

# **Búzaszalma felhasználása a denitrifikációs veszteség csökkentésére**

**Tervezési feladat, biomérnök, BSc**

Készítette: Farkas Éva

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

BSc biomérnök hallgató

Budapest, 2012

# 1. Tartalomjegyzék

1. Tartalomjegyzék.....	2
2. A búzaszalma .....	3
3. Talajremediációs technológiák.....	3
a.) Talajjavítás.....	3
b.) Speciális tápanyagigény kielégítése .....	4
c.) Speciális táptalaj gombák számára .....	4
d.) Talajjavítás, tápanyagpótlás .....	4
4. Búzaszalma felhasználása a denitrifikációs veszteség csökkentésére .....	5
a.) Bevezetés .....	5
b.) Kísérlet.....	5
A talaj jellemzői .....	6
c.) Eredmények .....	7
d.) Technológia alternatívák .....	8
5. Anyagmérleg .....	9
6. Kockázatok.....	9
7. Költségek.....	10
8. SWOT-analízis .....	11
9. Összegzés .....	12
10. Forrásjegyzék .....	13

## 2. A búzaszalma

A búza (*Triticum*) a pászitfűfélék (*Poaceae*) családjába tartozó növényfaj, melybe több faj tartozik. Egyedei a világ egyik legnagyobb területen termesztett gabonái, melyek a népelelmezésben elfoglalt szerepükkel kiemelkednek a többiek közül. Kenyérgabona szerepén túl sokrétű felhasználás jellemzi, hiszen gazdag abraktakarmány és szalmája értékes alomanyag, valamint különböző részei ipari alapanyagként is felhasználhatóak. Ennek megfelelően elsősorban élelmiszeripari és mezőgazdasági melléktermékeknek tekintjük, melynek éves mennyisége Magyarországon 4 500 000 t. A búza betakarításakor visszamaradó melléktermék szárból, levélből és a gyökérszövetből áll, méretét pedig az alkalmazott aprítási eljárás határozza meg. Fő összetevői a cellulóz és a hemicellulóz, szárazanyagtartalma magas, 80–90%.

Felhasználását tekintve a búzaszalma több európai országban jelentős potenciált ad/adhat az energetika szektornak. Alkalmazását két dolog indokolja és segíti elő. Elsőként említhető a jelenleg ésszerűtlenül a tarlón hagyott, a talajba visszaforgatott szecska, amely természetes úton nehezen bomlik le, másodikként pedig a lecsökkent állatállomány miatt jelentkező nagy szalmamennyiség. Alkalmazásának további előnye, hogy begyűjtésére kidolgozott gépi technológiák állnak rendelkezésre, illetve bálázott formában gazdaságosan szállítható és tárolható. Tüzeléstechnikai jellemzői megfelelőek, azonban az alacsony hamuolvadáspont miatt speciális, lágyszárú növényekhez kialakított tüzelőberendezésekben tüzelhető el [1].

## 3. Talajremediációs technológiák

A talajremediáció területén a búzaszalma a következőkre használható fel: talajjavításra vagy tápanyagpótlásra, speciális tápanyagigény kielégítésére, termesztő közeg előállítására, talajlazításra, tömörödött talajok textúrájának javítására.

### a.) Talajjavítás

Közép-Ohióban végeztek egy kísérletet erre vonatkozóan, ahol iszapos talajt tíz egymást követő évben vontak be három réteg szecskazott szalmával. Ez idő alatt méréseket végeztek a talaj vízáteresztő képességére, földigiliszta népszerűségére, telített vízvezető képességére, talajnedvesség visszatartására, porozitására és pórusméret eloszlására

vonatkozóan, és ezekből becsülték a hidraulikus vezetőképességet. Eredményül azt kapták, hogy a vízvezető képesség 123-szor nagyobb lett, és a talaj 40–60%-kal több vizet tartott vissza – ez mind a tömörödöttség javulását jelenti. Emellett a pórustérfogatok is nőttek (makro- és mezopórusok), tehát a talaj sokkal lazább lett, és a folyamat hosszútávon is életképesnek tekinthető. [2]

### **b.) Speciális tápanyagigény kielégítése**

Ebben a kísérletben a mezőgazdaságban képződő biomassza és biomassza hamu felhasználását vizsgálták meg, mivel fontos részét képezik a tápanyagkörforgásnak, és használatukkal visszaszorítható a nagy mennyiségű műtrágya felhasználás. Az esettanulmány készítői összehasonlító elemzést végeztek arra vonatkozóan, hogy a foszfor tartalmú műtrágyával szemben a szalmahamuval kezelt talajon is megfelelően növekednek-e különböző haszonnövények (repce, hajdina). Két időszakban, április-május és augusztus-szeptember között végeztek két kísérletet, aminek az eredmények azt mutatták, hogy a hajdina növekedésére a szalma és a szalmahamu kifejezetten jobb hatással van, mint a műtrágyázás, így megállapítható, hogy ez egy kifejezetten versenyképes technológia lehet a műtrágyázással szemben [3].

### **c.) Speciális táptalaj gombák számára**

A Budapesti Corvinus Egyetem keretein belül végeztek kutatásokat laskagomba termesztésére szalmatartalmú talajon. Összehasonlító kísérletükben szalmával kezelt és kezeletlen talajokon vizsgálták meg a laskagomba fejlődését és a termőtestek nagyságának differenciáját. A termesztő közeg (szubsztrátum) elkészítéséhez tölgyfaforgácsot és fűrészport, darált búzaszalmát és főtt rozsszemet használtak, majd 126 °C-on 2 órán át sterilizálták, majd 5% szemcsírával oltották be. Eredményül azt kapták, hogy azokon a blokkokon, amelyeket ezzel a szubsztrátummal takartak be sokkal jobb minőségű termőtestek fejlődtek, mint a nem takartakon [4].

### **d.) Talajjavítás, tápanyagpótlás:**

A tanulmányban különböző organikus maradványok hatásait vizsgálják meg a nitrogén mineralizációra és denitrifikációra, közben pedig nitrát és ammónium- analízist végeztek időszakosan begyűjtött talajmintákból. Az *in situ* vizsgálatok intenzív mineralizációt mutattak és szignifikáns növekedést a denitrifikációs veszteségekben. A nitrogénvesztés attól

is függött, hogy milyen szerves szubsztrátot alkalmaztak és megállapították, hogy a C/N aránynak is fontos szerepe van a lejátszódó folyamatokban [5].

## **4. Búzaszalma felhasználása a denitrifikációs veszteség csökkentésére**

### **a.) Bevezetés**

Nagyon kevés az adat arra vonatkozóan, hogy a különböző növényi maradványoknak milyen hatása lehet a mikrobiális szinten zajló denitrifikációra, mineralizációra és immobilizációra. Ezen felül az sem igazán ismert, hogy milyen specifikus szubsztrát szén igényük van domináns denitrifikáló baktériumoknak. Az általam bemutatott esettanulmány előtt is végeztek kísérleteket hasonló témában: anaerob körülmények között a rizs-búza termesztő területeken a búza maradványok bekeverése a talajba fokozta a talajlégzést, a széndioxid kibocsátást és a denitrifikáció sebességét [5], így az elvárások szerint a szerves szubsztrátok alkalmazása növelni fogja a denitrifikációt.

Noha a denitrifikáció által történő nitrogénvesztés (amit a szerzők csökkenteni akartak) anaerob körülmények hatására jelenik meg, azonban aerob körülmények között is előfordulhat, illetve ha kevés elektron akceptor mellett intenzív mikrobiális mineralizáció zajlik a talajban [6].

A nitrogénvesztés megakadályozása századunk fontos kérdése lehet, mivel a folyamat eredményeképpen nagy mennyiségű  $N_2O$  jut a légkörbe, és a légkörkémiailag kutatások a vegyületre azt az eredményt hozták, hogy 296-szor erősebb üvegházhatású gáz, mint a széndioxid és 120 évig tartózkodik az atmoszférában. Az ipari forradalom óta az levegőben levő koncentrációja 17%-szeresére növekedett, többnyire a monokultúrák elterjedésének köszönhetően. A denitrifikáció olyan területeken hasznos folyamat, ahol a túlzott műtrágyázás a nitrátok és a nitritek felhalmozódását eredményezi a talajban, ami pedig az élővizek eutrofizációjához vezetne [7].

### **b.) Kísérlet**

A kísérletet a Cukurovai egyetem kutatóközpontjában végezték a törökországi Adanában az 1996-1997 aratási szezonban.

A cél az volt, hogy meghatározzák a különböző növényi maradványok (búzaszalma, kukoricaszalma és cigarettagyártásból visszamaradó dohány maradék) hatásait a

denitrifikációs veszteségre (a nitrogén fogyása, melyet pl: növények általi felvétel és a kimosódás is csökkenthet) egy nitrogénszegény, búzatermelő földterületen. Az általuk választott mérési módszer az AIT (acetilén gátlásos technológia) volt, a talajvizsgálat pedig 2,8\*6 m-es négyzetekben, randomizált blokk elrendezésében történt. A kísérlet tervezői azt kívánták elérni, hogy a denitrifikációs veszteség (nitrogén fogyása a talajból) csökkenjen a nagy széntartalmú szerves szénforrások alkalmazásával, melyek a talajba kerülve és lebomolva intenzív mineralizációt okoznak.

## A talaj jellemzői

- TOCC (összes szerves széntartalom): 0,79%
- Összes N-tartalom: 0,126%
- CaCO<sub>3</sub>-tartalom: 35,4%
- A talaj textúrája: agyagos
- Teljes sótartalom: 0,086%
- Kation cserélő kapacitás: 23,9 me./100 g
- A talaj víztartalmának pH-ja: 7,70
- Éves csapadékmennyiség: 700 mm
- Átlagos hőmérséklet: 25–35 °C nyáron és 10–20 °C télen

A technológia monitorozására 0–60 cm-ig vettek mintákat és ezt vizsgálták nitrát és ammónium komponensekre, az egyéb méréseket pedig a 0–20 cm-ig vett mintákból végezték. Nitrát és ammónium meghatározására a Na-szilikát és a Na-nitroprussid módszert alkalmazták, az összes szént, az összes nitrogént, a kalcium-karbonátot, a textúrát, az összes sót és a kation cserélő kapacitást pedig sorrendben a Lichterfelder-féle, a Kjeldhal-féle, a Scheiber-kalciméteres, a hydrométeres, a Wheatstone-féle és az ammónium-acetát extrakciós módszer szerint végezték. A pH változását is követték, méghozzá 1:1 arányú víz:talaj keverékből határozták meg pH-mérővel, a teljes denitrifikációs veszteséget pedig *in situ* mérték, acetilén gátlásos technológia segítségével. Ennél a gázkromatográfiás eljárásnál elektronbefogásos detektort alkalmaztak, így mérték az N<sub>2</sub>O-t, vivőgázként pedig N<sub>2</sub>-t használtak.

A szerves anyagokat a helyi termelők által is alkalmazott arányban keverték be a talajba: volt egy kontroll terület ahová műtrágyát szórtak ki, ezen kívül egy búzaszalmával kezelt (4000 kg ha<sup>-1</sup>), kukoricaszárral (7000 kg ha<sup>-1</sup>) és dohányipari maradékkal (30000 kg ha<sup>-1</sup>) kezelt terület.

A szén-, és nitrogén-tartalom és a szerves szubsztrátok C/N aránya az alkalmazott talajban rendre 44,1%, 0,65% és 67,8% búzaszalma esetén, 50,0%, 0,63%, 79,3% kukoricaszalmánál és 48,6%, 2,26%, 21,5% dohánymaradéknál [6].

### **c.) Eredmények**

A legnagyobb denitrifikációs veszteség a dohánymaradékkal javított parcellákban volt megfigyelhető, majd a kukoricaszalma és a búzaszalma következett, míg a legkisebb denitrifikációs veszteség a kontroll parcellákon volt mérhető (szerves maradék hozzáadása nélkül). Azonban ezek az értékek megtévesztőek, mivel a növényi maradékokból hatalmas mennyiségeket használtunk fel, tehát normálni kell a környezetbe vitt nitrogén mennyiségével. Így teljesen eltérő értékeket kaptunk: a legkisebb denitrifikáció a dohánymaradéknál volt észlelhető (2,1%), a legmagasabb a kontroll területeken (5,5%), a búza és a kukorica pedig a kettő között foglal helyet: a kukorica 2,3%, a búza pedig 3,5%.

A felhasznált szerves anyagok közül a dohánymaradék segítette elő leginkább a búzatermés hozamának növekedését, itt 8430 kg termett hektáronként, a búzaszalmával kezelt területen ez 5020 kg, kukoricaszalmánál 5580 kg, míg a kontroll területen pedig 5060 kg volt.

A C/N egyensúlynak nagyon fontos szerepe van a termelés optimalizálásában és a denitrifikáció csökkentésében [1. táblázat].

Alkalmazott kezelés	Hozzáadott szerves anyag kg ha <sup>-1</sup> (=kg C ha <sup>-1</sup> )	Hozzáadott ásványi és szerves N	C/N arány	Hozam kg ha <sup>-1</sup>	Átlagos N <sub>2</sub> O-N veszteség	N <sub>2</sub> O-N veszteség a bevitt N arányában (%)
Kontroll	-	140	-	5060	21,0	5,5
Búzaszalma	4000 (1762)	246	16,2	5020	23,4	3,5
Kukoricasz.	7000 (3499)	324	10,8	5580	20,8	2,3
Dohánymar.	30000 (14577)	818	17,8	8430	47,7	2,1

**1. Táblázat: A szerves szén és nitrogén hatása a denitrifikációs veszteségre és a termelési hozamra a vizsgálati területen 1996-1997 között**

A búzaszalma egyfajta optimumnak tekinthető, mivel könnyen elérhető, és búzatermő területeken nem kell a szállítással foglalkozni szemben a dohányjal, ami csak olyan esetekben használható kifizetődően, ahol a dohánygyár elérhető közelségben van a javítandó talajterülethez. A búza mellett szól még a másik két szerves maradék ellenében, hogy viszonylag kis mennyiség is elég a denitrifikáció nagymértékű csökkentéséhez [6].

#### ***d.) Technológia alternatívák***

- **levegőztetés:** a denitrifikálók nem működnek oxigéndús környezetben, így valamilyen módon fellazítjuk a talajt. Ennek a legegyszerűbb formája az ásás, vagy az őszi és a tavaszi mélyszántás [7].

- **nagy szervesanyag-tartalmú anyag bekeverése:** valami mással pótoljuk a szalmát, aminek nagy szerves széntartalma van és az adott területen elérhető: dohánymaradék, kukoricaszár, szerves trágya, zöldtrágya. Az elv teljes egészében megegyezik a búzaszalmánál alkalmazottéval [6].

- **lucerna:** vetésforgóban alkalmazzuk a nitrogénszegény földterületen. A lucernát általában egymást követően három évig szokták termesztetni (ekkor nagy a termés hozama), utána pedig a talajban maradt gyökérgumókat beszántva hatalmas „nitrogénbombát” adnak a talajnak, így az utána ültetett búzának is. A vetésforgó megoldható 1 év búza, majd 1 év lucerna-váltakozással is [8][9].

## 5. Anyagmérleg

Az esettanulmány készítői hektáronként 4000 kg búzaszalmát használtak fel, ez a lebomlása során 1762 kg szenet juttat a talajba és 246 kg nitrogént. A napi nitrogén veszteség hektáronként ekkora bekevert mennyiségnél 23,4 g, a többi mért anyaghoz hasonlítva [normálva] 3,5%, míg kukoricánál 2,3%, dohánynál 2,1% és a kontrollnál 5,5%. A területen megtermett búza hozama 5020 kg [6].

## 6. Kockázatok

- nem jó minőségű szalma esetén nem juttatunk elég szenet és nitrogént a talajba, így a növények nem jutnak elegendő tápanyaghoz
- figyelni kell a megfelelő C/N arányra, különben a hatékonyság csökken
- igaz, a denitrifikációs veszteség csökkent, de a  $\text{NO}_3^-$  a talajban marad, ami a talajvízen keresztül az emberi szervezetbe jutva nitritté alakul, és ez mérgező (methemoglobinémia alakul ki – oxigénhiány), csecsemőkre nézve halálos is lehet
- a  $\text{NO}_3^-$  a vizekbe jutva eutrofizációt okozhat
- a technológia kivitelezése során csak a gépkezelőket érintő esetleges balesetekkel kell számolni, a technológia teljesen környezetbarát.
- Nincs nagy energiaigénye, viszont a mezőgazdasági gépek benzinfogyasztása nem elhanyagolható (ökológiai lábnyom növelése)

### *Alternatívákra*

- *Dohány és kukorica* hasznosítása technológiailag ugyanaz, mint a búzáé, azonban mivel mindkét növényt aprítani kell, így az aprítógépet üzemeltető munkás veszélynek van kitéve, és számolni kell a munkagépek energiafelhasználásával. Búzatermő területekre mindkét anyagot szállítani kell, tehát a technológia akkor költséghatékony, ha a kezelendő földterület nincs messze a hulladék képződésétől (pl. dohánygyár). A dohánynál ügyelni kell a bekevert mennyiségre is, mert jelentős  $\text{N}_2\text{O-N}$  veszteséget okozhat.
- *Talajszellőztetés*: a legegyszerűbb talajszellőztetési módszer a talaj felső rétegeinek felásása, de ez nagy területeknél nehezen megoldható, így ott gépileg forgatják át a talajt (rotálás, szántás). Mindkét esetben a gépkezelői balesetekre és az olajfogyasztás általi ökológiai lábnyomra kell ügyelni.

- A *lucernaültetés* nem bizonyul veszélyesnek, viszont időigényes és legalább egy (de a mezgazdasági gyakorlatban bevált módszer szerint három) év kiesik a termelésből.

## 7. Költségek

Két lehetőséggel számolhatunk: vagy az aratás után ottmaradó szalmát forgatjuk a talajba vissza, vagy bálázott formában szállítjuk a kezelendő területre:

- Búza aratása után ottmaradó szalma tárcsázása majd szántása a talajba:
  - 10000 Ft + 20000 Ft=30000 Ft (célszerűbb technológia)
- Szállítással:
  - 1 bála szalma kb. 200 kg, 1 hektárra 4000 kg, azaz 20 bála kell, aminek ára a szállítási költséggel együtt 45000Ft
  - Ezt a területen ki kell szórni: kb. 5000 Ft
  - Erre jön még a tárcsázási, szántási költség: 30000 Ft

## 8. SWOT-analízis

Erősségek	Gyengeségek
<ul style="list-style-type: none"> <li>- olcsó, gazdaságos az alapanyag és a kivitelezés</li> <li>- környezetbarát technológia, mivel olyan hulladékot használunk fel, amit alapvetően elégettünk volna, így csökkentjük az ökológiai lábnyom mértékét, és az üvegházhatású gázok kibocsátását</li> <li>- növeli a terméshozamot a szubsztrát szén miatt</li> <li>- javítja a talajstruktúrát</li> <li>- a búza-rizs termelési rendszerben az aratáskor megmaradó búzaszalmát közvetlenül be lehet forgatni a talajba</li> <li>- tapasztalatok szerint bomlási ideje 2-3 év, ez alatt egyenletes nitrogéneloszlást biztosít szemben a műtrágyákkal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nem lehet egy állandó szén hozammal számolni</li> <li>- a technológia nem stabil, aerob és anaerob körülményekben más és más folyamatok játszódnak le</li> <li>- a technológia mikrobiális szinten lejátszódó folyamatokra támaszkodik, ami nagyon érzékeny a külső behatásokra</li> <li>- szalma bomlásához szükség van hozzáadott nitrogénre (műtrágyára) is</li> </ul>
Lehetőségek	Veszélyek
<ul style="list-style-type: none"> <li>- nagymértékben léptéknövelhető – nagy területekre is alkalmazhatjuk</li> <li>- több mezőgazdasági hulladék felhasználását is vizsgálni kellene talajremediációs céllal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nitrátot juttatunk a talajba, ami (ha nincs jó vízzáró réteg) eljuthat a talajvízbe is (a nitritmérgezés a csecsemőkre nézve halálos)</li> <li>- gépkezelők balesetei</li> <li>- rossz időjárási viszonyok, nem megfelelő talaj pH mellett nem bomlik le a szalma</li> </ul>

## 9. Összegzés

A búzaszalma felhasználása a talajjavításra régóta bevált módszer, azonban a denitrifikációs veszteség csökkentésére ez egy új technológia, teljesen empirikus, nincsenek törvényszerűségek, csak az eddig publikált mérési eredményekre építhetünk. Környezetbarát és gyakorlatilag minden talajtípusra alkalmazható, tehát a Világ bármely pontján fel lehet használni a hulladékként felszaporodó szalmát. Mivel a XXI. század egyik legsürgetőbb problémája az üvegházhatás, nem utolsó szempont, hogy így nagy mennyiségű nitrogént tartunk kötött állapotban, a talajban, e miatt pedig érdemes lenne megvizsgálni a technológia távlati, nagyüzemi felhasználását is.

## 10. Forrásjegyzék

[1]:[http://www.mokkka.hu/db1/rec\\_list.php?db\\_type=mysql&lang=hun&sheet\\_type=36&data\\_sheet\\_id=879&sorszam=879&order=sorszam&sheet\\_type\\_filter=36&sheet\\_lang\\_filter=HU&alluser\\_filter=](http://www.mokkka.hu/db1/rec_list.php?db_type=mysql&lang=hun&sheet_type=36&data_sheet_id=879&sorszam=879&order=sorszam&sheet_type_filter=36&sheet_lang_filter=HU&alluser_filter=) (letöltés ideje: 2012-10-29)

[2]:Blanco-Canqui, H., Lal, R. (2007) Impacts of Long-Term Wheat Straw Management on Soil Hydraulic Properties under No-Tillage. Soil Science Society of America Journal, 71(4), 1166–1173

[3]:Schiemenz, K., Eichler-Löbermann; B. (2010) Biomass ashes and their phosphorus fertilizing effect on different crops, Nutrient cycling in agroecosystems, 8, 471–482

[4]:[http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/index.php?id=47944&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=0&tx\\_ttnews%5BbackPid%5D=31638&tx\\_ttnews%5BcalendarYear%5D=2012&tx\\_ttnews%5BcalendarMonth%5D=8&Hash=6a0e03c3e1cd4260e616e1ae9378a71e](http://kertgazdasag.uni-corvinus.hu/index.php?id=47944&tx_ttnews%5Btt_news%5D=0&tx_ttnews%5BbackPid%5D=31638&tx_ttnews%5BcalendarYear%5D=2012&tx_ttnews%5BcalendarMonth%5D=8&Hash=6a0e03c3e1cd4260e616e1ae9378a71e) (letöltés ideje: 2012-10-29)

[5] Aulakh, M.S., T.S. Khera, J.W. Doran and K.F. Bronson, (2001.) Denitrification, N<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> fluxes in rice-wheat cropping system as affected by crop residues, fertilizer N and legume green manure. Biol. Fertil. Soils, 34. 375–389.

[6]:Coskan, A., Gök, M., Onac, I., Inal, I., Saglamtimur, T. (2002) The Effect of Wheat Straw, Corn Straw and Tobacco Residues on Denitrification Losses in a Field Planted with Wheat, Turk J Agric For, 26, 349–353

[7]:<http://www.ecolinst.hu/letoltok/kiadvanyok/gomorfoldje.pdf> (letöltés ideje: 2012-10-29)

[8]:[http://www.pkkft.hu/agrarium/eloadas/14\\_1\\_lucerna.pdf](http://www.pkkft.hu/agrarium/eloadas/14_1_lucerna.pdf)

[9]:<http://www.kutdiak.kee.hu/diak/nzs/nlucerna.htm>