91,3	n.sz.	93,3
Cr	mg/kg	0,075	0,076	0,073	0,075	0,085	n.sz.	0,077
Mg	mg/kg	420	378	366	340	344	n.sz.	369
Mn	mg/kg	124	135	135	136	130	n.sz.	132
Ca	%	1,89	1,61	1,69	1,43	1,37	n.sz.	1,60
Zn	mg/kg	4,72	4,74	4,85	4,88	5,80	n.sz.	5,00
Cu	mg/kg	1,60	1,55	1,79	1,76	1,40	n.sz.	1,62
Al	mg/kg	42,9	44,3	39,7	44,6	40,9	n.sz.	42,5
Sr	mg/kg	32,4	27,9	29,1	26,2	23,7	n.sz.	27,9
Ba	mg/kg	7,86	7,76	7,54	8,16	8,05	n.sz.	7,87
S	mg/kg	8,5	10,3	11,2	12,1	29,6	8,3	14,4
Na	mg/kg	11,8	17,3	16,2	20,2	59,5	13,1	25,0
K ₂ O	mg/kg	52,8	62,1	67,6	78,0	217,5	71,3	95,6

Megjegyzés: As:0,066 mg/kg; Hg:0,048 mg/kg; Mo:0,016 mg/kg; Se:0,092 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

7. melléklet

A 2003-ban végzett talajvizsgálatok részletes eredményei

É1 érett komposzt hatása a talaj alaptulajdonságaira és nitrogéntartalmára (0-20 cm).
Órbottyán, 2003.07.12.

Vizsgált jellemzők	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
H%	1,28	1,29	1,29	1,61	1,60	0,26	1,41
pH (H ₂ O)	6,85	7,34	7,42	7,21	7,39	n.sz.	7,24
pH (KCl)	6,50	6,99	7,06	6,87	7,03	n.sz.	6,89
K _A	29	29	29	30	30	n.sz.	29,3
N%	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,02	0,09
NH ₄ -N mg/kg	4,69	4,72	4,86	5,88	6,54	n.sz.	5,34
NO ₃ -N mg/kg	5,42	8,03	8,30	9,06	11,26	3,37	8,41

Összes sótartalom 0,02% alatt; CaCO₃ %-os mennyisége többnyire nem kimutatható vagy nyomokban (amennyiben CaCO₃% 0 és 0,5 között, valamint pH(H₂O) 7 felett, vagy pH(KCl) 6,5 felett)

É1 érett komposzt hatása a talaj ammonium-acetát+EDTA oldható elemtartalmaira (0-20 cm).
 Órbottyán, 2003.07.12.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	35,3	37,0	39,6	47,8	52,7	7,1	42,5
As	mg/kg	0,104	0,138	0,271	0,243	0,254	0,138	0,202
B	mg/kg	0,186	0,351	0,348	0,283	0,354	n.sz.	0,304
Ba	mg/kg	9,62	9,74	9,13	10,4	9,55	n.sz.	9,69
Ca	mg/kg	2695	2344	2909	2719	2976	n.sz.	2729
Cd	mg/kg	0,058	0,054	0,06	0,062	0,066	n.sz.	0,060
Co	mg/kg	1,02	1,05	1,01	1,01	1,02	n.sz.	1,02
Cu	mg/kg	1,29	1,49	1,46	1,60	1,61	0,17	1,49
Fe	mg/kg	60,5	73,2	93,6	143	176	52,8	109,3
Mg	mg/kg	159	158	178	159	169	n.sz.	164
Mn	mg/kg	134	136	134	134	134	n.sz.	134
Mo	mg/kg	0,022	0,025	0,025	0,045	0,067	0,032	0,037
Ni	mg/kg	1,32	1,30	1,22	1,24	1,32	n.sz.	1,28
P ₂ O ₅	mg/kg	84	156	207	370	484	164	260
Pb	mg/kg	3,60	3,26	3,60	3,40	3,60	n.sz.	3,49
Sr	mg/kg	7,70	7,23	7,79	8,66	8,34	n.sz.	7,94
Zn	mg/kg	2,03	3,28	3,28	6,00	7,05	1,83	4,33
K ₂ O	mg/kg	271	129	128	110	318	n.sz.	191
Na	mg/kg	13,1	11,9	14,6	16,5	25,4	6,3	16,3
S	mg/kg	9,2	11,5	14,8	22,9	28,8	7,8	17,5

Cr:0,027; Hg:0,048; Se:0,092 mg/kg kimutathatósági határ alatt

É1 érett komposzt hatása a talaj cc. HNO₃+cc. H₂O₂ oldható elemtartalmaira (0-20 cm).
 Órbottyán, 2003.07.12.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	14018	14651	14054	14560	13989	n.sz.	14254
As	mg/kg	4,98	4,06	4,53	4,18	4,87	n.sz.	4,52
B	mg/kg	4,62	4,91	4,77	4,86	4,81	n.sz.	4,79
Ba	mg/kg	66,2	69,6	64,4	70,9	65,4	n.sz.	67,3
Ca	mg/kg	4957	4540	5473	4680	5008	n.sz.	4932
Cd	mg/kg	0,074	0,100	0,085	0,088	0,085	n.sz.	0,087
Co	mg/kg	3,90	4,13	3,95	4,09	3,99	n.sz.	4,01
Cr	mg/kg	20,8	21,5	20,5	20,7	21,0	n.sz.	20,9
Cu	mg/kg	6,43	6,95	6,77	7,59	7,45	0,67	7,04
Fe	mg/kg	13408	14059	13388	13620	13389	n.sz.	13573
Mg	mg/kg	2986	3006	3140	2875	2904	n.sz.	2982
Mn	mg/kg	410	426	414	416	398	n.sz.	413
Ni	mg/kg	11,7	11,8	11,3	11,6	11,4	n.sz.	11,6
P	mg/kg	533	632	651	787	885	n.sz.	698
Pb	mg/kg	10,2	10,5	10,4	10,6	10,1	n.sz.	10,4
Sr	mg/kg	13,2	14	12,8	14,6	13,7	n.sz.	13,7
Zn	mg/kg	26,7	29,8	28,9	32,9	34,3	4,3	30,5
K	mg/kg	2710	2655	2471	2606	2760	n.sz.	2640
Na	mg/kg	132	142	131	145	145	n.sz.	139
S	mg/kg	155	160	163	209	238	57	185

Hg:0,242; Mo:0,078; Se:0,460; Sn: 0,425 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É2 éretlen komposzt hatása talaj alaptulajdonságaira (0-20 cm). Órbottyán, 2003.07.14.

Vizsgált jellemzők	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
H%	1,03	1,10	1,20	1,22	1,38	n.sz.	1,19
pH(H ₂ O)	7,97	7,86	7,39	7,16	7,02	n.sz.	7,48
pH(KCl)	7,69	7,51	7,09	6,76	6,64	n.sz.	7,14
CaCO ₃ %	8,42	6,43	6,55	5,42	5,03	n.sz.	6,37
K _A	29,0	29,0	30,25	29,5	29,0	n.sz.	29,4
Só%	0,06	0,06	0,09	0,11	0,10	n.sz.	0,08
N%	0,07	0,08	0,1	0,09	0,11	n.sz.	0,09
NH ₄ -N mg/kg	5,25	4,69	12,22	8,52	12,53	n.sz.	8,64
NO ₃ -N mg/kg	7,4	8,6	23,0	22,0	37,0	8,1	19,6

É2 éretlen komposzt hatása talaj ammonium-acetát+EDTA oldható elemtartalmaira (0-20 cm). Órbottyán, 2003.07.14.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	33,5	34,0	32,4	34,7	36,5	n.sz.	34,2
B	mg/kg	0,32	0,335	0,326	0,184	0,203	n.sz.	0,273
Ba	mg/kg	8,93	8,55	8,35	8,58	8,40	n.sz.	8,56
Ca	mg/kg	20489	16137	17048	14979	13859	n.sz.	16502
Cd	mg/kg	0,08	0,057	0,064	0,052	0,069	n.sz.	0,064
Co	mg/kg	0,687	0,659	0,651	0,683	0,544	n.sz.	0,645
Cr	mg/kg	0,039	0,065	0,045	0,032	0,043	n.sz.	0,045
Cu	mg/kg	1,56	1,31	1,55	1,41	1,20	n.sz.	1,41
Fe	mg/kg	91,5	83,9	91,3	89,0	87,6	n.sz.	88,6
Mg	mg/kg	477	387	402	356	340	n.sz.	392
Mn	mg/kg	107	111	112	116	106	n.sz.	110
Ni	mg/kg	0,930	0,999	1,020	1,049	0,997	n.sz.	0,999
P ₂ O ₅	mg/kg	100	248	416	599	1110	515	495
Pb	mg/kg	2,98	2,65	3,14	2,62	3,14	n.sz.	2,91
Sr	mg/kg	32,4	26,2	26,7	24,7	21,8	n.sz.	26,3
Zn	mg/kg	1,59	1,94	1,96	1,67	2,84	n.sz.	2,00
K ₂ O	mg/kg	387	402	520,0	596	653	n.sz.	512
Na	mg/kg	11,2	18,4	29,0	32,6	47,8	17,0	27,8
S	mg/kg	14,5	15,0	25,3	21,1	30,7	6,0	21,3

As:0,066; Hg:0,048; Mo:0,016; Se:0,092mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É2 éretlen komposzt hatása talaj cc. HNO₃+cc. H₂O₂ oldható elemtartalmaira (0-20 cm).
Órbottyán, 2003.07.14.

Vizsgált jellemzők	Mértékegység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	11438	12605	12413	12634	12943	n.sz.	12407
As	mg/kg	3,84	3,98	3,99	4,09	3,75	n.sz.	3,93
B	mg/kg	4,15	4,37	4,44	4,47	4,43	n.sz.	4,37
Ba	mg/kg	46,5	51,3	51,9	53,2	53,1	n.sz.	51,2
Ca	mg/kg	29693	24657	25809	21879	21830	n.sz.	24774
Cd	mg/kg	0,065	0,069	0,077	0,078	0,065	n.sz.	0,071
Co	mg/kg	3,2	3,68	3,59	3,55	3,59	n.sz.	3,52
Cr	mg/kg	16,6	18,5	19,2	19,3	19,7	n.sz.	18,7
Cu	mg/kg	5,97	6,24	6,85	6,74	6,61	n.sz.	6,48
Fe	mg/kg	10815	12326	11981	12074	12538	n.sz.	11947
Mg	mg/kg	7136	6569	6778	5795	5808	n.sz.	6417
Mn	mg/kg	329	379	371	359	367	n.sz.	361
Ni	mg/kg	9,5	10,6	10,1	10,1	10,7	n.sz.	10,2
P	mg/kg	545	697	923	933	1372	221	894
Pb	mg/kg	7,28	8,2	8,85	9,10	8,93	n.sz.	8,47
Sr	mg/kg	29,7	26,1	27,2	23,5	22,7	n.sz.	25,8
Zn	mg/kg	25,0	24,5	26,3	25,9	26,8	n.sz.	25,7
K	mg/kg	2117	2355	2565	2829	2841	n.sz.	2541
Na	mg/kg	102	120	137	147	174	52	136
S	mg/kg	142	136	168	162	199	32	161

Hg:0,242; Mo:0,078; Se:0,460; Sn:0,425mg/kg kimutathatóssági határérték alatt

F1 húsliszt alapú félérett komposzt hatása talaj alaptulajdonságaira (0-20 cm). Órbottyán, 2003.07.22.

Vizsgált jellemzők	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
H%	1,24	1,27	1,63	1,58	1,83	n.sz.	1,51
pH(H ₂ O)	7,55	7,73	7,53	7,38	7,28	n.sz.	7,50
pH(KCl)	7,18	7,42	7,38	7,21	7,14	n.sz.	7,27
CaCO ₃ %	4,31	3,72	2,35	2,36	2,12	n.sz.	2,97
K _A	31,0	30,8	32,0	32,5	34,0	n.sz.	32,0
Só %	0,080	0,058	0,142	0,142	0,232	0,071	0,131
N %	0,08	0,07	0,13	0,13	0,21	0,05	0,12
NH ₄ -N mg/kg	9,5	9,5	20,0	24,2	37,6	n.sz.	20,2
NO ₃ -N mg/kg	18	38	132	149	243	49	116

F1 húsliszt alapú félérett komposzt hatása a talaj ammonium-acetát+EDTA oldható elemtartalmaira (0-20 cm). Órbottyán, 2003.07.22.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	32,7	34,1	35,3	36,5	36,6	n.sz.	35,0
B	mg/kg	0,427	0,448	0,546	0,561	0,602	0,139	0,517
Ba	mg/kg	8,39	8,56	8,44	8,85	8,70	n.sz.	8,59
Ca	mg/kg	11178	11505	9255	8965	9360	n.sz.	10053
Cd	mg/kg	0,062	0,063	0,063	0,065	0,062	n.sz.	0,063
Co	mg/kg	0,802	0,796	0,683	0,670	0,500	n.sz.	0,690
Cu	mg/kg	1,75	2,06	2,31	2,06	2,41	n.sz.	2,12
Fe	mg/kg	70,8	71,0	73,7	76,1	94,3	n.sz.	77,2
K ₂ O	mg/kg	424	405	394	393	680	n.sz.	459
Mg	mg/kg	294	297	296	308	320	n.sz.	303
Mn	mg/kg	141	141	137	138	136	n.sz.	139
Na	mg/kg	9,9	19,2	77,9	84,6	145,5	49,4	67,4
Ni	mg/kg	1,15	1,14	1,09	1,11	0,99	n.sz.	1,10
P ₂ O ₅	mg/kg	90	365	1421	1559	2671	1410	1221
Pb	mg/kg	1,74	1,77	1,89	1,9	1,95	n.sz.	1,85
Sr	mg/kg	20,0	20,2	16,9	16,6	15,9	n.sz.	17,9
Zn	mg/kg	1,92	2,91	4,98	4,31	8,35	3,55	4,49
S	mg/kg	7,9	14,7	42,2	52,4	80,3	28,2	39,5

As:0,066; Cr:0,027; Hg:0,048; Mo:0,016; Se:0,092 mg/kg kimutathatósági határ alatt

F1 húsliszt alapú félérett komposzt hatása talaj cc. HNO₃+cc. H₂O₂ oldható elemtartalmaira (0-20 cm). Órbottyán, 2003.07.22.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	13889	14554	14323	14199	14412	n.sz.	14275
As	mg/kg	6,44	6,82	6,21	6,75	6,66	n.sz.	6,58
B	mg/kg	5,27	5,53	5,63	5,58	5,61	n.sz.	5,52
Ba	mg/kg	56,8	59,7	59,1	59,4	61	n.sz.	59,2
Ca	mg/kg	19109	18927	15412	14406	15449	n.sz.	16661
Cd	mg/kg	0,107	0,11	0,107	0,108	0,103	n.sz.	0,107
Co	mg/kg	3,83	3,95	3,77	3,87	3,79	n.sz.	3,84
Cr	mg/kg	21	20,9	20,9	19,9	21	n.sz.	20,7
Cu	mg/kg	6,84	7,41	7,88	7,35	8,45	0,87	7,59
Fe	mg/kg	13105	13747	13328	13312	13217	n.sz.	13342
Mg	mg/kg	5698	5896	4916	4744	4724	n.sz.	5196
Mn	mg/kg	419	442	429	416	414	n.sz.	424
Ni	mg/kg	10,7	11	10,9	10,8	10,7	n.sz.	10,8
P	mg/kg	576	773	1398	1326	2187	586	1252
Pb	mg/kg	8,33	8,57	8,55	8,66	8,65	n.sz.	8,55
Sr	mg/kg	37,2	37,5	32,4	30,1	31,3	n.sz.	33,7
Zn	mg/kg	25,9	28,7	31,3	29,9	32,8	n.sz.	29,7
Na	mg/kg	150	160	228	220	296	62	211
K	mg/kg	2798	2891	2788	2724	3049	n.sz.	2850
S	mg/kg	153	170	253	252	342	68	234

Hg: 0,242; Mo: 0,078; Se: 0,460; Sn: 0,425mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F2 hűsfőzet alapú félérett komposzt hatása a talaj alaptulajdonságaira (0-20 cm). Órbottyán, 2003.08.11.

Vizsgált jellemzők	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
	0	25	50	100	200		
H%	1,34	1,37	1,40	1,51	1,85	0,15	1,50
pH(H ₂ O)	6,69	7,02	6,85	6,65	6,83	n.sz.	6,81
pH(KCl)	6,13	6,48	6,41	6,21	6,46	n.sz.	6,34
K _A	31,5	32,2	31,2	31,5	34,8	2,8	32,2
Só%	0,060	0,035	0,098	0,075	0,155	0,060	0,084
N%	0,08	0,10	0,09	0,11	0,17	0,04	0,11
NH ₄ -N mg/kg	10,6	7,6	10,0	6,9	24,6	10,9	11,9
NO ₃ -N mg/kg	11,4	17,4	36,3	44,1	89,7	41,7	39,8

CaCO₃ %-os mennyisége többnyire nem kimutatható vagy nyomokban (amennyiben CaCO₃% 0 és 0,5 között, valamint pH(H₂O) 7 felett, vagy pH(KCl) 6,5 felett)

F2 hűsfőzet alapú félérett komposzt hatása a talaj ammonium-acetát+EDTA oldható elemtartalmaira (0-20 cm). Órbottyán, 2003.08.11.

Vizsgált jellemzők		Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	34,7	35,9	36,1	38,6	40,5	n.sz.	37,2
B	mg/kg	0,438	0,469	0,473	0,443	0,517	n.sz.	0,468
Ba	mg/kg	7,99	9,46	9,71	10,26	11,03	2,12	9,69
Ca	mg/kg	2092	2810	2803	2649	4190	746	2909
Cd	mg/kg	0,082	0,079	0,084	0,084	0,083	n.sz.	0,082
Co	mg/kg	1,2	1,12	1,11	1,05	0,73	n.sz.	1,04
Cu	mg/kg	1,51	1,84	1,68	1,57	1,75	n.sz.	1,67
Fe	mg/kg	62,4	66,5	66,3	73,7	93,0	10,2	72,4
K ₂ O	mg/kg	161	117	287	162	546	228	255
Mg	mg/kg	128	160	169	157	225	28	168
Mn	mg/kg	171	166	168	163	161	n.sz.	166
Mo	mg/kg	0,037	0,02	0,038	0,041	0,052	0,012	0,038
Na	mg/kg	4,8	34,7	53,0	57,0	169,9	43,9	63,9
Ni	mg/kg	1,4	1,39	1,39	1,40	1,37	n.sz.	1,39
P ₂ O ₅	mg/kg	83	406	587	670	2244	711	798
Pb	mg/kg	3,01	2,67	2,82	2,76	3,03	n.sz.	2,86
Se	mg/kg	0,698	0,638	0,418	0,413	0,397	n.sz.	0,513
Sr	mg/kg	9,13	9,37	9,61	10,11	10,77	n.sz.	9,80
Zn	mg/kg	2,52	3,97	3,86	3,85	6,54	1,17	4,15
S	mg/kg	5,4	12,7	18,1	20,2	58,0	14,2	22,9

As:0,066; Cr:0,027; Hg:0,048 mg/kg kimutathatósági határ alatt

F2 húsfőzet alapú félérett komposzt hatása a talaj cc. HNO₃+cc. H₂O₂ oldható elemtartalmaira (0-20 cm). Órbottyán, 2003.08.11.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	14859	15340	16402	15315	15359	n.sz.	15455
As	mg/kg	3,52	3,95	4,09	3,59	4,16	n.sz.	3,86
B	mg/kg	5,75	5,74	5,89	5,61	6,03	n.sz.	5,8
Ba	mg/kg	74,1	73,3	78,4	76,7	79,3	n.sz.	76,4
Ca	mg/kg	4693	5854	6035	5468	7845	1734	5979
Co	mg/kg	4,67	4,53	4,71	4,62	4,66	n.sz.	4,64
Cr	mg/kg	25,0	22,1	23,7	23,7	23,8	n.sz.	23,7
Cu	mg/kg	7,18	7,75	7,71	7,45	8,88	n.sz.	7,79
Fe	mg/kg	16183	15676	16188	15772	15960	n.sz.	15956
Mg	mg/kg	3242	3370	3464	3231	3486	n.sz.	3359
Mn	mg/kg	521	494	511	507	492	n.sz.	505
Ni	mg/kg	12,8	12,9	13,1	12,6	12,9	n.sz.	12,9
P	mg/kg	643	831	1008	1014	1952	504	1090
Pb	mg/kg	11,1	10,8	10,9	10,8	10,8	n.sz.	10,9
Sr	mg/kg	26,2	26,9	28,4	29,9	29,4	n.sz.	28,2
Zn	mg/kg	33,4	34,9	37,5	37,4	40	5,0	36,6
K	mg/kg	2990	2948	3178	2940	3460	n.sz.	3103
Na	mg/kg	150	184	213	204	342	70	219
S	mg/kg	162	198	221	216	376	84	235

Cd:0,048; Hg:0,242; Mo:0,078; Se:0,460; Sn:0,425mg/kg kimutathatósági határérték alatt

Húsliszt hatása talaj alaptulajdonságaira (0-20 cm). Órbottyán, 2003.07.22.

Vizsgált jellemzők	Húsliszt t/ha					SzD _{5%}	Átlag
	0	2,5	5,0	10,0	20,0		
H%	1,16	1,22	1,19	1,21	1,18	n.sz.	1,19
pH(H ₂ O)	7,74	7,64	7,30	7,05	7,19	0,39	7,38
pH(KCl)	7,26	7,29	7,00	6,76	6,95	n.sz.	7,05
K _A	27,8	29,0	28,2	29,5	28,2	n.sz.	28,6
Só%	0,02	0,05	0,06	0,09	0,13	0,04	0,07
N%	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	n.sz.	0,07
NH ₄ -N mg/kg	9,1	8,6	8,1	23,1	55,3	26,4	20,8
NO ₃ -N mg/kg	9,5	38,2	41,0	83,5	128,9	52,8	60,2

CaCO₃ %-os mennyisége többnyire nem kimutatható vagy nyomokban (amennyiben CaCO₃% 0 és 0,5 között, valamint pH(H₂O) 7 felett, vagy pH(KCl) 6,5 felett)

Húsliszt hatása talaj ammonium-acetát+EDTA oldható elemtartalmaira (0-20 cm). Órbottyán,
2003.07.22.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Húsliszt t/ha					SzD _{5%}	Átlag
		0	2,5	5,0	10,0	20,0		
Al	mg/kg	35,4	33,1	35,3	32,1	31,3	n.sz.	33,4
As	mg/kg	0,224	0,236	0,174	0,283	0,304	n.sz.	0,244
B	mg/kg	0,491	0,546	0,519	0,424	0,461	n.sz.	0,488
Ba	mg/kg	9,12	9,26	8,70	8,42	8,71	n.sz.	8,84
Ca	mg/kg	5150	9920	3218	2230	7104	n.sz.	5524
Cd	mg/kg	0,074	0,077	0,075	0,067	0,07	n.sz.	0,073
Co	mg/kg	1,056	0,941	1,11	1,048	0,838	n.sz.	0,999
Cu	mg/kg	1,77	1,87	1,76	1,85	1,97	n.sz.	1,84
Fe	mg/kg	54,5	67,7	51,3	46,8	59,6	n.sz.	56,0
K ₂ O	mg/kg	122	213	142	88	260	n.sz.	165
Mg	mg/kg	202	284	171	142	218	n.sz.	203
Mn	mg/kg	139	132	143	139	132	n.sz.	137
Na	mg/kg	7,3	12,8	10,1	12,7	26,1	9,3	13,8
Ni	mg/kg	1,29	1,19	1,29	1,23	1,11	n.sz.	1,22
P ₂ O ₅	mg/kg	78	149	128	142	315	152	162
Pb	mg/kg	2,35	2,29	2,32	2,21	2,26	n.sz.	2,29
Sr	mg/kg	14,5	21,1	9,7	7,7	15,9	n.sz.	13,8
Zn	mg/kg	1,98	3,18	2,12	1,33	2,18	n.sz.	2,16
S	mg/kg	1,49	6,89	5,50	7,76	17,41	6,55	7,81

Cr:0,027; Hg:0,048; Mo:0,016; Se:0,092 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

Húsliszt hatása talaj cc. HNO₃+cc. H₂O₂ oldható elemtartalmaira (0-20 cm). Órbottyán,
2003.07.22.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Húsliszt t/ha					SzD _{5%}	Átlag
		0	2,5	5,0	10,0	20,0		
Al	mg/kg	15645	14740	14114	15844	15175	n.sz.	15104
As	mg/kg	3,62	3,39	3,01	3,18	3,23	n.sz.	3,29
B	mg/kg	5,45	5,39	4,74	5,44	5,22	n.sz.	5,25
Ba	mg/kg	66,5	61,6	62,1	71,1	65,2	n.sz.	65,3
Ca	mg/kg	10057	17215	5448	5014	12156	n.sz.	9978
Co	mg/kg	4,56	4,14	4,04	4,74	4,39	n.sz.	4,37
Cr	mg/kg	22,7	21,2	20,2	24,3	21,1	n.sz.	21,9
Cu	mg/kg	6,77	6,58	5,96	6,79	6,98	n.sz.	6,62
Fe	mg/kg	15964	15076	14502	16333	15692	n.sz.	15513
Mg	mg/kg	4154	5115	3095	3239	4287	n.sz.	3978
Mn	mg/kg	456	413	399	453	428	n.sz.	430
Ni	mg/kg	12,8	12,0	11,9	13,2	12,6	n.sz.	12,5
P	mg/kg	558	609	530	587	676	n.sz.	592
Pb	mg/kg	9,59	8,93	8,70	10,24	9,55	n.sz.	9,4
Sr	mg/kg	33,1	38,2	21,0	24,4	31,8	n.sz.	29,7
Zn	mg/kg	31,4	30,6	29,9	31,9	29,9	n.sz.	30,7
K	mg/kg	2728	2696	2481	2712	2741	n.sz.	2672
Na	mg/kg	142	147	130	152	160	n.sz.	146
S	mg/kg	151	169	149	160	172	n.sz.	160

Cd:0,048; Hg:0,242; Mo:0,078; Se:0,460; Sn:0,425mg/kg kimutathatósági határérték alatt

8. melléklet

A 2002-ben végzett növényvizsgálatok részletes eredményei

É1 érett komposzt hatása a csemege kukorica földfeletti részének elemtartalmára címerhányáskor. Órbottyán, 2002. 07. 01. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Hg	mg/kg	0,337	0,377	0,366	0,325	0,326	n.sz.	0,346
Mo	mg/kg	0,370	0,392	0,411	0,507	0,672	0,116	0,470
B	mg/kg	14,6	11,8	13,8	16,2	12,5	3,4	13,8
Zn	mg/kg	49,9	59,7	74,4	92,8	83,6	18,2	72,1
P	mg/kg	3981	3886	4092	4409	4201	n.sz.	4114
Co	mg/kg	0,198	0,196	0,251	0,21	0,197	n.sz.	0,210
Cd	mg/kg	0,155	0,147	0,170	0,208	0,216	0,049	0,179
Ni	mg/kg	0,778	0,739	1,058	0,923	0,807	0,240	0,861
Fe	mg/kg	319	321	659	490	360	244	430
Cr	mg/kg	0,568	0,3	0,734	0,972	0,42	0,516	0,599
Mg	mg/kg	6442	5895	5062	4569	3764	623	5146
Mn	mg/kg	106	99	104	104	105	n.sz.	104
Cu	mg/kg	10,0	10,3	11,4	10,8	10,2	n.sz.	10,5
Al	mg/kg	192	149	252	188	146	n.sz.	186
Sr	mg/kg	45,9	37,4	33,2	39,2	31,4	n.sz.	37,4
Ca	%	0,932	0,896	0,896	0,907	0,887	n.sz.	0,903
Ba	mg/kg	4,76	4,73	9,56	11,89	4,96	n.sz.	7,18
Na	mg/kg	28,6	24,6	31	40,2	46	n.sz.	34,1
K	%	2,05	2,73	2,98	3,83	4,39	0,35	3,19
S	mg/kg	2894	3402	3594	3686	3532	381	3422
N	%	3,36	3,52	3,69	3,63	3,92	0,26	3,62
NO ₃ -N	mg/g	1,91	1,99	2,07	2,80	3,40	0,78	2,44

As:0,328 mg/kg, Se:0,46 mg/kg, Pb:0,53 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É1 érett komposzt hatása a csemege kukorica szár elemtartalmára betakarításkor. Órbottyán,
2002. 09. 16. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Mo	mg/kg	0,331	0,336	0,351	0,41	0,406	n.sz.	0,367
B	mg/kg	13,4	11,48	10,73	11,63	10,22	n.sz.	11,49
Zn	mg/kg	45,4	55,9	75,3	62,6	67,9	n.sz.	61,4
P	mg/kg	2955	2821	2537	2742	2461	n.sz.	2703
Co	mg/kg	0,551	0,392	0,535	0,362	0,344	0,168	0,437
Cd	mg/kg	0,189	0,173	0,216	0,225	0,228	n.sz.	0,206
Ni	mg/kg	1,744	1,208	1,661	1,044	1,157	0,581	1,363
Fe	mg/kg	1913	1336	1858	1283	1064	678	1491
Cr	mg/kg	3,64	2,69	2,99	2,03	1,67	n.sz.	2,6
Mg	mg/kg	5544	5139	4759	4076	3951	1083	4694
Mn	mg/kg	86,7	72,0	66,9	52,2	49,0	18,2	65,3
Cu	mg/kg	10,7	10,58	12,18	10,92	10,95	n.sz.	11,06
Al	mg/kg	2055	1322	1817	1293	1029	782	1503
Sr	mg/kg	53,0	41,2	40,1	48,1	40,7	n.sz.	44,6
Ca	%	1,002	0,904	0,918	0,889	0,908	n.sz.	0,924
Ba	mg/kg	17,02	11,18	12,53	10,54	9,92	4,49	12,24
Na	mg/kg	37,9	26,4	63,6	46,7	121,6	n.sz.	59,2
K	%	1,22	1,31	2,03	2,12	2,41	0,67	1,82
S	mg/kg	2892	3164	3224	3275	2936	n.sz.	3098
N	%	1,77	1,72	1,85	1,93	1,90	n.sz.	1,83
NO ₃ -N	mg/g	0,8	0,71	1,09	1,10	1,25	0,31	0,99

As: 0,328 mg/kg, Hg: 0,242 mg/kg, Se: 0,46 mg/kg, Pb: 0,53mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É1 érett komposzt hatása a csemege kukorica szem elemtartalmára betakarításkor. Órbottyán,
2002. 09. 16. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Mo	mg/kg	0,157	0,128	0,177	0,21	0,227	n.sz.	0,18
B	mg/kg	1,83	1,64	1,55	1,99	2,00	n.sz.	1,80
Zn	mg/kg	35,4	39,1	42,6	41,8	44,0	n.sz.	40,6
P	mg/kg	4341	4350	3977	4285	4314	n.sz.	4253
Fe	mg/kg	38,1	37,1	39,2	40,7	59,9	n.sz.	43,0
Mg	mg/kg	1727	1721	1538	1626	1629	n.sz.	1648
Mn	mg/kg	13,28	13,38	12,15	12,93	13,43	n.sz.	13,03
Cu	mg/kg	2,47	2,66	2,29	2,45	2,20	n.sz.	2,41
Al	mg/kg	3,10	3,46	5,06	4,99	4,41	n.sz.	4,20
Sr	mg/kg	0,503	0,429	0,366	0,405	0,38	n.sz.	0,417
Ca	mg/kg	120	325	99	94	101	n.sz.	148
Ba	mg/kg	0,325	0,31	0,161	0,255	0,322	n.sz.	0,275
Na	mg/kg	4,82	5,11	4,81	5,67	4,12	n.sz.	4,91
K	%	0,551	0,549	0,498	0,551	0,581	n.sz.	0,546
S	mg/kg	1996	1950	1942	2228	2170	n.sz.	2057
N	%	2,37	2,49	2,56	2,58	2,56	n.sz.	2,51
NO ₃ -N	mg/g	0,31	0,32	0,32	0,30	0,24	n.sz.	0,30

As:0,328 mg/kg, Co:0,078 mg/kg, Cd:0,048 mg/kg, Cr:0,135 mg/kg, Hg: 0,242 mg/kg, Ni:0,166 mg/kg, Se:0,46 mg/kg, Pb:0,53 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É2 éretlen komposzt hatása a csemege kukorica földfeletti részének elemtartalmára címerhányáskor. Órbottyán, 2002. 07. 01. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
B	mg/kg	10,14	11,01	12,76	14,2	17,47	5,68	13,12
Zn	mg/kg	44,5	50,3	53,5	57,6	58,3	n.sz.	52,8
P	mg/kg	3504	3562	3434	3419	3513	n.sz.	3486
Co	mg/kg	0,085	0,104	0,089	0,087	0,089	n.sz.	0,091
Cd	mg/kg	0,069	0,093	0,118	0,137	0,145	n.sz.	0,113
Fe	mg/kg	181	217	190	222	195	n.sz.	201
Cr	mg/kg	0,261	0,363	0,255	0,286	0,258	n.sz.	0,284
Mg	mg/kg	4920	4717	4153	3756	3254	745	4160
Mn	mg/kg	96	108	123	158	166	n.sz.	130
Cu	mg/kg	10,2	10,55	9,96	9,45	9,07	n.sz.	9,84
Al	mg/kg	78,6	93,2	77,6	95,7	83,4	n.sz.	85,7
Sr	mg/kg	31,3	34,7	36,5	46	45,5	10,3	38,8
Ca	%	0,973	1,064	1,023	1,131	1,15	n.sz.	1,068
Ba	mg/kg	2,12	3,54	3,63	14,72	5,38	n.sz.	5,88
Na	mg/kg	40,9	53,7	34,8	298,3	69,8	n.sz.	99,5
K	%	1,94	2,33	2,46	2,55	2,68	0,39	2,39
S	mg/kg	2620	3102	3077	3139	3262	331	3040
N	%	3,41	3,66	3,73	3,89	3,90	0,31	3,71
NO ₃ -N	mg/g	1,75	1,91	1,96	2,80	3,16	1,17	1,17

As:0,328 mg/kg, Hg: 0,242 mg/kg, Mo:0,078 mg/kg, Ni:0,166 mg/kg, Se:0,46 mg/kg, Pb:0,53 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É2 éretlen komposzt hatása a csemege kukorica szár elemtartalmára betakarításkor. Órbottyán, 2002. 09. 16. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Mo	mg/kg	0,342	0,194	0,141	0,126	0,160	0,163	0,230
B	mg/kg	8,96	8,01	8,38	8,25	8,05	n.sz.	8,33
Zn	mg/kg	36,5	33,2	41,3	40,5	36,4	n.sz.	37,57
P	mg/kg	1970	1273	1521	1522	1367	n.sz.	1530
Co	mg/kg	0,341	0,34	0,338	0,408	0,437	n.sz.	0,373
Cd	mg/kg	0,103	0,103	0,126	0,133	0,263	n.sz.	0,145
Ni	mg/kg	1,019	0,94	0,881	1,119	1,288	0,283	1,049
Fe	mg/kg	883	1050	965	1184	1249	n.sz.	1066
Cr	mg/kg	1,45	1,41	1,33	1,79	1,75	n.sz.	1,55
Mg	mg/kg	4469	4844	4537	4066	4377	n.sz.	4459
Mn	mg/kg	122,8	129	137,5	179,5	199,5	n.sz.	153,7
Cu	mg/kg	10,47	12,95	11,9	11,07	9,82	n.sz.	11,24
Al	mg/kg	773	769	707	955	973	n.sz.	835
Sr	mg/kg	47,4	50,1	55,3	55,3	59,4	n.sz.	53,5
Ca	%	1,42	1,50	1,50	1,36	1,46	n.sz.	1,45
Ba	mg/kg	7,96	9,08	8,98	10,09	12,31	n.sz.	9,68
Na	mg/kg	88	32	92	85	293	n.sz.	118
K	%	1,42	1,54	1,75	1,93	1,50	n.sz.	1,63
S	mg/kg	2086	2038	2048	2014	1874	n.sz.	2012
N	%	1,62	1,75	1,66	2,07	1,88	n.sz.	1,80
NO ₃ -N	mg/g	1,08	0,92	1,08	1,33	1,85	n.sz.	1,25

As: 0,328 mg/kg, Hg: 0,242 mg/kg, Se: 0,46 mg/kg, Pb: 0,53 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É2 éretlen komposzt hatása a csemege kukorica szem elemtartalmára betakarításkor.
 Órbottyán, 2002. 09. 16. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
B	mg/kg	1,72	1,72	1,72	1,71	1,68	n.sz.	1,71
Zn	mg/kg	32,8	33,5	43,2	36,5	32,1	n.sz.	35,6
P	mg/kg	4148	3958	3748	3771	3449	n.sz.	3815
Fe	mg/kg	27,1	26,6	29,4	30,6	26,7	n.sz.	28,1
Mg	mg/kg	1640	1588	1478	1506	1377	n.sz.	1518
Mn	mg/kg	11,4	11,2	11,2	12,18	10,96	n.sz.	11,39
Cu	mg/kg	2,27	2,6	2,22	2,43	2,06	n.sz.	2,32
Sr	mg/kg	0,396	0,356	0,542	0,48	0,553	n.sz.	0,465
Ca	mg/kg	140	126	131	136	156	n.sz.	138
Ba	mg/kg	0,062	0,043	0,228	0,033	0,038	n.sz.	0,08
Na	mg/kg	2,64	2,11	1,49	2,08	2,34	n.sz.	2,13
K	%	0,552	0,514	0,498	0,507	0,504	n.sz.	0,515
S	mg/kg	1728	1726	1764	1827	1752	n.sz.	1759
N	%	2,53	2,69	2,76	2,71	2,69	n.sz.	2,67
NO ₃ -N	mg/g	0,28	0,28	0,26	0,29	0,25	n.sz.	0,27

Al: 0,851 mg/kg, As: 0,328 mg/kg, Co: 0,078 mg/kg, Cd: 0,048 mg/kg, Cr: 0,135 mg/kg Hg: 0,242 mg/kg, Mo: 0,078 mg/kg, Ni: 0,166 mg/kg, Se: 0,46 mg/kg, Pb: 0,53 mg/kg kimutathatóssági határérték alatt.

9. melléklet

A 2003-ban végzett növényvizsgálatok részletes eredményei

É1 érett komposzt hatása a fehér mustár mag elemtartalmára betakarításkor. Órbottyán, 2003.
07. 09. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	10,12	9,30	7,12	11,51	14,36	n.sz.	10,48
B	mg/kg	10,95	10,33	8,79	11,54	8,94	n.sz.	10,11
Ba	mg/kg	3,51	2,65	2,13	3,41	2,61	n.sz.	2,86
Ca	mg/kg	8535	8298	7593	8691	8479	n.sz.	8319
Cd	mg/kg	0,174	0,127	0,089	0,090	0,095	0,043	0,115
Co	mg/kg	0,036	0,047	0,022	0,041	0,038	n.sz.	0,037
Cu	mg/kg	4,99	5,26	4,72	4,92	5,07	n.sz.	4,99
Fe	mg/kg	83,3	87,5	82,5	86,4	93,3	6,82	86,6
K	mg/kg	11004	10417	10424	10846	11351	676	10808
Mg	mg/kg	3068	3041	2883	2905	2976	n.sz.	2975
Mn	mg/kg	26,4	25,2	22,5	23,1	23,9	2,4	24,2
Mo	mg/kg	0,468	0,559	0,462	0,419	0,484	n.sz.	0,478
Na	mg/kg	25,1	19,7	19,4	23,2	32,8	8,6	24,0
P	mg/kg	7915	8331	8482	8077	8497	n.sz.	8260
Sr	mg/kg	23,5	22,6	18,0	23,1	22,6	n.sz.	22,0
Zn	mg/kg	74,5	75,2	78,3	75,6	80,6	n.sz.	76,8
S	mg/kg	13004	14304	15348	14736	14708	1118	14420
N	%	4,64	5,05	5,09	4,80	5,13	n.sz.	4,94

As:0,328, Cr:0,135, Hg:0,242, Ni:0,166, Pb:0,530, Se:0,46mg/kg kimutathatósági határ alatt

É1 érett komposzt hatása a fehér mustár szár+becő elemtartalmára betakarításkor. Órbottyán,
2003. 07. 09. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	45,9	45,4	43,2	30,1	48,6	n.sz.	42,7
B	mg/kg	20,1	17,1	18,6	21,4	16,6	n.sz.	18,7
Ba	mg/kg	9,08	8,44	7,45	9,91	7,52	n.sz.	8,48
Ca	mg/kg	20622	21380	21861	21517	21433	n.sz.	21363
Cd	mg/kg	0,506	0,411	0,368	0,451	0,337	n.sz.	0,415
Co	mg/kg	0,117	0,096	0,097	0,068	0,064	n.sz.	0,088
Cu	mg/kg	3,46	3,12	3,37	3,06	3,59	n.sz.	3,32
Fe	mg/kg	90,0	88,1	84,8	66,0	104,0	n.sz.	86,6
K	mg/kg	17835	17037	17840	19937	19716	n.sz.	18473
Mg	mg/kg	2666	2590	2729	2720	2849	n.sz.	2711
Mn	mg/kg	33,5	29,2	30,1	26,2	31,9	n.sz.	30,2
Mo	mg/kg	0,673	0,845	0,806	0,660	0,946	n.sz.	0,786
Na	mg/kg	78,9	93,5	124,4	159,9	246,7	97,4	140,7
P	mg/kg	1858	1729	1967	1849	2404	n.sz.	1961
Sr	mg/kg	70,1	70,6	63,3	70,9	66,0	n.sz.	68,2
Zn	mg/kg	41,5	37,6	38,1	39,9	46,3	n.sz.	40,7
S	mg/kg	3679	4472	5549	5486	6323	1143	5102
N	%	1,84	1,60	1,67	1,56	1,99	n.sz.	1,73

As:0,328, Cr:0,135, Hg:0,242, Ni:0,166, Pb:0,530, Se:0,46mg/kg kimutathatósági határ alatt

É2 éretlen komposzt hatása a fehér mustár mag elemtartalmára betakarításkor. Órbottyán,
2003. 07. 09. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	14,4	15,8	26,9	44,3	30,6	21,2	26,4
B	mg/kg	10,30	9,71	9,68	10,56	9,90	n.sz.	10,03
Ba	mg/kg	1,13	0,84	1,35	1,67	1,54	n.sz.	1,30
Ca	mg/kg	7335	6883	8424	9156	8892	n.sz.	8138
Cd	mg/kg	0,191	0,136	0,127	0,142	0,124	0,036	0,144
Cu	mg/kg	5,66	5,48	6,05	5,73	6,25	0,46	5,83
Fe	mg/kg	83,8	86,4	95,4	99,6	101,1	n.sz.	93,3
K	mg/kg	10402	10721	10902	11818	11485	n.sz.	11066
Mg	mg/kg	2908	2803	2824	2771	2689	n.sz.	2799
Mn	mg/kg	25,5	25,8	28,2	30,2	31,4	4,6	28,2
Mo	mg/kg	0,914	0,623	0,464	0,339	0,256	0,290	0,519
Na	mg/kg	16,1	22,1	63,8	153,2	171,2	95,3	85,3
Ni	mg/kg	0,347	0,179	0,347	0,458	0,952	n.sz.	0,457
P	mg/kg	8645	8318	8597	8330	8452	n.sz.	8468
Sr	mg/kg	22,3	18,2	22,2	25,2	23,1	n.sz.	22,2
Zn	mg/kg	74,2	71,3	79,6	80,4	81,9	n.sz.	77,5
S	mg/kg	10994	12996	13343	13461	14319	1721	13023
N	%	5,29	5,54	5,83	5,52	5,60	n.sz.	5,56

As:0,328, Co:0,078, Cr:0,135, Hg:0,242, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É2 éretlen komposzt hatása a fehér mustár szár + becő elemtartalmára betakarításkor.
Órbottyán, 2003. 07. 09. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	137	90	224	229	247	n.sz.	185
B	mg/kg	15,4	15,1	17,1	17,8	18,0	n.sz.	16,7
Ba	mg/kg	5,87	4,50	7,90	8,64	10,18	n.sz.	7,42
Ca	mg/kg	25924	24055	26115	27012	27737	n.sz.	26169
Cd	mg/kg	0,431	0,327	0,372	0,416	0,380	n.sz.	0,385
Co	mg/kg	0,126	0,105	0,186	0,187	0,231	n.sz.	0,167
Cr	mg/kg	0,258	0,134	0,298	0,288	0,318	n.sz.	0,259
Cu	mg/kg	4,90	4,49	6,08	6,06	5,92	1,19	5,49
Fe	mg/kg	289	145	311	293	365	n.sz.	281
K	mg/kg	15454	18848	14080	13932	15883	n.sz.	15639
Mg	mg/kg	1767	1956	2456	2727	2581	808	2297
Mn	mg/kg	35,0	32,0	67,2	89,4	100,0	n.sz.	64,7
Mo	mg/kg	1,558	1,009	0,758	0,552	0,412	0,433	0,858
Na	mg/kg	99	215	559	835	1288	596	599
Ni	mg/kg	1,249	0,823	0,887	0,978	1,099	n.sz.	1,007
P	mg/kg	1787	1721	3014	3310	3188	926	2604
Sr	mg/kg	91,0	78,1	86,4	84,8	88,1	n.sz.	85,7
Zn	mg/kg	33,6	35,0	53,8	57,6	55,2	17,3	47,0
S	mg/kg	2623	3596	5263	5948	6588	1184	4804
N	%	1,88	2,16	2,97	3,42	3,08	0,63	2,70

As:0,328, Hg:0,242, Pb:0,53, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F1 húsliszt alapú félérett komposzt hatása a fehér mustár mag elemtartalmára betakarításkor.
 Órbottyán, 2003. 07. 21. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mértékegység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	51,4	64,5	74,8	31,8	28,2	n.sz.	50,1
B	mg/kg	13,1	12,7	13,4	11,8	12,5	n.sz.	12,7
Ba	mg/kg	1,34	1,21	1,48	1,14	1,54	n.sz.	1,34
Ca	mg/kg	8178	8218	8894	7402	7572	n.sz.	8053
Cd	mg/kg	0,165	0,101	0,126	0,109	0,158	0,042	0,132
Cu	mg/kg	6,05	6,16	6,36	6,26	5,83	n.sz.	6,13
Fe	mg/kg	121	133	117	110	96	n.sz.	115
K	mg/kg	8810	9457	9321	8907	8714	n.sz.	9042
Mg	mg/kg	3022	2874	2767	2744	2441	280	2770
Mn	mg/kg	34,1	33,6	31,8	31,9	31,8	n.sz.	32,6
Mo	mg/kg	0,675	0,472	0,340	0,238	0,182	0,272	0,381
Na	mg/kg	18,7	49,0	64,8	42,0	43,5	n.sz.	43,6
Ni	mg/kg	0,433	0,251	0,284	0,320	0,222	n.sz.	0,302
P	mg/kg	8349	8402	8460	8198	6814	789	8045
Sr	mg/kg	24,9	21,1	26,7	21,6	26,1	5,0	24,1
Zn	mg/kg	79,4	85,1	85,3	84,9	78,6	n.sz.	82,7
S	mg/kg	10842	13943	13311	14673	15310	1444	13616
N	%	5,69	5,65	5,67	6,17	5,91	n.sz.	5,82

As:0,328, Co:0,078, Cr:0,135, Hg:0,242, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F1 húsliszt alapú félérett komposzt hatása a fehér mustár szár + becő elemtartalmára betakarításkor. Órbottyán, 2003. 07. 21. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mértékegység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	763	533	595	437	294	n.sz.	524
B	mg/kg	23,0	21,6	22,0	21,4	23,4	n.sz.	22,3
Ba	mg/kg	10,74	9,56	10,64	9,70	9,97	n.sz.	10,12
Ca	mg/kg	25883	27127	27438	26712	29691	n.sz.	27370
Cd	mg/kg	0,520	0,450	0,428	0,384	0,513	0,110	0,459
Co	mg/kg	0,415	0,283	0,311	0,239	0,199	n.sz.	0,289
Cr	mg/kg	1,083	0,688	0,808	0,615	0,390	n.sz.	0,717
Cu	mg/kg	5,20	6,20	6,29	5,39	5,04	0,75	5,62
Fe	mg/kg	1031	661	753	566	385	n.sz.	679
K	mg/kg	8882	11940	11779	11696	10874	n.sz.	11034
Mg	mg/kg	2520	2508	2558	2504	2061	327	2430
Mn	mg/kg	90,1	85,4	83,6	74,2	67,1	n.sz.	80,1
Mo	mg/kg	0,816	0,585	0,455	0,319	0,298	0,247	0,495
Na	mg/kg	236	913	983	1469	651	560	850
Ni	mg/kg	1,206	0,762	0,823	0,680	0,636	n.sz.	0,822
P	mg/kg	2294	2796	2782	2240	1562	444	2335
Pb	mg/kg	1,020	0,750	0,956	0,846	0,591	n.sz.	0,833
Sr	mg/kg	100	99	113	106	122	n.sz.	108
Zn	mg/kg	45,9	53,5	53,3	50,5	55,1	n.sz.	51,7
S	mg/kg	3118	5483	5606	5984	6293	770	5297
N	%	2,73	3,35	3,16	2,83	3,00	n.sz.	3,01

As:0,328, Hg:0,242, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F2 húsfőzet alapú félérett komposzt hatása a fehér mustár mag elemtartalmára betakarításkor.
 Örbottyán, 2003. 08. 11. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	34,2	44,9	43,4	44,9	46,1	n.sz.	42,7
B	mg/kg	17,4	16,9	15,0	17,7	16,6	n.sz.	16,7
Ba	mg/kg	2,55	4,93	4,32	6,69	6,24	n.sz.	4,95
Ca	mg/kg	8861	10916	10342	11183	11656	n.sz.	10592
Cd	mg/kg	0,337	0,381	0,316	0,297	0,327	n.sz.	0,332
Co	mg/kg	0,102	0,116	0,103	0,109	0,122	n.sz.	0,110
Cr	mg/kg	0,237	0,313	0,200	0,453	0,218	0,185	0,284
Cu	mg/kg	8,26	8,06	7,51	7,45	7,47	n.sz.	7,75
Fe	mg/kg	107	111	108	105	103	n.sz.	107
K	mg/kg	17180	24351	22226	27327	26148	n.sz.	23446
Mg	mg/kg	3747	3811	3895	3736	3717	n.sz.	3781
Mn	mg/kg	44,9	46,0	45,1	53,5	51,6	n.sz.	48,2
Mo	mg/kg	0,572	0,533	0,558	0,400	0,432	n.sz.	0,499
Na	mg/kg	98	268	323	629	614	271	386
Ni	mg/kg	2,19	2,56	1,67	1,88	2,36	n.sz.	2,13
P	mg/kg	9683	9174	9519	9036	8999	n.sz.	9282
Sr	mg/kg	34,3	46,2	44,1	58,2	54,7	n.sz.	47,5
Zn	mg/kg	88,1	90,6	85,4	92,1	91,7	n.sz.	89,6
S	mg/kg	11726	13503	13950	14282	15078	3947	13146
N	%	6,20	5,57	5,52	5,39	5,55	n.sz.	5,65

As:0,328, Hg:0,242, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F2 húsfőzet alapú félérett komposzt hatása fehér mustár szár + becő elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Örbottyán, 2003. 08. 11. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	642	398	567	612	409	n.sz.	526
B	mg/kg	31,0	26,6	25,9	26,9	26,3	n.sz.	27,3
Ba	mg/kg	14,1	16,4	16,2	19,3	18,4	n.sz.	16,9
Ca	mg/kg	24837	25289	25790	23396	26585	2142	25179
Cd	mg/kg	1,006	0,979	0,894	0,749	0,862	n.sz.	0,898
Co	mg/kg	0,366	0,284	0,354	0,400	0,295	n.sz.	0,340
Cr	mg/kg	0,938	0,557	0,788	0,811	0,664	n.sz.	0,752
Cu	mg/kg	6,97	7,27	7,52	7,26	7,28	n.sz.	7,26
Fe	mg/kg	879	567	778	859	566	n.sz.	730
K	mg/kg	21207	27906	26163	26681	28244	4205	26040
Mg	mg/kg	3912	4067	4046	4030	4039	n.sz.	4019
Mn	mg/kg	130	127	135	161	161	27	143
Mo	mg/kg	0,802	0,730	0,831	0,567	0,594	0,227	0,705
Na	mg/kg	339	732	904	1442	1853	686	1054
Ni	mg/kg	1,93	1,43	1,41	1,70	1,78	n.sz.	1,65
P	mg/kg	3616	3787	3941	3736	3653	n.sz.	3747
Pb	mg/kg	1,233	0,769	0,869	0,906	0,676	n.sz.	0,891
Sr	mg/kg	117	113	114	123	126	n.sz.	119
Zn	mg/kg	73,9	71,4	76,4	85,0	83,7	n.sz.	78,1
S	mg/kg	5169	7464	7541	8112	8627	1228	7383
N	%	3,05	3,37	3,55	3,69	4,03	0,55	3,54

As:0,328, Hg:0,242, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

Húsliszt hatása fehér mustár mag elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban.
Órbottyán, 2003. 07. 21. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	226	313	207	114	93	n.sz.	191
B	mg/kg	19,3	20,0	18,4	18,6	14,6	n.sz.	18,2
Ba	mg/kg	4,51	5,32	4,06	4,05	3,76	n.sz.	4,34
Ca	mg/kg	12245	15870	12291	11027	9870	4098	12261
Cd	mg/kg	0,250	0,267	0,205	0,248	0,208	n.sz.	0,236
Cr	mg/kg	0,627	0,939	0,858	0,443	0,369	n.sz.	0,647
Cu	mg/kg	7,04	8,68	8,08	7,66	7,29	n.sz.	7,75
Fe	mg/kg	115	142	142	121	117	n.sz.	127
K	mg/kg	9925	9463	9762	9991	9150	n.sz.	9658
Mg	mg/kg	3602	3775	3889	3591	3091	n.sz.	3590
Mn	mg/kg	40,0	52,2	47,6	49,1	45,0	n.sz.	46,8
Mo	mg/kg	0,778	0,699	0,511	0,279	0,287	0,245	0,511
Na	mg/kg	61,5	112,1	113,2	115,3	86,4	42,6	97,7
Ni	mg/kg	1,13	1,12	1,10	0,91	0,78	n.sz.	1,01
P	mg/kg	8546	8037	9365	8505	7640	n.sz.	8419
Sr	mg/kg	43,8	53,7	34,0	33,0	29,7	n.sz.	38,8
Zn	mg/kg	85,2	100,3	102,1	92,3	88,1	n.sz.	93,6
S	mg/kg	9317	8545	11482	13200	13927	1886	11294
N	%	4,68	4,35	5,15	5,11	5,18	0,61	4,89

As:0,328, Co:0,078, Hg:0,242, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

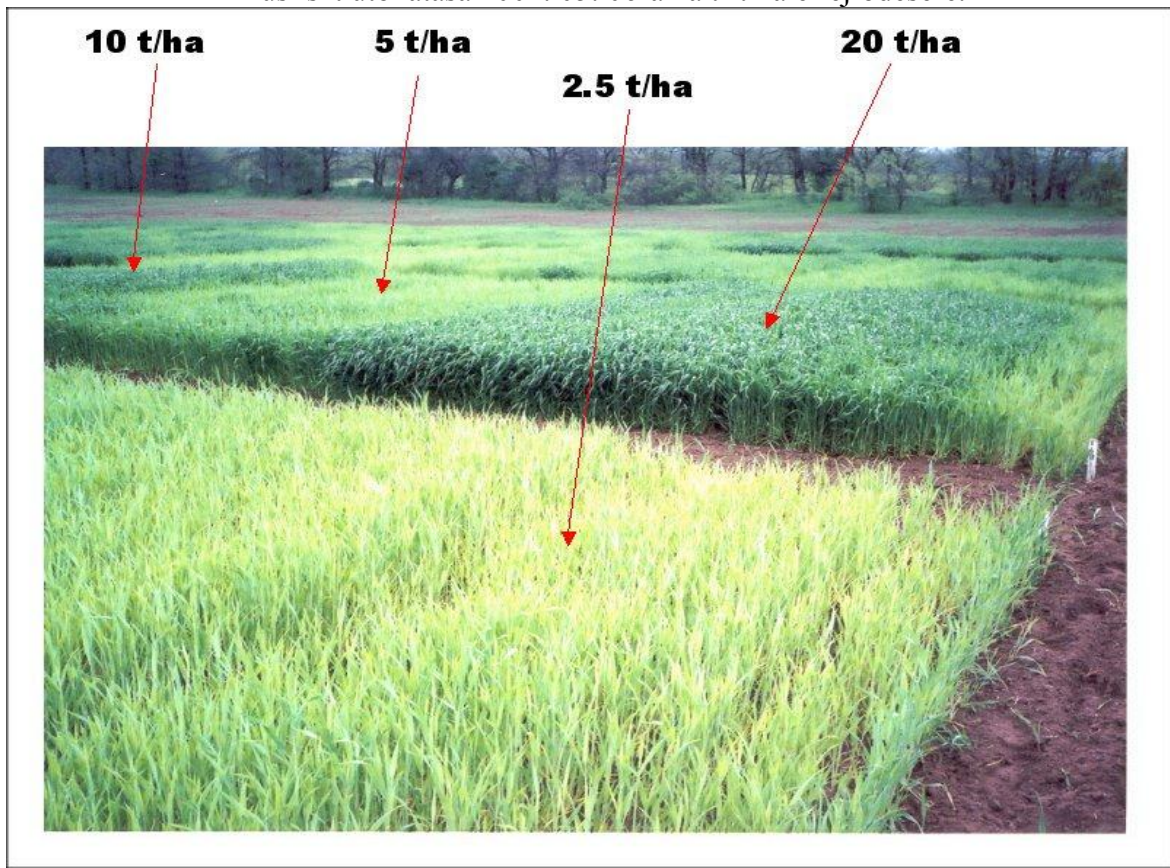
Húsliszt hatása fehér mustár szár + becő elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban.
Órbottyán, 2003. 07. 21. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	829	570	741	463	283	n.sz.	577
B	mg/kg	23,7	22,2	24,2	23,9	21,1	n.sz.	23,0
Ba	mg/kg	10,64	10,90	11,07	10,61	9,86	n.sz.	10,62
Ca	mg/kg	22923	25519	26572	25372	25272	n.sz.	25132
Cd	mg/kg	0,492	0,535	0,623	0,600	0,518	n.sz.	0,554
Co	mg/kg	0,420	0,313	0,371	0,259	0,206	n.sz.	0,314
Cr	mg/kg	1,142	0,805	1,031	0,602	0,362	n.sz.	0,788
Cu	mg/kg	5,56	5,79	6,33	5,85	5,02	n.sz.	5,71
Fe	mg/kg	982	672	851	536	339	n.sz.	676
K	mg/kg	8766	13635	10282	9854	8323	4054	10172
Mg	mg/kg	2613	3083	3199	3029	2684	684	2922
Mn	mg/kg	95,3	85,1	122,5	112,8	82,0	n.sz.	99,5
Mo	mg/kg	0,946	0,600	0,509	0,334	0,263	n.sz.	0,530
Na	mg/kg	260	564	576	844	770	306	603
Ni	mg/kg	1,175	0,905	1,050	0,850	0,619	n.sz.	0,920
P	mg/kg	2944	3271	3180	2642	1836	701	2775
Pb	mg/kg	1,007	0,663	0,770	0,501	0,394	n.sz.	0,667
Sr	mg/kg	78,3	81,5	77,1	82,6	80,7	n.sz.	80,0
Zn	mg/kg	51,5	60,6	61,2	53,8	47,5	n.sz.	54,9
S	mg/kg	3231	4005	5002	5060	5012	1106	4462
N	%	2,93	3,29	3,56	3,78	3,18	0,60	3,35

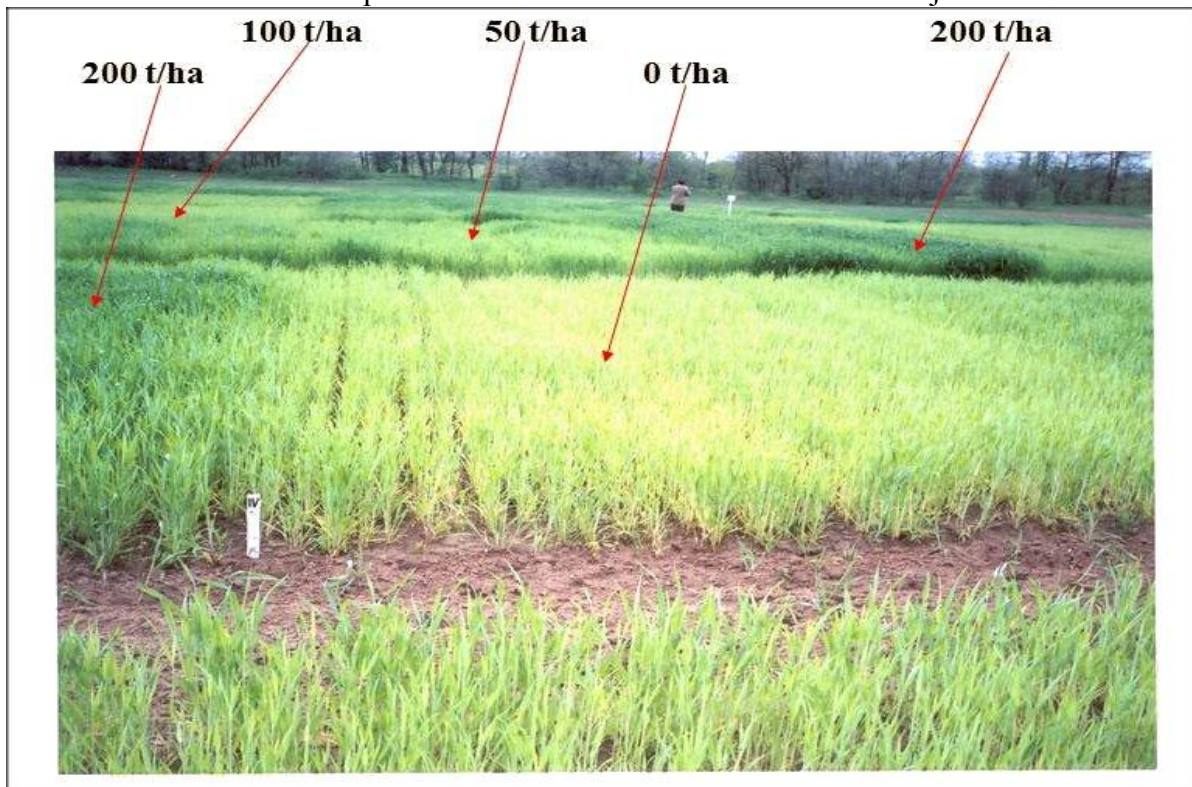
As:0,328, Hg:0,242, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

10. melléklet

A húsliszt utóhatása 2004. 05. 06-án a tritikálé fejlődésére.



É2 éretlen komposzt utóhatása 2004. 05. 06-án a tritikálé fejlődésére.



11. melléklet

A 2004-ben végzett növényvizsgálatok részletes eredményei

É1 érett komposzt utóhatása tritikálé szalma + pelyva elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2004. 07. 19. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	200	214	122	153	132	n.sz.	164
B	mg/kg	6,32	5,52	5,71	6,77	6,08	n.sz.	6,08
Ba	mg/kg	12,8	10,9	9,8	9,5	8,5	n.sz.	10,3
Ca	mg/kg	2637	2790	2724	2431	2444	n.sz.	2605
Cr	mg/kg	0,588	0,762	1,001	0,574	0,458	n.sz.	0,676
Cu	mg/kg	3,24	3,07	3,15	3,05	3,37	n.sz.	3,18
Fe	mg/kg	199	215	132	123	122	n.sz.	158
K	mg/kg	5753	5925	5923	4839	4910	n.sz.	5470
Mg	mg/kg	2577	2586	2589	2692	2611	n.sz.	2611
Mn	mg/kg	46,0	37,2	29,1	35,1	30,3	n.sz.	35,5
Mo	mg/kg	0,663	0,839	0,876	0,988	1,485	0,603	0,970
Na	mg/kg	19,9	12,5	11,5	9,5	9,7	n.sz.	12,6
Ni	mg/kg	0,826	0,599	1,358	0,478	1,193	n.sz.	0,891
P	mg/kg	3205	3069	3234	3337	3468	n.sz.	3262
Pb	mg/kg	0,807	0,715	0,530	0,568	0,541	n.sz.	0,632
Sr	mg/kg	15,7	14,7	13,4	12,8	11,4	n.sz.	13,6
Zn	mg/kg	23,4	23,1	24,5	21,0	22,8	n.sz.	23,0
S	mg/kg	1071	1081	1111	1111	1191	n.sz.	1113
N	%	0,675	0,620	0,715	0,610	0,790	n.sz.	0,682
NO ₃ -N	mg/g	0,255	0,265	0,275	0,285	0,280	n.sz.	0,272

As:0,328, Cd:0,048, Co:0,078, Hg:0,242, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É1 érett komposzt utóhatása tritikálé szem elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2004. 07. 19. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	7,50	8,56	8,00	8,18	7,52	n.sz.	7,95
B	mg/kg	0,294	0,160	0,187	0,348	0,280	n.sz.	0,254
Ba	mg/kg	0,815	0,430	0,719	0,871	0,397	n.sz.	0,646
Ca	mg/kg	234	232	214	205	202	n.sz.	218
Cu	mg/kg	4,86	5,01	4,55	4,55	4,74	n.sz.	4,74
Fe	mg/kg	18,2	17,7	15,8	20,2	19,2	n.sz.	18,2
K	mg/kg	5020	5206	4730	4758	4849	n.sz.	4913
Mg	mg/kg	1362	1462	1268	1321	1381	n.sz.	1359
Mn	mg/kg	25,1	24,5	21,6	24,8	23,9	n.sz.	24,0
Mo	mg/kg	0,508	0,664	0,675	0,670	0,942	n.sz.	0,692
Na	mg/kg	35,7	14,6	15,3	11,2	16,2	n.sz.	18,6
P	mg/kg	4252	4545	4021	4049	4262	n.sz.	4226
Sr	mg/kg	1,068	1,010	0,892	1,057	0,839	n.sz.	0,973
Zn	mg/kg	42,5	44,0	42,7	40,7	42,8	n.sz.	42,5
S	mg/kg	1045	1045	1066	996	1063	n.sz.	1043
N	%	1,40	1,46	1,32	1,29	1,55	n.sz.	1,40

As:0,328, Cd:0,048, Co:0,078, Cr:0,135, Hg:0,242, Ni:0,166, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É2 éretlen komposzt utóhatása tritikálé szalma + pelyva elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Örbottyán, 2004. 07. 19. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	216	205	233	176	235	n.sz.	213
B	mg/kg	5,42	5,07	5,92	5,41	4,86	n.sz.	5,34
Ba	mg/kg	9,73	9,57	10,35	10,09	8,30	n.sz.	9,61
Ca	mg/kg	3369	2614	2968	2296	2103	n.sz.	2670
Cr	mg/kg	0,304	0,450	0,318	0,370	0,236	n.sz.	0,336
Cu	mg/kg	2,94	3,76	3,42	3,90	4,09	n.sz.	3,62
Fe	mg/kg	182	150	210	113	135	n.sz.	158
K	mg/kg	5562	6141	6286	5389	5267	n.sz.	5729
Mg	mg/kg	2271	2163	2153	1791	1730	n.sz.	2021
Mn	mg/kg	42,2	57,5	96,6	110,2	62,6	n.sz.	73,8
Mo	mg/kg	0,583	0,618	0,501	0,466	0,590	n.sz.	0,551
Na	mg/kg	13,9	10,0	10,9	10,9	13,6	n.sz.	11,9
Ni	mg/kg	0,357	0,312	0,239	0,202	0,344	n.sz.	0,291
P	mg/kg	2609	2603	2675	2267	1884	n.sz.	2408
Sr	mg/kg	14,2	11,7	11,9	9,3	7,7	n.sz.	11,0
Zn	mg/kg	18,3	23,4	23,2	22,9	21,6	n.sz.	21,9
S	mg/kg	990	909	935	840	840	n.sz.	903
N	%	0,510	0,555	0,605	0,630	0,595	n.sz.	0,579
NO ₃ -N	mg/g	0,340	0,410	0,340	0,330	0,310	n.sz.	0,346

As:0,328, Cd:0,048, Co:0,078, Hg:0,242, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

É2 éretlen komposzt utóhatása tritikálé szem elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Örbottyán, 2004. 07. 19. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	11,8	11,3	10,5	10,6	11,9	n.sz.	11,2
B	mg/kg	0,185	0,120	0,194	0,220	0,169	n.sz.	0,178
Ba	mg/kg	0,334	0,920	0,419	0,425	0,573	n.sz.	0,534
Ca	mg/kg	263	218	222	212	177	n.sz.	219
Cu	mg/kg	4,34	4,40	5,08	4,51	4,09	n.sz.	4,48
Fe	mg/kg	14,1	14,2	24,7	19,7	20,4	n.sz.	18,6
K	mg/kg	4460	4498	5058	4602	4477	n.sz.	4619
Mg	mg/kg	1229	1199	1433	1301	1231	n.sz.	1279
Mn	mg/kg	21,5	22,7	30,5	36,0	26,4	n.sz.	27,4
Mo	mg/kg	0,498	0,498	0,454	0,402	0,467	n.sz.	0,464
Na	mg/kg	11,64	10,48	10,06	6,44	5,97	n.sz.	8,92
P	mg/kg	3989	3878	4338	4151	3726	n.sz.	4016
Sr	mg/kg	0,918	1,088	0,784	0,751	0,533	n.sz.	0,815
Zn	mg/kg	30,9	64,2	39,7	36,9	35,4	n.sz.	41,4
S	mg/kg	1024	988	1095	1067	1060	n.sz.	1047
N	%	1,50	1,37	1,40	1,47	1,40	n.sz.	1,43

As:0,328, Cd:0,048, Co:0,078, Cr:0,135, Hg:0,242, Ni:0,166, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F1 húsliszt alapú félérett komposzt utóhatása tritikálé szalma + pelyva elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2004. 07. 19. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	188	148	190	170	239	n.sz.	187
B	mg/kg	5,94	4,69	6,70	4,80	4,58	n.sz.	5,34
Ba	mg/kg	8,76	9,21	9,28	10,54	10,47	n.sz.	9,65
Ca	mg/kg	2827	2755	2934	2760	2855	n.sz.	2826
Cr	mg/kg	0,339	0,390	0,347	0,393	0,336	n.sz.	0,361
Cu	mg/kg	2,92	2,90	3,50	3,54	4,39	0,82	3,45
Fe	mg/kg	192	173	204	174	223	n.sz.	193
K	mg/kg	5363	6839	6364	7513	7849	n.sz.	6786
Mg	mg/kg	2143	1701	1868	1657	1358	418	1745
Mn	mg/kg	52,7	55,2	51,6	66,3	92,3	n.sz.	63,6
Mo	mg/kg	0,385	0,373	0,525	0,459	0,364	n.sz.	0,421
Na	mg/kg	29,7	11,5	16,1	11,3	24,6	n.sz.	18,6
Ni	mg/kg	0,494	0,262	0,245	0,150	0,291	n.sz.	0,288
P	mg/kg	2347	1837	2150	1779	1717	n.sz.	1966
Sr	mg/kg	12,5	12,3	11,1	12,5	10,5	n.sz.	11,8
Zn	mg/kg	18,3	17,9	22,0	20,8	25,7	5,5	20,9
S	mg/kg	819	826	916	938	1092	193	918
N	%	0,530	0,540	0,670	0,660	0,855	0,212	0,651
NO ₃ -N	mg/g	0,310	0,330	0,360	0,310	0,330	n.sz.	0,328

As:0,328, Cd:0,048, Co:0,078, Hg:0,242, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F1 húsliszt alapú félérett komposzt utóhatása tritikálé szem elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2004. 07. 19. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	9,31	6,21	6,16	8,64	9,40	n.sz.	7,94
B	mg/kg	0,444	0,173	0,275	0,225	0,155	n.sz.	0,254
Ba	mg/kg	0,551	0,660	1,090	0,701	0,483	n.sz.	0,697
Ca	mg/kg	272	230	262	229	259	n.sz.	250
Cu	mg/kg	6,50	5,16	5,33	5,79	5,33	n.sz.	5,62
Fe	mg/kg	17,1	18,6	19,5	22,7	30,2	5,1	21,6
K	mg/kg	4723	5041	5009	5140	5464	n.sz.	5075
Mg	mg/kg	1233	1369	1358	1397	1394	n.sz.	1350
Mn	mg/kg	25,8	31,1	27,9	30,8	36,5	n.sz.	30,4
Mo	mg/kg	0,336	0,392	0,427	0,376	0,298	n.sz.	0,366
Na	mg/kg	17,2	10,7	9,5	10,9	12,6	n.sz.	12,2
P	mg/kg	3875	4264	4127	4140	4097	n.sz.	4101
Sr	mg/kg	1,163	0,923	1,009	0,897	0,907	n.sz.	0,980
Zn	mg/kg	37,0	40,2	40,1	41,5	41,8	n.sz.	40,1
S	mg/kg	1002	1086	1138	1132	1224	n.sz.	1117
N	%	1,37	1,44	1,43	1,54	2,15	n.sz.	1,58

As:0,328, Cd:0,048, Co:0,078, Cr:0,135, Hg:0,242, Ni:0,166, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F2 hűsfőzet alapú félérett komposzt utóhatása tritikálé szalma + pelyva elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2004. 07. 19. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	203	153	210	156	174	n.sz.	179
B	mg/kg	7,08	6,85	6,33	6,24	5,37	n.sz.	6,38
Ba	mg/kg	10,9	12,1	12,1	11,5	11,8	n.sz.	11,7
Ca	mg/kg	2019	2033	2206	1845	1919	n.sz.	2004
Cr	mg/kg	0,218	0,406	0,249	0,221	0,223	n.sz.	0,264
Cu	mg/kg	3,93	3,39	3,88	3,72	4,42	n.sz.	3,87
Fe	mg/kg	154	110	157	94	109	n.sz.	125
K	mg/kg	5275	4815	5964	4796	6632	n.sz.	5497
Mg	mg/kg	2008	2073	2061	1790	1558	281	1898
Mn	mg/kg	58,0	66,6	59,0	75,5	84,8	n.sz.	68,8
Mo	mg/kg	0,601	0,551	0,524	0,523	0,452	n.sz.	0,530
Na	mg/kg	21,3	9,0	9,7	9,5	17,6	n.sz.	13,4
Ni	mg/kg	1,90	0,74	0,75	0,58	1,06	n.sz.	1,01
P	mg/kg	2419	2406	2163	1999	1989	n.sz.	2195
Sr	mg/kg	13,3	11,5	12,2	10,9	10,7	n.sz.	11,7
Zn	mg/kg	25,1	22,2	20,9	21,0	26,5	n.sz.	23,1
S	mg/kg	921	883	871	837	1061	n.sz.	915
N	%	0,475	0,660	0,580	0,680	0,600	n.sz.	0,599
NO ₃ -N	mg/g	0,460	0,490	0,480	0,580	0,470	n.sz.	0,496

As:0,328, Cd:0,048, Co:0,078, Hg:0,242, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F2 hűsfőzet alapú félérett komposzt utóhatása tritikálé szem elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2004. 07. 19. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	10,5	11,0	12,2	12,2	10,6	n.sz.	11,3
B	mg/kg	0,558	0,332	0,214	0,129	0,185	n.sz.	0,284
Ba	mg/kg	0,661	0,525	0,381	0,429	0,497	n.sz.	0,498
Ca	mg/kg	216	190	170	178	217	n.sz.	194
Cu	mg/kg	5,94	4,74	4,56	4,71	5,16	n.sz.	5,02
Fe	mg/kg	18,2	19,4	15,5	17,3	24,5	n.sz.	19,0
K	mg/kg	4911	4402	4230	4387	5197	n.sz.	4625
Mg	mg/kg	1381	1236	1136	1191	1394	n.sz.	1268
Mn	mg/kg	27,6	25,5	24,2	27,6	33,9	n.sz.	27,8
Mo	mg/kg	0,435	0,424	0,378	0,379	0,324	n.sz.	0,388
Na	mg/kg	14,88	4,89	4,48	3,76	6,65	n.sz.	6,93
P	mg/kg	4144	3749	3513	3643	4157	422	3841
Sr	mg/kg	1,049	0,857	0,691	0,800	0,890	n.sz.	0,857
Zn	mg/kg	40,6	35,5	34,3	34,6	40,4	n.sz.	37,1
S	mg/kg	1045	1036	1034	1049	1331	68	1099
N	%	1,32	1,29	1,27	1,32	1,69	0,22	1,38

As:0,328, Cd:0,048, Co:0,078, Cr:0,135, Hg:0,242, Ni:0,166, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

Húsliszt utóhatása tritikálé szalma + pelyva elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2004. 07. 19. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	188	180	221	152	159	n.sz.	180
B	mg/kg	5,94	5,14	5,52	4,89	4,12	n.sz.	5,12
Ba	mg/kg	6,28	7,10	7,24	5,75	9,22	n.sz.	7,12
Ca	mg/kg	2090	2319	2277	1902	3220	n.sz.	2362
Cr	mg/kg	0,345	0,276	0,269	0,247	0,253	n.sz.	0,278
Cu	mg/kg	5,61	4,76	4,66	8,84	4,47	n.sz.	5,67
Fe	mg/kg	134	139	151	90	126	n.sz.	128
K	mg/kg	3586	4397	4831	4557	8547	n.sz.	5184
Mg	mg/kg	1743	1870	1573	1392	1398	n.sz.	1595
Mn	mg/kg	51,3	46,6	73,7	80,3	72,1	n.sz.	64,8
Mo	mg/kg	0,602	0,597	0,458	0,513	0,346	n.sz.	0,503
Na	mg/kg	58,4	16,4	21,4	18,8	23,0	n.sz.	27,6
Ni	mg/kg	4,32	1,43	0,97	1,39	1,55	n.sz.	1,93
P	mg/kg	1693	1769	1269	1429	1348	n.sz.	1502
Sr	mg/kg	10,0	10,3	9,9	9,5	14,7	n.sz.	10,9
Zn	mg/kg	20,8	18,2	18,2	21,0	23,9	n.sz.	20,4
S	mg/kg	786	780	774	804	1055	n.sz.	840
N	%	0,540	0,615	0,640	0,655	0,765	n.sz.	0,643
NO ₃ -N	mg/g	0,580	0,645	0,800	0,480	0,580	n.sz.	0,617

As:0,328, Cd:0,048, Co:0,078, Hg:0,242, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

Húsliszt utóhatása tritikálé szem elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2004. 07. 19. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	9,08	9,54	10,00	9,91	8,44	n.sz.	9,39
Ba	mg/kg	0,371	0,514	0,326	0,474	0,498	n.sz.	0,436
Ca	mg/kg	219	225	218	201	263	n.sz.	225
Cu	mg/kg	4,75	6,16	4,85	4,84	7,01	n.sz.	5,52
Fe	mg/kg	17,4	28,5	22,1	20,7	32,2	n.sz.	24,2
K	mg/kg	4822	4731	4661	4395	5163	n.sz.	4754
Mg	mg/kg	1297	1294	1313	1200	1362	n.sz.	1293
Mn	mg/kg	24,8	23,9	29,0	31,8	31,8	n.sz.	28,3
Mo	mg/kg	0,454	0,507	0,353	0,380	0,283	n.sz.	0,396
Na	mg/kg	11,86	9,62	3,76	3,89	10,58	n.sz.	7,94
Ni	mg/kg	0,665	1,322	0,444	0,276	0,790	n.sz.	0,700
P	mg/kg	3761	3852	3546	3554	3934	n.sz.	3729
Sr	mg/kg	1,034	0,859	0,838	0,924	1,257	n.sz.	0,982
Zn	mg/kg	32,2	30,7	28,0	34,2	38,4	n.sz.	32,7
S	mg/kg	1037	959	1093	1078	1532	381	1140
N	%	1,125	1,165	1,29	1,39	2,08	0,586	1,41

As:0,328, B: 0,113, Cd:0,048, Co:0,078, Cr:0,135, Hg:0,242, Pb:0,530, Se:0,46 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

12. melléklet

A 2009-ben végzett növényvizsgálatok részletes eredményei

É2 éretlen komposzt utóhatása tritikálé szalma+pelyva elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Örbottyán, 2009. 07. 06. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Elem jele	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
N	%	0,66	0,80	0,80	0,81	0,86	n.sz.	0,79
S	%	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	n.sz.	0,09
Mg	%	0,07	0,09	0,13	0,08	0,08	n.sz.	0,09
Cu	mg/kg	6,46	3,18	3,60	6,12	2,58	n.sz.	4,39

Megjegyzés: 2009-ben csak a feltüntetett elemek koncentrációját vizsgáltuk a melléktermésben

F1 húsliszt alapú félérett komposzt utóhatása tritikálé szalma+pelyva elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Örbottyán, 2009.07.06. cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Elem jele	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
N	%	0,67	0,70	0,81	0,71	0,72	n.sz.	0,72
S	%	0,08	0,08	0,09	0,06	0,09	n.sz.	0,08
Mg	%	0,08	0,07	0,08	0,05	0,07	0,02	0,07
Cu	mg/kg	3,06	3,04	4,62	2,84	3,21	n.sz.	3,35

Megjegyzés: 2009-ben csak a feltüntetett elemek koncentrációját vizsgáltuk a melléktermésben

F2 húsfőzet alapú félérett komposzt utóhatása tritikálé szalma+pelyva elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Örbottyán, 2009.07.06. cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Elem jele	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
N	%	0,68	0,65	0,73	0,72	0,91	n.sz.	0,74
S	%	0,08	0,07	0,09	0,08	0,09	n.sz.	0,08
Mg	%	0,07	0,07	0,08	0,07	0,11	n.sz.	0,08
Cu	mg/kg	2,77	3,09	3,23	3,33	3,18	n.sz.	3,12

Megjegyzés: 2009-ben csak a feltüntetett elemek koncentrációját vizsgáltuk a melléktermésben

É2 éretlen komposzt utóhatása tritikálé szem elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2009. 07. 06. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mértékegység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	5,19	3,22	5,68	4,45	4,52	n.sz.	4,61
B	mg/kg	0,842	0,738	0,596	0,598	0,610	n.sz.	0,677
Ba	mg/kg	0,423	0,352	0,371	0,382	0,345	n.sz.	0,375
Ca	mg/kg	520	502	452	462	515	n.sz.	490
Cu	mg/kg	3,24	3,55	3,35	3,60	3,74	n.sz.	3,50
Fe	mg/kg	17,5	16,9	16,5	17,4	19,4	n.sz.	17,5
K	mg/kg	5346	5662	5502	5729	5746	n.sz.	5597
Mg	mg/kg	1123	1198	1077	1095	1132	n.sz.	1125
Mn	mg/kg	17,1	17,8	16,2	16,6	15,4	n.sz.	16,6
Mo	mg/kg	0,405	0,445	0,410	0,326	0,369	n.sz.	0,391
Na	mg/kg	33,9	10,4	20,9	15,3	13,0	n.sz.	18,7
P	mg/kg	3706	3738	3528	3694	3750	n.sz.	3683
Sr	mg/kg	1,84	1,76	1,61	1,52	1,75	n.sz.	1,69
Zn	mg/kg	24,8	25,0	25,3	26,1	31,3	n.sz.	26,5
S	mg/kg	1236	1215	1194	1287	1334	n.sz.	1253
N	%	1,57	1,63	1,68	1,78	1,99	n.sz.	1,73

As:0,400, Cd:0,02, Co:0,040, Cr:0,100, Hg:0,120, Ni:0,200, Pb:0,300, Se:0,600 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F1 húsliszt alapú félérett komposzt utóhatása tritikálé szem elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2009. 07. 06. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mértékegység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	5,77	5,37	5,04	5,86	6,06	n.sz.	5,62
B	mg/kg	0,699	0,688	0,800	0,634	0,604	n.sz.	0,685
Ba	mg/kg	0,371	0,335	0,380	0,324	0,290	n.sz.	0,340
Ca	mg/kg	416	454	532	458	441	n.sz.	460
Cu	mg/kg	3,16	3,21	3,65	3,78	3,62	0,37	3,49
Fe	mg/kg	17,3	18,8	19,5	18,9	18,4	n.sz.	18,6
K	mg/kg	5100	5269	5922	5921	5200	n.sz.	5482
Mg	mg/kg	1064	1109	1200	1163	1032	n.sz.	1114
Mn	mg/kg	17,8	18,0	18,3	17,9	16,9	n.sz.	17,8
Mo	mg/kg	0,363	0,464	0,405	0,376	0,450	n.sz.	0,412
Na	mg/kg	9,7	16,3	13,6	15,5	25,9	n.sz.	16,2
P	mg/kg	3284	3453	3845	3829	3467	n.sz.	3576
Sr	mg/kg	1,69	1,70	2,11	1,69	1,48	n.sz.	1,73
Zn	mg/kg	22,8	25,8	29,6	29,3	28,5	n.sz.	27,2
S	mg/kg	1164	1175	1269	1297	1250	105	1231
N	%	1,57	1,55	1,67	1,74	1,80	0,10	1,66

As:0,400, Cd:0,02, Co:0,040, Cr:0,100, Hg:0,120, Ni:0,200, Pb:0,300, Se:0,600 mg/kg kimutathatósági határérték alatt

F2 húsfőzet alapú félérett komposzt utóhatása tritikálé szem elemtartalmára betakarításkor a légszáranyagban. Órbottyán, 2009. 07. 06. Módszer: cc.HNO₃+cc.H₂O₂ feltárás.

Vizsgált jellemzők	Mérték-egység	Komposzt t/ha, friss anyag					SzD _{5%}	Átlag
		0	25	50	100	200		
Al	mg/kg	6,34	6,47	5,16	7,67	4,29	n.sz.	5,99
B	mg/kg	0,750	0,817	0,700	0,843	0,601	n.sz.	0,742
Ba	mg/kg	0,510	0,602	0,392	0,532	0,444	n.sz.	0,496
Ca	mg/kg	459	629	460	500	465	n.sz.	502
Cu	mg/kg	3,90	3,66	3,44	4,05	3,46	n.sz.	3,70
Fe	mg/kg	19,3	20,5	18,2	19,3	19,5	n.sz.	19,4
K	mg/kg	5566	5699	5396	5640	5661	n.sz.	5592
Mg	mg/kg	1115	1190	1106	1208	1115	n.sz.	1147
Mn	mg/kg	20,0	20,9	19,0	21,5	18,2	n.sz.	19,9
Mo	mg/kg	0,381	0,273	0,374	0,379	0,261	n.sz.	0,333
Na	mg/kg	24,5	19,3	15,6	16,3	63,5	n.sz.	27,8
Ni	mg/kg	0,475	0,797	0,360	0,698	0,360	n.sz.	0,538
P	mg/kg	3638	3669	3579	3830	3727	n.sz.	3689
Sr	mg/kg	2,44	2,26	1,77	2,14	1,82	n.sz.	2,09
Zn	mg/kg	27,5	25,9	26,8	30,3	29,9	n.sz.	28,1
S	mg/kg	1195	1254	1235	1296	1384	n.sz.	1273
N	%	1,59	1,50	1,62	1,75	1,85	n.sz.	1,66

As:0,400, Cd:0,02, Co:0,040, Cr:0,100, Hg:0,120, Pb:0,300, Se:0,600 mg/kg kimutathatósági határérték alatt