

DEBRECENI EGYETEM
Agrártudományi Centrum
Mezőgazdaságtudományi kar
Géptani Tanszék

**INTERDISZCIPLINÁRIS AGRÁR ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYOK
DOKTORI ISKOLA**

Doktori Iskola vezető:
Prof. Dr. Nagy János
MTA doktora

Témavezető:
Dr. Csizmazia Zoltán
kandidátus

„DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI”

**KÍSÉRLETI TERÜLETEK EGYENLETES TÁPANYAG
KIJUTTATÁSÁNAK MŰSZAKI FELTÉTELEI**

Készítette:
Hagymássy Zoltán
doktorjelölt

**Debrecen
2004**

1. BEVEZETÉS

Hazánkban sok mezőgazdasági kutatóintézetben, fajtanemesítő állomáson, egyetemi kutatóhelyen végeznek kisparcellás kísérleteket. A növénynemesítő és agrotechnikai kísérletek bővülésével a kutatók számára egyre több információ áll rendelkezésre. A parcellák számának növekedése, az egyre precízebb munkaminőségi igények megkövetelik a kísérletek gépesítését. A parcellagépeknek minden tekintetben többet kell tudniuk, mint a termelésben használt berendezéseknek. A precízebb munka, az igen magas beszerzési ár arra irányítja a figyelmet, hogy kellő körültekintéssel, rangjuknak megfelelően kezeljük ezt a kérdést.

Hazánkban a szántóföldi kisparcellás kísérletek gépesítéséről az 1970-es évektől kezdődően beszélhetünk (*KUNSÁGI, 1988*). Ezt követően rendkívül dinamikus fejlődés figyelhető meg. Míg korábban a mezőgazdasági termelésben használt gépeket alakították át parcellaművelésre, napjainkra ez a fejlesztő munka új irányt követ. A parcellagépek gyártása a mezőgazdasági gépgyártásnak egy önálló területévé vált.

A parcellák gépesítésének fontosságára utal, hogy 1964-ben Norvégiában létrejött egy nemzetközi szervezet a IAMFE (The International Association on Mechanization of Field Experiments) Szántóföldi Kísérletek Gépesítésének Nemzetközi Szövetsége. A szervezet célja, hogy a szántóföldi kísérletek gépesítéséhez segítséget nyújtson (*OYJORD, 2000*).

A kutatók egyöntetű véleménye szerint a kísérletek gyorsabbá, pontosabbá és biztonságosabbá tételének egyedüli megoldása és leghatékonyabb módszere a gépesítés (*BETZWAR, 1996; OYJORD, 1998*).

A vezető parcellagép gyártó vállalatok Európában a Wintersteiger, a Hege, a Fiona, az Egyesült Államokban az Almaco a termesztés egész folyamatához jó

technikai színvonalú parcella gépeket gyártanak. A gyártó cégek gépfejlesztésének egyik legmostohább területe a parcella-műtrágyaszóró gépek kutatása, tervezése, gyártása, vizsgálata, összehasonlítva a termesztéstechnológia többi elemének parcella gépeivel. Így nem meglepő, hogy e témában kevés publikáció található.

Míg betakarítási, vetési feladatokra a gyártók sok gépet kínálnak, addig tápanyag visszapótlási feladatokra kevés a parcellagép választék, pl. FIONA Probeparcel/1.5 vagy HEGE 34, melyek folyamatosan szóró típusok. Parcellánként különböző mennyiséget szóró a HEGE 33, amelyből Magyarországon még nem található.

A Debreceni Egyetem tulajdonát képező FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gépen tanulmányoztam azokat a problémákat, amelyek a berendezés használata során felmerültek.

A géppel folytatott vizsgálatok, a felmerült hiányosságok késztettek arra, hogy a parcella-műtrágyaszórás gépesítésének problémáival foglalkozzak, és új műszaki megoldásokkal válaszoljak a parcella-műtrágyaszóró géppel szemben támasztott követelményekre.

A növényszám-, a vegyszeres-, valamint a tápanyagkísérleteknél az egymást követő parcellákra különböző mennyiségű és hatóanyag tartalmú műtrágyát kell kijuttatni. Ezt a legtöbb helyen kézi úton, előre kimért műtrágyával végzik. A kézi szórás munkaigényes, lassú, pontossága nem kielégítő. A kisparcellás vizsgálatokat végző kutatók szerint, ehhez az alig gépesített munkához egy jól használható, új gépre lenne szükség.

A kutatók az alábbi igényeket fogalmazták meg:

- A kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép képes legyen parcellánként különböző mennyiségű műtrágyát kijuttatni anélkül, hogy közben megállna a parcellák között.

- A parcellára kijuttatott műtrágya mennyisége a kísérlet során előírt nagyságú legyen.
- A gép kisebb szórás egyenlőtlenséggel dolgozzon, mint a folyamatosan szóró parcella-műtrágyaszóró gépek.
- A műtrágyaszóró gép vonóerő igénye miatt, kistraktorral vagy parcella traktorral vontatható legyen.

A meglévő parcella-műtrágyaszóró gépek hiányosságai és a kutatói oldalról megfogalmazott igények miatt célul tűztam ki, hogy tervezzek és megépítsek egy olyan parcella-műtrágyaszóró gépet, amely a fenti követelményeknek megfelel.

További követelményként fogalmaztam meg, hogy a berendezés a parcella teljes hosszában azonos mennyiséget szórjon, a parcella elején ezt a mennyiséget a legrövidebb úton érje el, és a parcella végén a mennyiség csökkenése a lehető legrövidebb útra korlátozódjon. Ez a probléma a legkorszerűbb szakaszosan szóró parcella-műtrágyaszóróknál sem megoldott.

Céлом volt az is, hogy a berendezés egyszerű szerkezetű, rugalmasan használható és mérsékelt költségekkel előállítható legyen.

A tervező munkához szükséges elméleti alapok tisztázása céljából, a műtrágyaszóró gép fő részegységeinek fejlesztési lehetőségeit, működési jellemzőit, beállításait modellkísérletekkel, vizsgálatokkal akartam meghatározni.

Kutatási céljaim között szerepelt, hogy az elkészült kísérleti műtrágyaszóró gép minősítése céljából, különböző műtrágyákkal munkaminőségi vizsgálatokat végezzek.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. FIONA Probe Plot Fertiliser Drill/1.5 parcella-műtrágyaszóró gép átalakítása és vizsgálatai

A rendelkezésemre álló FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszórót átalakítottam, a gép szórás egyenletességének javítása céljából.

A berendezés vázszerkezetét átalakítva a 12 adagolóelemből hajlékony csöveken keresztül a műtrágyát talajközelbe juttattam (**1. ábra**). A hajlékony csövek végei a talajfelszíntől állítható magasságban és egy keresztlécen állítható osztással helyezkednek el. Ezzel a megoldással állítható sortávú sorműtrágyázásra tettem alkalmassá a gépet. Teljes felületű szórásnál a hajlékony csövek alá egy ferde állítható szögű és magasságú ütközőlemez helyezhető fel, mellyel keresztirányban az eddigieknél egyenletesebbé tehető a műtrágya kijuttatása.



1. ábra. Az átalakított FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gépen a műtrágya talajfelszínre juttatása

A FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gépen a következő méréseket végeztem el:

1. Vizsgáltam a tolóhengeres adagolószerkezeteknél az adagolóelem alatt elhelyezkedő nyelv helyzetének hatását a kijuttatott műtrágya mennyiségére

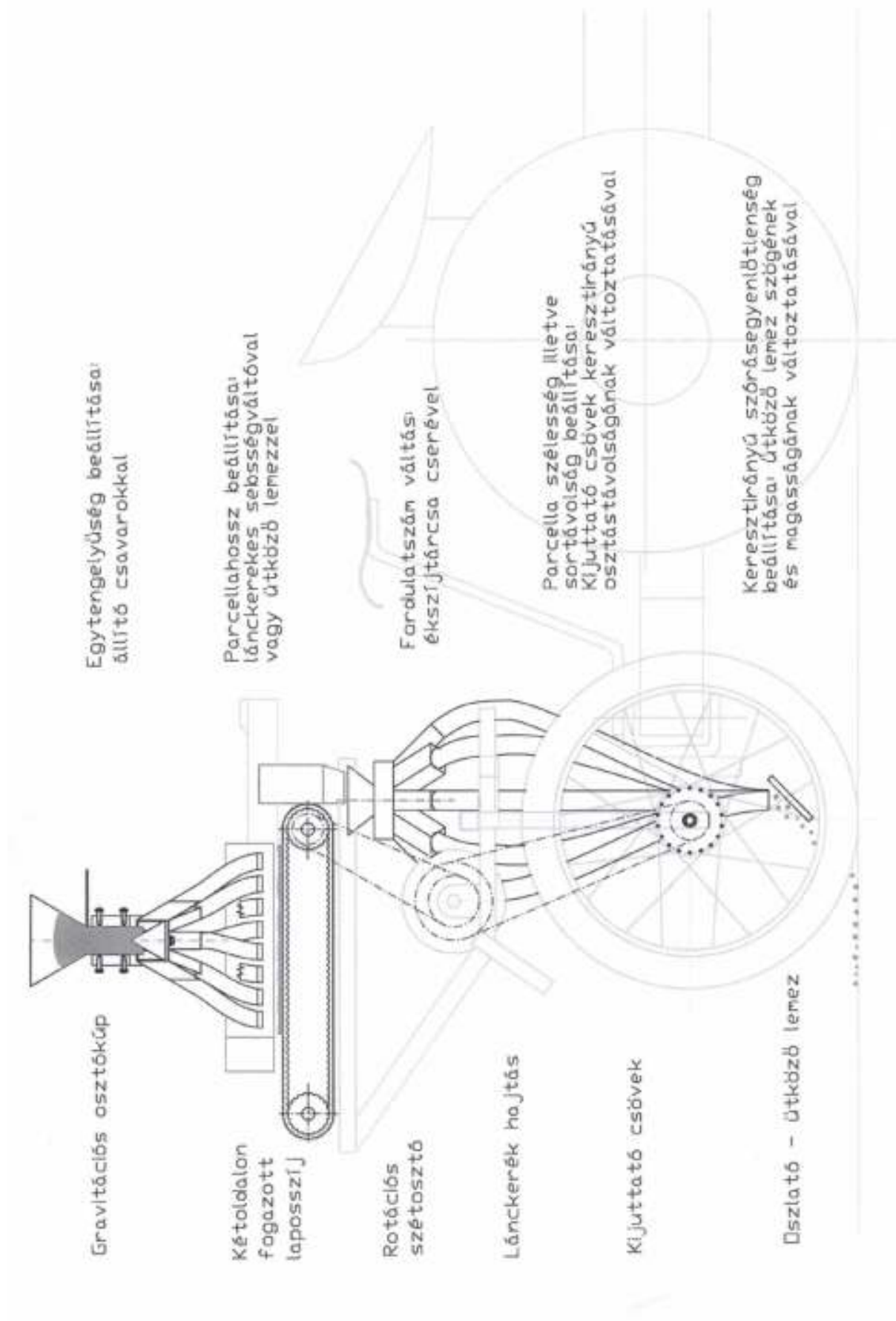
és az adagolás egyenlőtlensége. Az adagolás egyenlőtlenségi vizsgálatokat a műtrágyaszóró gépen beállítható 1-5 nyelvállások esetén, háromszoros ismétléssel végeztem el.

2. Az adagolás egyenlőtlenségi mérések szerint optimális 3-as nyelvállásnál vizsgáltam a ténylegesen kijuttatott műtrágya mennyiség és a gépen beállítható tolóhenger állásokhoz tartozó elméleti mennyiség közötti eltérések változásait.
3. Különböző ütközőlemez szögállásoknál mértem a keresztirányú szórás egyenlőtlenséget, az osztató-ütközőlemezt 0-90°-os tartományban, 5°-os lépésként állítottam be.

A vizsgálatok alapján megállapítottam, hogy a berendezés munkaminőségi jellemzői az átalakítás után javultak, de alapvető problémái megmaradtak; csak folyamatosan tudott szórást végezni, ugyanakkor kis adagmennyiségek esetén pontatlanul dolgozott. További hátránya volt, hogy traktorhoz nem lehetett kapcsolni.

2.2. Parcella műtrágyaszóró tervezésének szempontjai

A fejlesztett FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gép vizsgálataiból megállapítható volt, hogy a berendezés munkaminőségi jellemzői a gép konstrukciója miatt tovább nem javíthatóak. Az igények teljesebb kielégítése céljából új technikai megoldásokat kerestem. Alapelvem az volt, hogy a műtrágya szétosztó szerkezet a parcellára maradék nélkül, pontosan szórja ki a kísérlet során beállított műtrágya mennyiséget. Erre a feladatra egy egyszerű szerkezetű osztókúp alkalmas, amely a szemcséket egy fogazott talajkerékhajtású lapos szíjra teríti. A talajkerékhajtású fogazott laposszíj a beállított parcellahossz megtétele után maradék nélkül kiüríti magából a rajta lévő műtrágyaszemcséket. A parcella keresztirányában a műtrágya elosztását - elképzelésem szerint - a parcella vetőgépeken jól bevált rotációs szétosztó biztosíthatja (**2. ábra**).



2. ábra. A tervezett parcella-műtrágyaszóró gép működési vázlatja

A tervező, fejlesztő munka következő lépéseként vizsgálatok alá vettem a tervezett gép fő részegységeit. A gravitációs osztókúp és a fogazott lapos szíjas szétosztó saját fejlesztésű egységek. A rotációs szétosztó Wintersteiger gyártmány. Konstruktíós alapelv az volt, hogy a tervezett fő részegységek szórási jellemzőiről minden esetben, mérésekkel, modellkísérletekkel győződjek meg.

2.3. A gravitációs szétosztó vizsgálata

A kúpos szétosztó egy egyszerű eszköz, de az egyenletes szétosztás az alábbiak függvénye:

1. Az adagolóhenger és az osztókúp szimmetria tengelyének egytengelyűsége.
A kísérleti eszközön ezt két síkban lévő 3-3 csavarral lehet beállítani.
2. Az osztókúp vízszintessége. A berendezésen a gép hossz és keresztirányában egy-egy vízszintmérő van beépítve, melyekkel a parcellák szórása előtt a kúpot vízszintbe kell állítani.

Ezek a hatások lényegesen befolyásolják a szétosztás egyenletességét ezért vizsgálataimat, ebben az irányban folytattam tovább. A gravitációs osztókúp és az adagolóhenger közötti excentricitás és a szögeltérések vizsgálatához mérőpadot készítettem.

2.4. A rotációs szétosztó vizsgálata

A rotációs szétosztó optimális fordulatszámának meghatározását, vetőmagvak esetében, *ZHIZHONG et al., 1994* elvégezte. Négy különböző műtrágyatípus szétosztása esetén vizsgálatokat végeztem az optimális fordulatszám meghatározására. A mérésekhez fejlesztett vizsgálópadot mutatja be a **3. ábra**.



3. ábra. A rotációs szétosztó vizsgálata.

2.5. Fogazott hevederes kísérleti modell készítése és vizsgálata

A kúpos jellegű kiosztó szerkezetek - mind az Oyjord-féle kúpos-cellás kiosztó mind a Hege-féle kúpos-szalagos kiosztó - problematikus pontja a parcella kezdetének és végének torzult szórásképe (*BETZWAR, 1987*). Az általam tervezett kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép kiosztó szerkezetéül egy eddig még nem alkalmazott megoldást választottam, amellyel kiküszöbölhetem a kúpos kiosztó szerkezetek hibáit. Két oldalon fogazott lapos gumihevedert készítettem a szemcsék továbbítására. A két oldalon fogazott laposszíj egy új típusú kiosztó, ezért a tervezett műtrágyaszóróba való beépítés előtt, kisebb méretekkel egy kísérleti modellt készítettem. A kísérleti modellel méréseket végeztem a szerkezet alkalmasságának megállapítására.

A lapos heveder külső fogainak mérete lényeges az optimális műtrágya kijuttatás eléréséhez. A vizsgálatokhoz különböző fogosztású lapos szíjakat készítettem. A mérések során a keretszerkezetre szerelt, talajkerék hajtású modellt mérőtálcasor felett toltam el.

2.6. A kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép munkaminőségi vizsgálatai

1. Adagolás egyenlőtlenségi vizsgálatokat végeztem 4 féle műtrágyával. A beállított műtrágya mennyiségek: 50 kg/ha; 150 kg/ha; 300 kg/ha.
2. A berendezés szórás egyenlőtlenségét egy 1,20 m széles parcella modellezésével vizsgáltam (**4. ábra**). A méréseket 4 féle műtrágyával, 150 kg/ha és 300 kg/ha adag kijuttatása esetén végeztem el.



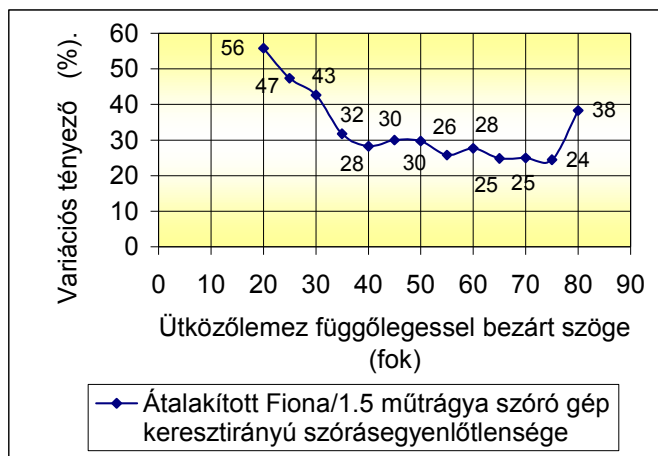
**4. ábra. Szórás egyenlőtlenség vizsgálat teljes felületen
elhelyezett mérő tálcákkal**

- 3 Vizsgáltam a kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép szórás egyenlőtlenségét sorszórás esetén. A kivezető csövek osztását 15 cm-re állítottam be. A méréseket ebben az esetben is az előző pontban említett feltételek mellett végeztem el.
- 4 Vizsgáltam a parcella kezdetének és végének környezetében a szórás kép változását. A kúpos rendszerű kiosztó berendezések szórás képe a parcella elején és végén átlagosan 300-600 mm úthossz megtételéig torzult (*BETZWAR, 1992*). Az általam tervezett fogazott gumiszalagos kiosztó használatával elméletileg rövidebb szakaszon kialakul a parcella egészére jellemző szórás kép. Ennek igazolására méréseket végeztem. A parcella elején és végén 3 sorban és 8 oszlopban mérőtálcákat helyeztem el.

3. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

3.1. A FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gép átalakítása és vizsgálata során elért eredmények és következtetések

1. Tolóhengeres adagolószerkezet esetén az adagolónyelv helyzete jelentősen befolyásolja a kijuttatott műtrágyamennyiséget és a keresztirányú szórás egyenlőtlenséget egyaránt. A beállító táblázat szerinti mennyiség kijuttatása az 5-ös adagolónyelv beállításnál a legpontosabb, míg a keresztirányú szórás egyenlőtlenség a 3-as és 4-es adagolónyelv állásnál az optimális.
2. Mérésekkel megállapítottam, hogy a műtrágyaszóró adagolás egyenlőtlensége (e) a szabványban előírt $e=5\%$ alatt van.
3. Megállapítottam a 30 különféle adagolókar állásnál a beállított és a ténylegesen kijuttatott műtrágyamennyiség közötti eltérést. Átlagos műtrágya mennyiség esetén (137-366 kg/ha) az eltérés átlag 20%. Kis adagmennyiség esetén (58-125 kg/ha) az eltérés nagyobb, átlagosan 30-55%. Kis mennyiségű műtrágya kijuttatása esetén (125 kg/ha alatti adag) a műtrágya mennyiség pontossága bizonytalan. A beállított műtrágya mennyiséget minden esetben leforgatási próbával szükséges ellenőrizni.
4. Teljes felületre szórás esetén laboratóriumi mérésekkel vizsgáltam a szórási jellemzőket különböző ütközőlemez állásoknál **(5. ábra)**. A helyesen beállított osztató-ütköző lemez a keresztirányú szórás egyenlőtlenséget CV=56%-ról, CV=24-26%-ra csökkentette.



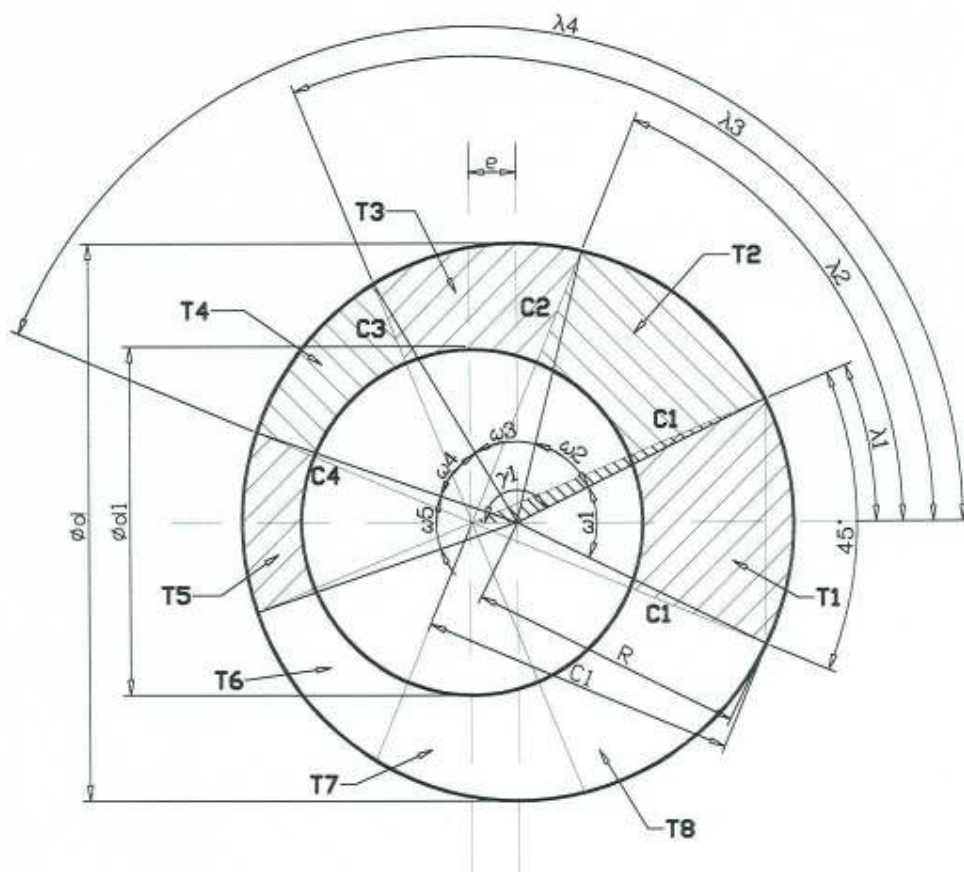
5. ábra. A FIONA/1.5 átalakított parcella-műtrágyaszóró gép keresztirányú szórás egyenlőtlensége különböző ütközőlemez szögállások esetén

3.2. Az osztókúp vizsgálatának eredményei

A részegységek vizsgálata során jutottam arra a felismerésre, hogy sokkal gyorsabban és megbízhatóbban történhetne a tervező munka, ha létezne egy elméleti módszer az osztókúp két problémájának elemzésére. Az osztókúp és a beöntő tölcser egytengelyűségének vizsgálatához és az osztókúp vízszintességének hatásvizsgálatához egy-egy elméleti módszert fejlesztettem ki. Mindkét eljárás egy-egy számítógépes matematikai program, amellyel modellezni lehet az egytengelyűség vagy a szöghelyzet hibájának hatását az osztókúp szétoztási egyenlőtlenségére.

3.2.1. Az egytengelyűségi modellvizsgálat eredménye

Bizonyítható, hogy az osztókúp és az adagoló henger excentricitásából eredő szétoztási egyenlőtlenséget modellező közelítő elméleti eljárás a valóságos viszonyok leírására alkalmas. A modell kidolgozásánál feltételeztem, hogy az adagolóhengerből kilépő szemcsemennyiségek úgy aránylanak egymáshoz, mint az adagolóhenger és az osztókúp között lévő körcikkszegmensek területei (**6. ábra**). A matematikai levezetések a dolgozat tartalmazza. Laboratóriumi mérésekkel bizonyítottam a matematikai modell helyességét.

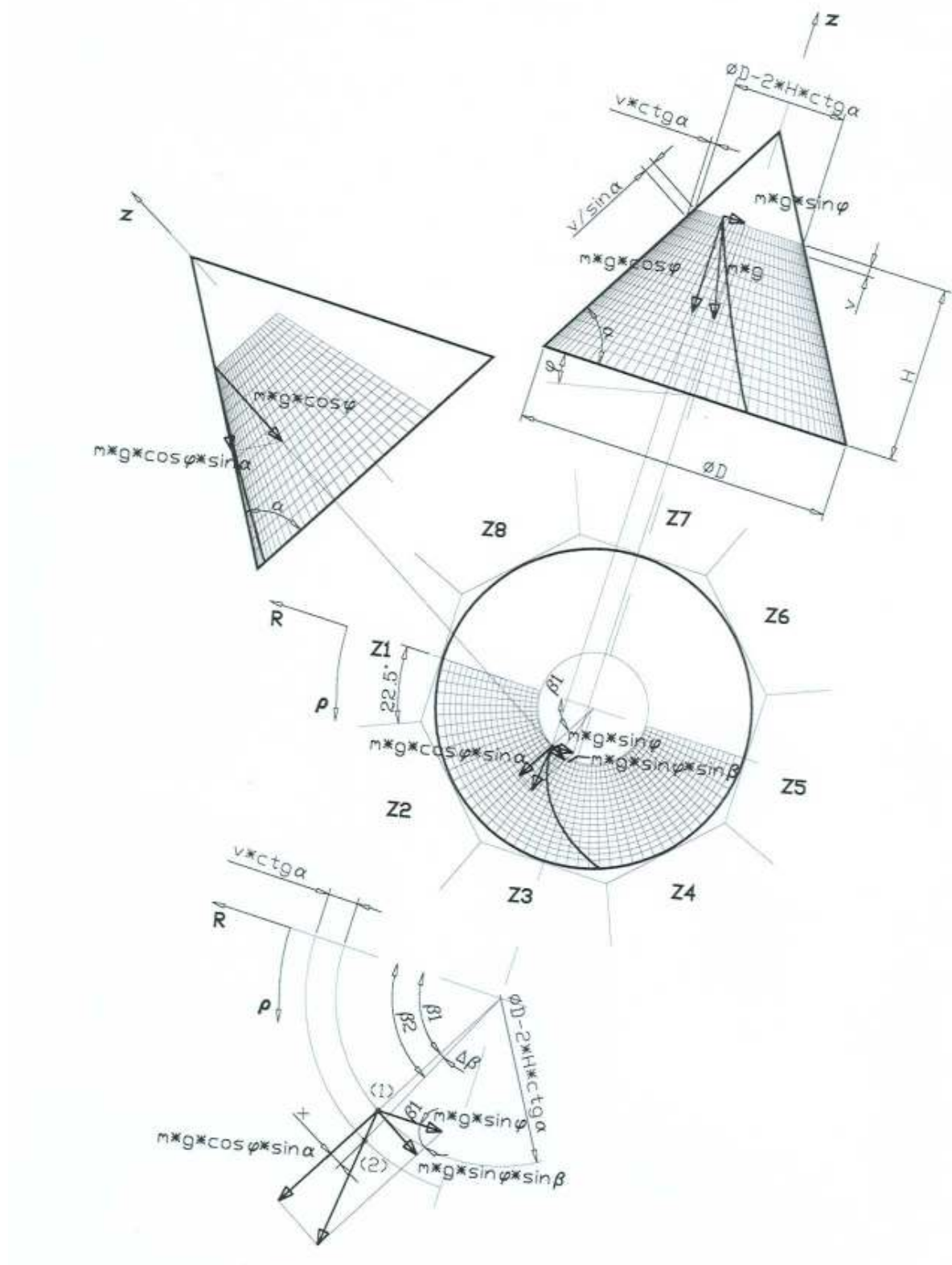


6. ábra. Az adagolóhenger ($\varnothing d$) és az osztókúp ($\varnothing d_1$) között lévő körcikkszegmensek területei (T1...T8)

Megállapítottam, hogy 0,25-0,5 mm excentricitás okozta szétosztási egyenetlenség mérésekkel már kimutatható, és arányos az elméletileg meghatározott variációs tényezővel.

3.2.2. A szöghelyzet hibát modellező program eredménye

Az osztókúp szöghelyzet hibájából keletkező szétosztási egyenetlenséget modellező számítógépes program, közelítő eljárásnak tekinthető. A modell lényege, hogy megvizsgálom a szemcse pályáját az adagolóhengerből való kilépéstől az osztókúp aljáig. A matematikai levezetést a dolgozat tartalmazza. A kúp ferdesége miatt a pálya görbült lesz. A modellen a kúp palástra egy hálót teríték (**7. ábra**), és tetszőleges osztásban minden osztásközhöz kiszámítom a szemcsére ható erőket, és a szemcse elmozdulását. Amennyiben elég sűrűre választom a háló osztását, úgy jó közelítéssel megkapom a teljes pályagörbét.



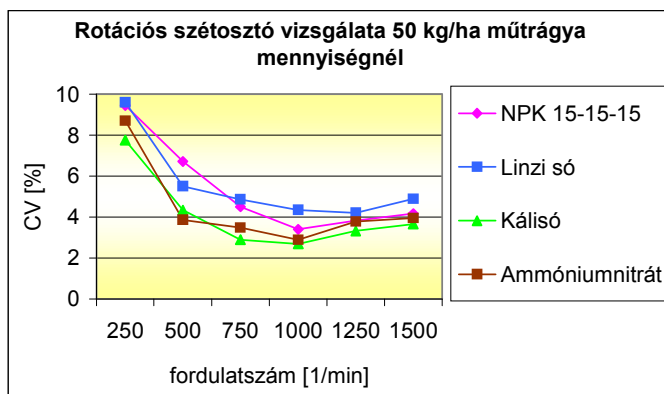
7. ábra. A vízszinteshez képest szögben álló osztókúpon mozgó műtrágya szemcse elmozdulásának modellezése

Az osztókúp aljára érő szemcsék helyzetéből számítható a szétosztás egyenletlensége különböző geometriai adatok esetén. Méréseim alapján megállapítható, hogy a közelítő elméleti módszer mind tendenciájában, mind

nagyságában képes modellezni a szöghelyzet hibából eredő eltéréseket. Mind az elméleti modell, mind a mérések azt bizonyítják, hogy már 2-3°-os szög eltérés is jelentős változás idéz elő a szétosztás egyenetlenségében.

3.3. A rotációs szétosztó vizsgálatának eredményei

1. Mérésekkel bizonyítottam, hogy a jól beállított rotációs szétosztó pontos eszköz a műtrágyák kijuttatására.



8. ábra. A rotációs szétosztó vizsgálatának eredményei.

2. Méréseim szerint az 1000 l/min-es fordulatszám a vizsgált műtrágyák esetén a legkedvezőbb szétosztást biztosította (**8. ábra**). A szétosztás egyenetlenségét rontja, ha a rotációs szétosztó garatába egyenetlen adagokban kerülnek a szemcsék, vagy ha féloldalas a bekerülő szemcsefolyam.

3.4. A fogazott hevederes modellkísérlet eredményei

1. A fogazott gumivályúban lévő műtrágya biztonságosan halad a kiömlő nyílás felé. A belső fogazás biztosítja a szalag csúszásmentes továbbítását, míg a külső fogazás a szemcsék elmozdulását akadályozza meg.
2. A fogparaméterek vizsgálata során megállapítottam, hogy a heveder külső fogosztása jelentősen befolyásolja a hosszirányú szórás egyenlőtlenséget.
A vizsgált műtrágyáknál a fogosztás optimális értéke 3-4 mm.

3.5. A fejlesztett kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép bemutatása

A fő részegységek vizsgálataiból szerzett tapasztalatok, és a berendezéssel szemben megfogalmazott igények alapján új parcella-műtrágyaszóró gépet terveztem és építettem.

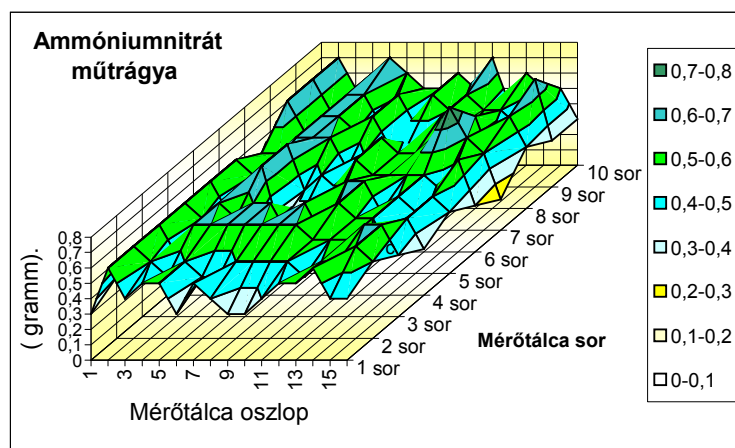


9. ábra. A tervezett és fejlesztett kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép

A fejlesztett kisparcellás műtrágyaszóró gép vontatható kistraktossal, ilyenkor a gépkezelő a traktor és a szórógép között kialakított ülésen ül (**9. ábra**). A műtrágyaszóró tolható kézzel, vagy üzemeltethető parcella traktossal. A berendezés alpműtrágyázási vagy fejtrágyázási feladatok ellátására egyaránt alkalmas. Munkaszélessége 1,5 m-ig fokozatmentesen állítható, a parcellahossz fokozatokban és fokozatmentesen is szabályozható. A gép tároló ládáiban lévő számozott dobozokban lehet előkészíteni az előre pontosan lemért mennyiségű és összetételű műtrágyát.

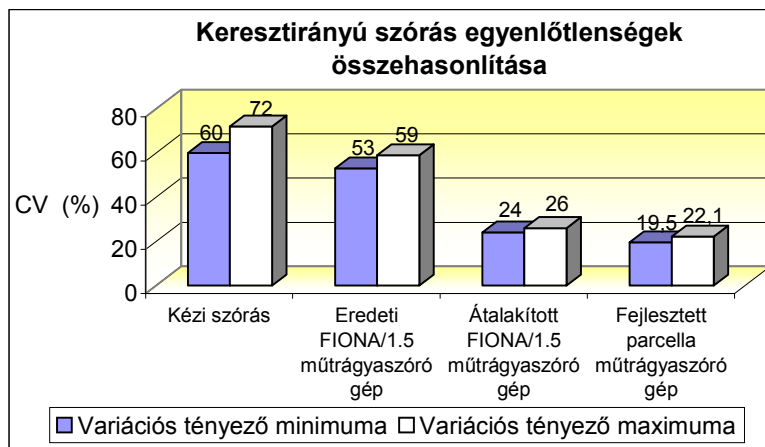
3.6. A munkaminőségi vizsgálatok eredményei

1. Kísérleti mérésekkel megállapítottam, hogy a fejlesztett parcella-műtrágyaszóró gép adagolás egyenlőtlensége (e) 0,26-0,56% között változott és nagyságrendekkel kisebb a szabványban megengedett értéknél (5%). A műtrágyaszóró gép végighaladva a parcellán, maradék nélkül kijuttatja a területre a parcella elején a gépbe töltött műtrágya mennyiségét. Megállapítható, hogy a fejlesztett műtrágyaszóró adagolás egyenlőtlensége kisebb, mint a vizsgált FIONA/1.5 folyamatos szóró parcellagépé.
2. A vizsgálatok egy teljes parcella szakaszon történtek, ezért a kapott eredmények lehetőséget adtak arra, hogy új megoldást alkalmazzak az adatok elemzésében. A 160 db mérőtálca eredményeit felhasználva 3 dimenziós ábrán mutatom be az egyes területelemekhez tartozó műtrágya mennyiséget. Az ábrán nyomon követhető, hogy a vizsgált terület egyes részein mennyi a kijuttatott műtrágya mennyisége. Példaként az ammóniumnitrát műtrágya teljes felületre szórását ábrázoltam a **10. ábrán** 300 kg/ha műtrágyamennyiség kijuttatása esetén. Vizsgálataim alapján kijelenthető, hogy a fejlesztett műtrágyaszóró keresztirányú szórás egyenlőtlensége (CV=19,5-22,1%) kedvezőbb mint a vizsgált FIONA/1.5 (CV=24-26%) folyamatosan szóró parcella-műtrágyaszóró gépé (**11. ábra**).



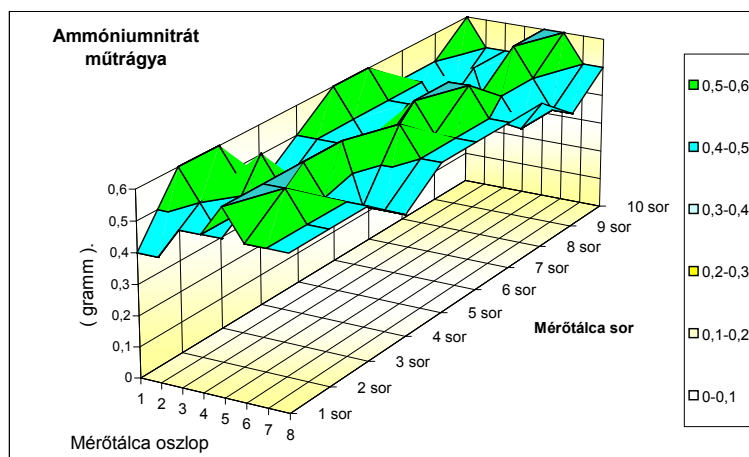
10. ábra. Teljes felületre szórás esetén készült szóráskép.

A kijuttatott műtrágya mennyisége: 300 kg/ha



11. ábra. A kézi szórás a FIONA/1.5 műtrágyaszóró gép és a fejlesztett kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép keresztirányú szórás egyenlőtlenségeinek összehasonlítása

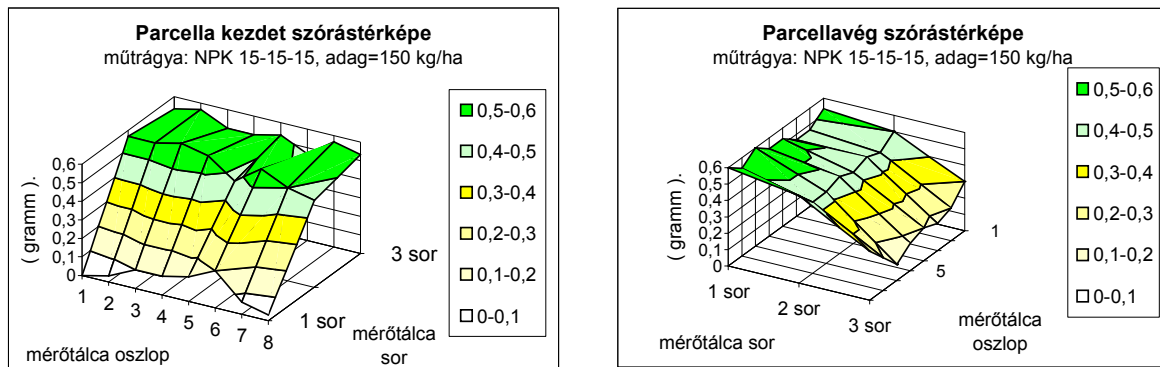
- Mérésekkel megállapítottam, hogy a kézi szórás egyenlőtlensége (CV=60-72%) lényegesen rosszabb, mint a gépi szórásé (CV=19-26%) (11. ábra).
- Mérésekkel bizonyítottam, hogy sorszórás esetén (12. ábra) a fejlesztett parcella-műtrágyaszóró gép szórás egyenlőtlensége kisebb, mint a teljes parcellafelületre szórás esetén (CV=8,6-11,6%).



12. ábra. Sorszórás esetén készült szóráskép. Kijuttatott műtrágya mennyiség: 150 kg/ha.

- A parcella elején a teljes szóráskép kialakulása folyamatosan megy végbe a fejlesztett műtrágyaszóró gépen, átlagosan 20-40 cm út megtétele közben (13. ábra). A kúpos rendszerű gépeken ez az úthossz 30-60 cm, a változások nem folyamatosak és általában tartalmaznak egy szakaszt, ahol a kijuttatott

műtrágya átlagosan másfélszerese a parcella egészére jellemző mennyiségnek (BETZWAR, 1992). A parcella végének környezetében hasonló vagy rövidebb szakasz megtétele után fejeződik be a szórás a fejlesztett gép használatakor. Vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy a parcella elején és végén a fejlesztett műtrágyaszóró kedvezőbb szórási jellemzőkkel rendelkezik, mint az Oyjord-féle kúpos-cellás és Hege-féle kúpos-szalagos gépek.



13. ábra. A parcella kezdetének és végének szórásképe

4. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gép átalakítása és vizsgálata alapján

1. Kimutattam, hogy a tolóhengeres adagoló szerkezet milyen feltételek mellett és beállítási tartományban alkalmas egyedi parcellák műtrágyázására.
2. A műtrágya keresztirányú terítésének egyenletesebbé tételére osztató lemezt alkalmaztam. Meghatároztam a lemez szögének hatását a szórás egyenlőtlenségre és kimutattam optimális beállítását (65-75°).

Az osztókúp fejlesztése és vizsgálata során elért eredmények

1. Kidolgoztam egy elméleti módszert, amellyel modellezhető az osztókúp és a beöntő tölcser egytengelyűségi hibájának hatása a szétosztás egyenletességére.
2. Készítettem egy számítógépes közelítő modellt, mellyel szimulálható az osztókúp szöghelyzet hibájának hatása a szétosztás egyenletességére.
A két közelítő modellel szerzett ismeretek birtokában az osztókúp optimális méretei, beállításai meghatározhatóak.
3. Kimutattam, hogy már kis méretű excentricitás (0,25-0,5 mm) és néhány fokos (2-3°) szögeltérés is jelentősen növeli a szétosztás egyenlőtlenségét.

A rotációs szétosztó vizsgálatának eredménye

1. Kimutattam a rotációs szétosztó fordulatszáma és szétosztási egyenlőtlensége közötti összefüggést műtrágyák kijuttatása esetén. Meghatároztam optimális beállítását ($n=1000 \pm 150$ 1/min) ($CV=2,6-4,3\%$).

A fogazott hevederes kijuttató fejlesztésének és vizsgálatának eredménye

1. Kifejlesztettem egy fogazott hevederes műtrágya kijuttató egységet. Bizonyítottam, hogy szoros összefüggés van a hosszirányú eloszlás és a heveder fogparaméterei között és meghatároztam optimális értékét (fogosztás = 3-4 mm).

A kísérleti parcella-műtrágyaszóró fejlesztésének és vizsgálatának eredményei

1. Kifejlesztettem egy új típusú parcella-műtrágyaszóró gépet.
2. Kimutattam, hogy a szakaszos működési elv pontosabb ($e_{\text{szakaszos}}=0,28-0,42\%$) és egyenletesebb ($CV_{\text{szakaszos}}=19,5-22,1\%$) műtrágya kijuttatást biztosít, mint a folyamatos működési elvű géptípus ($e_{\text{folyamatos}}=4,8-7,6\%$); ($CV_{\text{folyamatos}}=24-26\%$) vagy a kézi szórás ($CV_{\text{kézi szórás}}=60-72\%$).
3. Bizonyítottam, hogy a fejlesztett hevederes szóró szerkezettel a parcella elején és végén rövidebb útszakaszra korlátozódik a szórásképp torzulása a kúpos rendszerű parcella gépekkel összehasonlítva.

5. A GYAKORLATBAN FELHASZNÁLHATÓ EREDMÉNYEK

Javaslatok a FIONA/1.5 parcella-műtrágyaszóró gép átalakított változatának használatához

Ha kisebb engedményeket tehetünk a kijuttatott műtrágyamennyiség pontossága terén és az egymást követő parcellákra nem kell különböző műtrágyamennyiséget kijuttatni, használatát javaslom a következő kiegészítésekkel:

1. A beállított adagmennyiséget minden esetben leforgatási próbával ellenőrizni szükséges, ugyanis a géphez mellékelt beállító tábla még arányaiban sem megbízható. 100 kg/ha műtrágya mennyiség alatt a kijuttatás pontossága még így is bizonytalan.
2. A keresztirányú szórás egyenletesség a felhelyezett osztató-ütköző lemez hatására kielégítő pontosságú.
3. Állítható sortávú sorszórás valósítható meg a berendezéssel a felhelyezett kijuttató csöveknek köszönhetően.
4. A berendezés csak kézzel tolható, mozgatása nehéz fizikai munkával jár, ezért csak kis számú parcella kezelésére ajánlom. A parcellaösvény egyenetlenségei nagyon befolyásolják a mozgatás erőszükségletét. Ennek függvényében 2-3 dolgozó szükséges az egyenletes munka végzéséhez.

Javaslatok az osztókúp tervezéséhez és beépítéséhez

1. Az osztókúp tervezése előtt ajánlom az excentricitást és a szöghelyzet hibát modellező számítógépes programok lefuttatását különféle osztókúp geometriai méretek esetén. A programok segítséget nyújtanak az ideális átmérők, kúpszögek kiválasztásában.
2. Az osztókúp használata előtt javaslom az osztókúp és az adagolóhenger egytengelyűségének gondos beállítását, mert már kis mértékű excentricitás (0,25-0,5 mm) is jelentősen ronthatja a szétosztás egyenletességét. Ezt a műveletet a gép használata előtt egyszer kell elvégezni.

3. A szórás megkezdése előtt a terepviszonyok figyelembe vételével az osztókúp vízszintességét is szükséges ellenőrizni. A beállító csavarral ez a művelet gyorsan elvégezhető.

Javaslatok a rotációs szétosztó beállításához

A rotációs szétosztó használatát a következő kiegészítésekkel ajánlom.

1. A forgórész fordulatszámát műtrágyák kijuttatásánál 1000 l/min közelében javaslom beállítani.
2. A műtrágya rotációs szétosztóba vezetését célszerű egy vezetőkúppal megoldani, hogy a szemcsék forgórészbe történő központos beérkezése biztosított legyen.

Javaslatok a fogazott gumiheveder beépítéséhez

1. A műtrágyát továbbító heveder fogosztását ajánlom 3-4 mm-re választani.
2. A parcellahossz beállítását egy próbaszórással célszerű ellenőrizni.

Javaslatok a kísérleti parcella-műtrágyaszóró használatához

Az elkészült kísérleti parcella-műtrágyaszóró géppel végzett vizsgálatok alapján a következő javaslatok tehetők.

1. A gép alkalmas alpműtrágyázási és fejtrágyázási feladatok elvégzésére. A műtrágya mennyiséget parcellánként dobozokban minden esetben előre szükséges előkészíteni.
2. A kísérleti parcella-műtrágyaszóró gép kistraktorral vagy parcellatraktorral vontatható. Kis számú parcella esetén a kézzel tölt változatot javaslom.
3. A parcella teljes felületének szórására és tetszőleges sortávú sor szórására is ajánlható a berendezés. A parcella szélessége 1,5 m alatt legyen, javasolt parcellahossz: 6-12 m.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

6.1. Lektorált publikációk, folyóirat cikkek:

1. ANCZA, E – CSIZMAZIA, Z. – GINDERT, A. K. – **HAGYMÁSSY, Z.** 2002. Friction between fertilizer particles and different types of surfaces. Hungarian Agricultural Engineering. 15. 41-43.
2. CSIZMAZIA, Z. – BALLÓ, B. - KASZA, F.- **HAGYMÁSSY, Z.** – GINDERT, K. Á. – ANCZA, B.E. 2001. Súrlódásmérő készülék fejlesztése. Mezőgazdasági Technika. 42. 7.sz. 4-6.
3. **HAGYMÁSSY, Z.** 2003. Parcella műtrágyaszóró gép fejlesztése és munkaminőségének vizsgálata. Agrártudományi Közlemények. 12. 35-38.
4. **HAGYMÁSSY, Z.** 2003. Parcella műtrágyaszóró gép fogazott lapos hevederes szóró szerkezete. Agrártudományi Közlemények. 12. 39-41.
5. CSIZMAZIA, Z. - ANCZA, B.E. – GINDERT, K.Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** 2002. Internal friction of fertilizers. AgEng International Conference on Agricultural Engineering, Budapest. 170-171.
6. **HAGYMÁSSY, Z.** 2002. Parcella műtrágyaszóró gép fejlesztése. EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság Tudományos Konferencia. Debrecen. 362-368.
7. **HAGYMÁSSY, Z.** 2003. A szántóföldi kisparcellás kísérletek gépesítése. EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság Tudományos Konferencia. Gödöllő. 142-148.

6.2. Nem lektorált konferencia előadások:

1. CSIZMAZIA, Z. – **HAGYMÁSSY, Z.** – GINDERT, K. Á. – ANCZA, B.E. 2001. Összetett műtrágya súrlódási viszonyainak vizsgálata. Georgikon napok. Keszthely. 1136-1139.
2. **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. – GINDERT, K. Á. – ANCZA, B.E. 2002. Műtrágyaszemcsék belső súrlódása. MTA Agrár-műszaki Bizottság XXVI. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 160-164.
3. GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. - ANCZA, B.E. 2002. Műtrágyaszemcsék néhány fizikai jellemzője. Agrár-műszaki Bizottság XXVI. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 165-169.
4. ANCZA, B.E. – GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. 2002. Műtrágyaszemcsék súrlódása különböző felületeken. Agrár-műszaki Bizottság XXVI. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 127-131.
5. **HAGYMÁSSY, Z.** 2003. Kisparcellás műtrágyaszóró gép korszerűsítése. Agrár-műszaki Bizottság XXVII. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 38-42.

6. GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - ANCZA, B.E. 2004. Műtrágyák szórásképének jóslása a szemcsék vizsgálata alapján. Agrár-műszaki Bizottság XXVIII. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő . 18.
7. ANCZA, B.E. – GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** 2004. Röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépek lapátjellemzőinek hatása a munkaszélességre és szórás egyenletességre. Agrár-műszaki Bizottság XXVIII. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 41.
8. **HAGYMÁSSY, Z.** – GINDERT, K. Á. – ANCZA, B. E. 2004. Mikroparcella műtrágyaszóró gép vizsgálata. Agrár-műszaki Bizottság XXVIII. Kutatási és fejlesztési tanácskozás. Gödöllő. 7.
9. **HAGYMÁSSY, Z.** 2003. Analysis of gravitation cone distributor for probe parcels. Natural Resources and Sustainable Development, Oradea, 2003. 192.
10. GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. - ANCZA, B.E. 2002. Műtrágyák fizikai jellemzőinek összehasonlító vizsgálata. Welmann Oszkár Tudományos Konferencia Hódmezővásárhely. 63.
11. **HAGYMÁSSY, Z.** - GINDERT, K. Á. – CSIZMAZIA, Z. 2002. Parcella műtrágyaszóró gép fejlesztése. Welmann Oszkár Tudományos Konferencia Hódmezővásárhely. 64.
12. GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. - ANCZA, B.E. 2002. Műtrágyák aerodinamikai jellemzőinek vizsgálata. V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Szeged. 119-120.
13. ANCZA, B.E. – GINDERT, K. Á. – **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. 2002. Műtrágyaszóró gép munkaminőségi jellemzői. V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Szeged. 147-148.
14. **HAGYMÁSSY, Z.** - CSIZMAZIA, Z. – GINDERT, K. Á. – ANCZA, B.E. 2002. Módosított parcella szórógép vizsgálata, V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. Szeged. 125-126.

6.3. Egyéb:

1. **HAGYMÁSSY, Z.** 1999. Műszaki rajz feladatok. Főiskolai jegyzet. Napló Média Kft. Debrecen.