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
egyetemi tanár

DOKTORI (Ph.D) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

RÖPÍTŐTÁRCSÁS MŰTRÁGYASZÓRÓ GÉPEK MUNKASZÉLESSÉG NÖVELÉSÉNEK ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI ÖSSZEFÜGGÉSEI

Készítette:
Ancza Erzsébet
doktorjelölt

Debrecen
2005

1. BEVEZETÉS

Hazánk természeti adottságainál fogva alapvetően mezőgazdasági jellegű ország. Elképzelhetetlen, hogy a mezőgazdasági termelés hazánk gazdasági életében valamikor is ne játszana döntő szerepet. A mezőgazdaságon belül napjainkban a növénytermesztés szerepe a nagyobb. A magas színvonalú növénytermesztés fontos eleme a tudományos alapokon nyugvó növényi tápanyagellátás.

A talaj tápanyag-ellátottságának döntő hatása van a termesztett növények termésének mennyiségére és minőségére. A korlátozott mennyiségben rendelkezésre álló szerves trágya mellett a korszerű növénytermesztési technológiákban elkerülhetetlen a műtrágyák alkalmazása. A hatóanyagok (N, P, K) talajállapot és növényi kultúrák által meghatározott mennyisége és aránya mellett környezetvédelmi szempontból is egyre nagyobb jelentőséggel bírnak a kijuttatás minőségi mutatói, amelyek megfelelő szintű biztosítása ma már alapvető követelmény a műtrágyaszóró gépekkel szemben.

A röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépeket mind a hazai gyakorlatban, mind világviszonylatban a legelterjedtebben használják. Nagyarányú elterjedésüket sokrétű alkalmazhatóságuk, egyszerű szerkezeti kialakításuk, és csekély karbantartási igényük mellett az egyszerű, könnyen elsajátítható kezelhetőségük és alacsony áruk tette lehetővé.

A röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépek területteljesítménye alapvetően két tényezőtől függ: haladási sebességüktől és munkaszélességüktől.

A haladási sebesség növelésének egyrészt vannak konstrukciós, üzemeltetési és energetikai korlátai, másrészt az irodalom áttekintése után megállapítható, hogy e kérdéskör kellően tisztázott. A továbbiakban mindezek miatt a munkaszélesség növelésének lehetőségeivel foglalkozom.

A munkaszélesség növelésével csökken a talajtaposás és az üzemeltetési költség, ugyanakkor csökken az egységnyi területre eső csatlakoztatási felület, ezáltal pedig a szórásegyenlőtlenség.

Az egyenetlen műtrágya-kijuttatás következtében romlik a termények minősége, csökken a hozam, nő a betakarítási veszteség, csökken a gépi munkák hatékonysága.

A jelen dolgozatban ismertetett vizsgálatok elsődlegesen a röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépek szóró szerkezetének fenti szempontok alapján legfontosabbnak ítélt paraméterei közötti

összefüggéseket igyekeztek feltárni. A vizsgálatokat nem lett volna célszerű egyetlen műtrágya típusra korlátozni, hiszen a gyakorlatban valamennyi műtrágya azonos fontossággal bír, és ezek bizonyos fizikai tulajdonságai esetenként lényegesen befolyásolják a vizsgálati eredményeket.

A munkaszélességre és a szórásegyenlőtlenségre gyakorolt hatásuk szempontjából a következő tényezők játszanak szerepet:

- A műtrágya típusa, illetve egyes fizikai jellemzői
- A műtrágyaáram nagysága
- A műtrágya adagolási helye a röpítőtárcsa felületén
- A szórólapátok száma
- A szórólapátok hossza
- A szórólapátok alakja
- A szórólapátok sugáriránnyal bezárt szöge
- A röpítőtárcsa talaj feletti magassága
- A röpítőtárcsák tengelytávolsága
- A röpítőtárcsák fordulatszáma
- A röpítőtárcsák átmérője, alakja (sík vagy kúpos)
- A röpítőtárcsák dőlésszöge.

Fenti tényezők közül kutatómunkám során vizsgáltam a műtrágya típusának, illetve egyes fizikai jellemzőinek, a szórólapátok számának, hosszának, sugáriránnyal bezárt szögének, valamint a műtrágya adagolási helyének hatását a munkaszélességre és a szórásegyenlőtlenségre. A többi tényező a mérések során állandó volt.

Nem vizsgáltam az adagolószerkezet megoldását, de a mérések folyamán rendszeresen ellenőriztem az adagolás egyenletességét.

A méréseket a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Kar Géptani Tanszékén létesített vizsgálóbázison végeztem, mely szabadban végezhető mérésekre nyújt lehetőséget. Konstrukciós jellegű vizsgálatoknál legcélszerűbb a laboratóriumi körülmények biztosítása, vagy annak megközelítése. Ennek megfelelően a környezeti tényezők (talajegyenetlenség, szél, páratartalom) hatását igyekeztem kizárni, vagy mérsékelni.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A vizsgálatok módszere

A kísérleti műtrágyaszóró géppel a keresztirányú szórásegyenlőtlenség vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Kar Géptani Tanszékének mérőpályáján végeztem, mely egy 50 méter hosszú beton pályatestből és az arra merőlegesen elhelyezett mérőtálca sorból áll, mely 50 méter szórásszélességig nyújt lehetőséget keresztirányú szóráskép vizsgálatokra. A műtrágya talajról a tálcákba pattogásának megakadályozása érdekében- a tálcasor a pálya szintjéhez képest emelt helyzetben (800 mm) van. A mérőtálcák szabványos méretű, 500x500 mm-s felfogó felülete pattogás-gátló ráccsal vannak ellátva.

A műtrágyaszóró gép az emelt tálcasor felett a kívánt beállítási magasságban halad át. Ez egy, a pálya fölé tolható konzolos tartószerkezetet segítségével érhető el, mely traktorral vontatható, és amely a műtrágyaszóró gépek csatlakoztatásához három-pont függesztő szerkezettel rendelkezik.

A vizsgált gép hajtása a traktor teljesítmény-leadó tengelyéről történik. Az egytengelyes kialakítású konzollal a vizsgált gép 3 méterrel tolható a mérő tálcasoron túl. Tekintettel arra, hogy a röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépek szóró szerkezetét úgy tervezik, hogy az előre ne szórjon, ezzel a módszerrel a gépek vizsgálata hiba nélkül elvégezhető.

A háromszori ismétléssel végzett mérés során a műtrágya a mérőtálcákból az alattuk elhelyezett számozott mérődobozokba hullik. A mérődobozok tartalmát-számozásuk sorrendjében- 0,1 g pontossággal mérjük, és a mért adatokat számítógépbe tápláltuk. A mérési adatok kiértékelését célszoftver biztosítja, amelynek segítségével számítógép határozza meg a szóró szerkezet legfontosabb munkaminőségi jellemzőit.

A szoftvert Nagyné dr. Polyák Ilona a DE ATC AVK egyetemi docense készítette.

Fenti jellemzőket nemzetközi szabvány rögzíti. A kiértékelés a mérés befejezése után perceken belül elvégezhető, így a gép az előző mérés eredményének ismeretében állítható be a következő méréshez. A műtrágyaszóró gépek keresztirányú szórásegyenlőtlenségének jellemzésére a variációs tényező (CV%) szolgál:

$$CV = \frac{100}{\bar{x}_i} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x}_i)^2}}{n-1} \%$$

ahol: x_i a háromszori ismétlés során, egy mérőhelyen felfogott műtrágya mennyiségek átlaga;

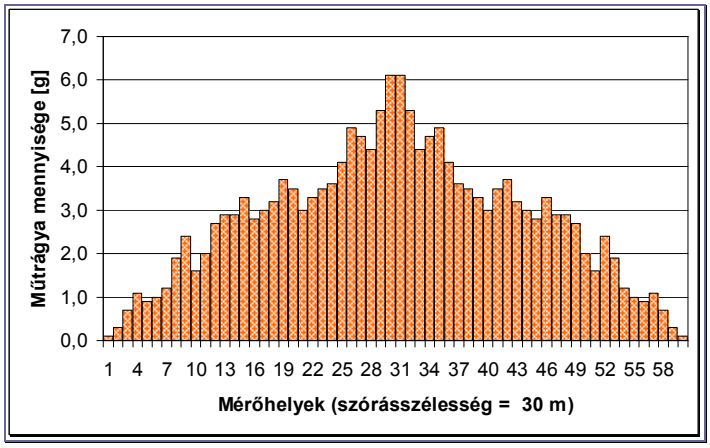
$\bar{x}_i$ a háromszori ismétlés során, az összes mérőhelyen felfogott műtrágyamennyiségek átlaga;

n a mérőhelyek száma.

CV szabvány szerinti megengedett értéke 15% (MSZ-05-10. 0283).

Egy-egy mérés eredményeként három diagramot kapunk:

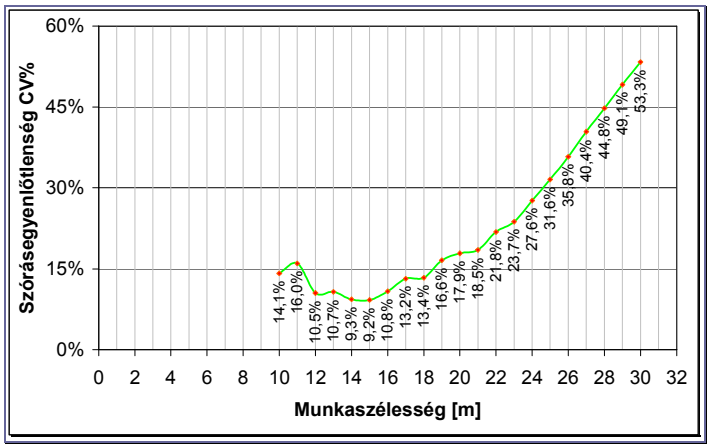
- Az adott beállításhoz tartozó keresztirányú szórásképet **(1. ábra)**, mely az egyes mérőhelyeken felfogott műtrágya mennyiségeket ábrázolja [g]-ban. A mérőhelyek számát az adott műtrágyával és adott beállítással várható szórásszélességnek megfelelően választjuk meg. Jelen méréssorozatban a leggyakoribb 60 mérőhelyes vizsgálatokon túl 50 és 80 mérőhelyes mérésekre is sor került.
- A szórásgörbe a keresztirányú szórásképe különböző mértékű átfedése eredményeként kapott munkaszélesség –szórásegyenlőtlenség összefüggést ábrázoló diagram **(2. ábra)**. Az átfedés nagysága nulla, amikor szórásszélesség megegyezik a munkaszélességgel. A szórásegyenlőtlenség természetesen ekkor a legnagyobb.



1. ábra. Keresztirányú szórásképe

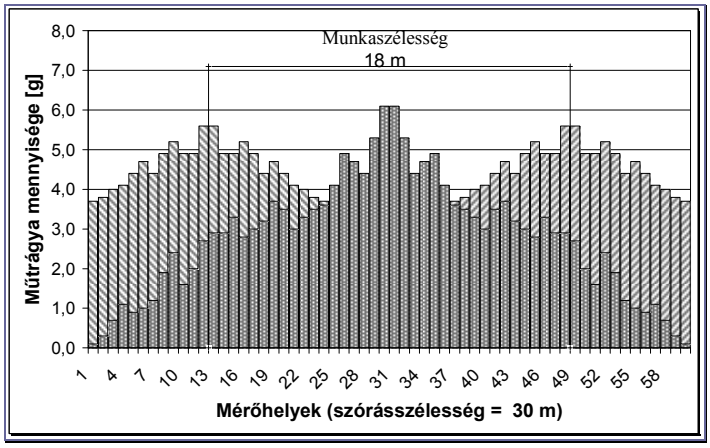
Az átfedés nagyságának 1 méterenkénti növelésével a munkaszélesség és a szórásegyenlőtlenség csökken. Egy adott mérés során meghatározható az a legnagyobb

munkaszélesség, amelynél a szórásegyenlőtlenség értéke kisebb, mint a szabványban megengedett 15%. A továbbiakban ezt a munkaszélességet tekintjük az adott mérés során kapott munkaszélességnek. (A bemutatott példán 18 méter munkaszélességnél a szórásegyenlőtlenség 13.4%)



2. ábra. Munkaszélesség - szórásegyenlőtlenség összefüggés

- A harmadik diagram **(3. ábra)** a keresztirányú szórásképet már az átfedésekkel ábrázolja, konkrétan azzal a legkisebb átfedéssel, amelynél a szórásegyenlőtlenség 15% alatt marad. Ekkor kapjuk az adott méréshez tartozó legnagyobb munkaszélességet.



3. ábra. Keresztirányú szóráskép átfedésekkel

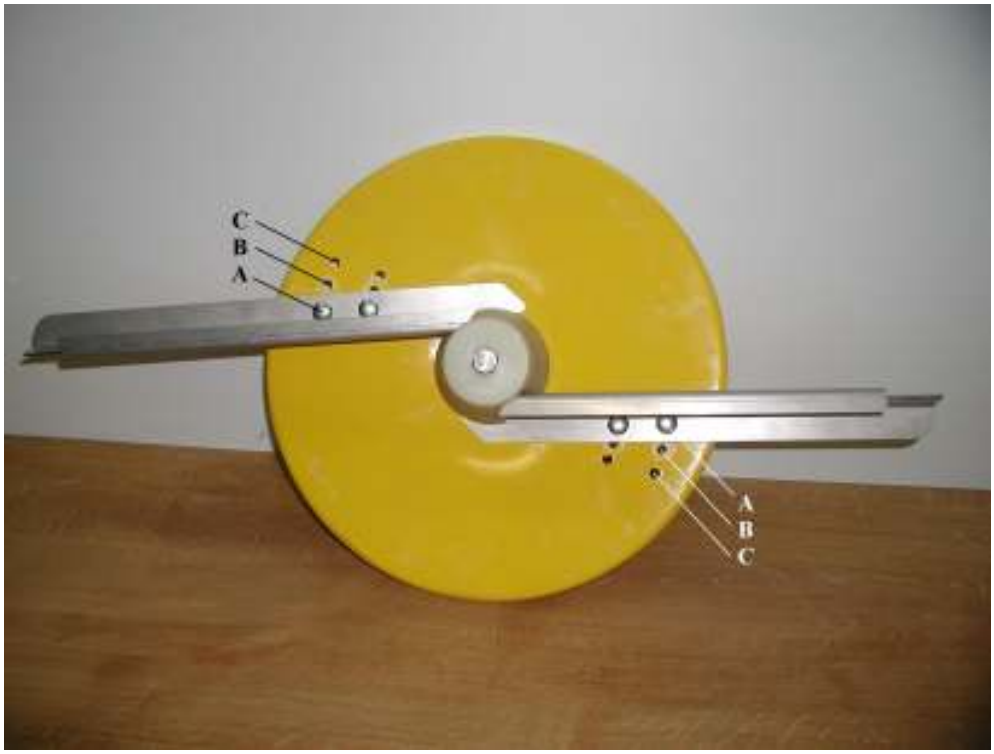
2.2. A mérésekhez használt gép leírása

A kutatómunkához szükséges mérések elvégzéséhez a TORNÁDÓ INTERNATIONAL Kft. gyártott kísérleti gépet, melynek legfontosabb műszaki és üzemeltetési adatait az **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat. A kísérleti gép műszaki és üzemeltetési adatai

A tartály mérete (kísérleti cél):	400 dm^3
A röpítőtárcsák száma:	2
A röpítőtárcsák átmérője:	400 mm
A röpítőtárcsák fordulatszáma:	840 1/min
A röpítőtárcsák tengelytávolsága:	900 mm
A szórólapátok száma:	2 vagy 3 db
A szórólapátok hossza:	400/300 mm vagy 400/350/300 mm
A szórólapátok magassága:	50 mm
A szórólapátok sugáriránnyal bezárt szöge:	A **4. ábra** szerint állítható
A méréseknél alkalmazott haladási sebesség:	8 km/h

A gép kéttárcsás szóró szerkezetére kétlapátos és háromlapátos szórótárcsák is felszerelhetők. Az eltérő hosszúságú lapátok különböző variációkban szerelhetők fel. A lapátok sugáriránnyal bezárt szöge három fokozatban állítható, forgásirányhoz viszonyítva hátra.

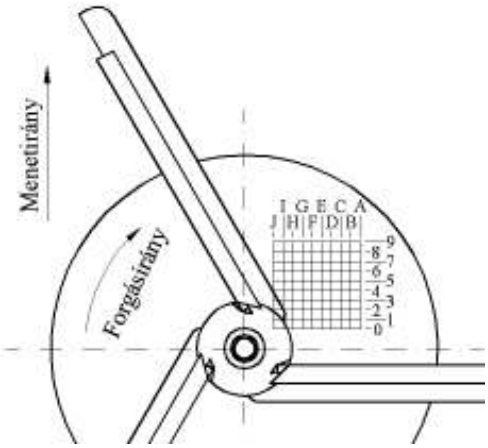


4. ábra. Lapátszög állítási lehetőségek a röpítőtárcsán

Az **A** helyzetben az adott lapát a sugárirányhoz képest 40°-ban, **B** helyzetben 35°-ban és **C** helyzetben 30°-ban a forgásirányhoz viszonyítva hátra van állítva. Két lapát esetén először a hosszú, majd a rövid lapát helyzete szerepel a jelölésben (pl. A/B**).** Háromlapátos rendszerben a lapátok sorrendje: hosszú, közepes, rövid (pl. A/B/C)

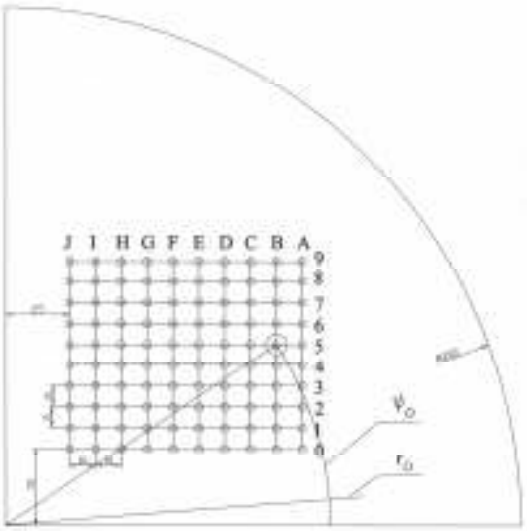
2.3. A beállítható adagolási helyek

A gép elosztószerkezete lehetővé teszi az adagolási hely előre-hátra és jobbra-balra állítását abban a tartományban, amely a kísérletek szempontjából fontos. A beállítható adagolási helyeket a röpítőtárcsa felületén az **5. ábra** mutatja. A későbbiekben ezek jelölése, A9, B8, stb.



5. ábra. Adagolási helyek a röpítőtárcsa felületén

Az egyes adagolási helyek sugár és szögértékeikkel (r_o; ψ_o) is megadhatók, a **6. ábra** szerint.



6. ábra. Adagolási helyek sugár és szög koordinátái

2.4. A vizsgálatokhoz használt műtrágyák fizikai jellemzői

A vizsgálatokhoz, a gyakorlatban széles körben alkalmazott műtrágya típusokat használtam. Ezek -szórás szempontjából legfontosabb- fizikai jellemzőit a vizsgálatok megkezdése előtt meghatároztam, mivel a tapasztalat azt mutatja, hogy még azonos gyártó esetén is nagy eltérések vannak az azonos típusú műtrágyák között, a fizikai jellemzők vonatkozásában.

A szemcseméret megoszlás meghatározása szita-analizátorral történt. A legkisebb és legnagyobb szemcseméret jellemzésére az 1 mm-nél kisebb, illetve a 4 mm-nél nagyobb szemcsék részarányát választottam. ($d_{<1}$%, $d_{>4}$%)

A közepes szemcseméretet szitamaradék diagram segítségével és számítással is meghatároztam. A szórás ismeretében kiszámítottam a szemcseméret variációs tényezőjét, (CV%) is.

$$d_{50} = \frac{\sum m_i \cdot d_i}{\sum m_i} \qquad \sigma = \frac{\sqrt{\sum m_i (d_i - d_{50})^2}}{\sum m_i} \qquad CV = \frac{\sigma}{d_{50}} \cdot 100\%$$

ahol: d_{50} :a közepes szemcseméret [mm], d_i: az egyes frakciók közepes szemcsemérete [mm], m_i: az egyes frakciók tömege [g], σ: szórás.

2. táblázat. A vizsgált műtrágyák méretjellemzői

Méretjellemző	Ammónium-nitrát	Pétisó	NPK	Kálisó	Karbamid
$d_{<1}$%	0,90	0,08	2,57	0,93	2,12
$d_{>4}$%	2,27	35,02	2,46	2,10	0,00
d_{50}[mm]	2,38	3,65	3,14	3,02	1,62
VK%	32,60	17,50	21,00	21,00	27,90

A térfogattömeg meghatározásához 1000 cm^3 -es mérőhengert és 0.1 g pontosságú mérleget használtam.

A nedvességtartalmat a nemzetközi szabványoknak is megfelelő módon, 25 g mintával, háromszoros ismétléssel, 103 $\pm$ 1°C hőmérsékleten, 72 óra szárítási idővel határoztam meg. A minták tömegét 0,1 mg pontosságú mérleggel mértem meg. Az eredményeket a **3. táblázat** tartalmazza.

Összehasonlításul, a tanszéken korábban végzett mérések alapján a 18%-os szuperfoszfát legfontosabb fizikai jellemzői az alábbiak szerint alakultak:

$d_{<1}$=12,75%; $d_{>4}$=12,95%; d_{50}= 2,55 mm, szemcseméret szórás, CV=46%. A vizsgált szuperfoszfát nedvességtartalma 13,8%, térfogattömege pedig 1,27 kg/dm^3 volt. Ez a műtrágya típus a kísérletsorozatban nem szerepelt.

3. táblázat. A műtrágyák fontosabb fizikai jellemzői

Típus	**Szemcseösszetétel**	**Közepes szemcseméret d_{50} [mm]**	**Térfogattömeg [kg/dm^3]**	**Nedvesség-tartalom [%]**
Ammóni-umnitrát 34%		2,38	0,95	0,31
Kálisó 60%		3,02	1,13	0,07
Karbamid 46%		1,62	0,74	0,32
NPK 8-24-24%		3,14	0,97	1,42

2.5. Különböző lapátanyagok koptató vizsgálata

A kopás jelensége egyike az anyagvizsgálat eddig legkevésbé tisztázott területeinek, melynek oka, hogy a kopást oly sok tényező befolyásolja, hogy egy abszolút kopási mérőszámot megállapítani és ezt a számot az anyag más tulajdonságaival kapcsolatba hozni ez idő szerint még nem sikerült. Kétségtelen, hogy minél nagyobb egy anyag keménysége, általában annál kisebb a kopása, egyébként azonos viszonyok között. Ez a szabály azonban nem általános, és ez alól is van kivétel.

A koptató vizsgálat tehát mindig csak durva összehasonlító vizsgálat, amely megbízható eredményeket csak akkor ad, ha pontosan azonos körülmények között történik az összehasonlítás, és a kapott értékeket a gyakorlatban csak akkor lehet felhasználni, ha maga a koptató kísérlet is a gyakorlati igénybevételhez hasonló módon folyt le. Ennek megfelelően a koptató gépeknek igen sok fajtája van.

A kopás mérőszámául általában az időegység alatt lekopott anyag tömegét adják meg.

2.5.1. A koptató vizsgálathoz használt berendezés ismertetése

A vizsgálati módszer lényege a következő: egy röpítőtárcsás műtrágyaszóró gép tartályából állítható nagyságú adagoló résen át folyamatosan áramlik egy adott koptató anyag a szóró szerkezetre. A röpítőtárcsát villanymotor forgatja, a gyakorlatban alkalmazott fordulatszámmal. A tárcsára egyidejűleg 4 db, azonos alakú és méretű szórólapát szerelhető fel. Célszerű, ha a 4 db lapát anyaga különböző, így egyidejűleg 4 különböző anyag kopása hasonlítható össze, garantáltan azonos körülmények között. A szóró szerkezetet ponyva burkolja, alatta pedig egy, a koptató anyag felfogására alkalmas tölcsér van elhelyezve, amely egy serleges felhordóhoz, az pedig a tartályba vezeti vissza az anyagot **(4. táblázat).**

4. táblázat. A berendezés műszaki és üzemeltetési paraméterei

Befoglaló méretek [m]	5 x 2,4 x 2,0
Tartály térfogat [l]	500
Tárcsák száma	1
Szórólapátok száma	4
Röpítőtárcsa fordulatszáma [1/min]	790

2.5.2. A koptató anyag

A kísérlethez koptatóanyagként olyan szemcsés anyagot választottam, amelynek átlagos szemcseméret hasonló a műtrágyákéhoz, viszont a műtrágyákkal ellentétben hosszú időn át megőrzi eredeti fizikai jellemzőit.

A koptató anyag megnevezése: Szűrőhomok NC 1,6-3.

A megnevezésben lévő számjelzés a termék szemcseméretének jellemző alsó és felső határára utal. Az anyag térfogattömege: 1,6 kg/dm^3

Származási helye: Kvarchomok Bányászati és Feldolgozó Kft. Sóskút.

2.5.3. A vizsgált lapátanyagok

5. táblázat. A vizsgált lapátanyagok jellemzői

Jelölés	Lapát 1	Lapát 2	Lapát 3	Lapát 4
Szabványos megnevezés	X120Mn13 MSZ 520	X5CrNi1810 MSZEN 10088-1	St02F MSZ 23	X5CrNiTi1810 MSZEN 10088-1
Leírása	Kopásálló szerkezeti acél	Korrózióálló acél, 2 mm vastag	Hidegen hengerelt táblalemez	Korrózióálló acél, 4 mm vastag
Brinell keménység	208	153	118	171
Szakító szilárdság [N/mm^2]	680	530	360	560

3. EREDMÉNYEK

3.1. Elméleti összefüggések az adagolási hely, a szórólapátok beállítási szöge és a szórás szélesség között

Kéttárcsás szóró szerkezeteknél az adagolási hely és a szórólapátok beállítási szöge együttesen határozzák meg

- a szemcsék tárcsán való tartózkodásának idejét,
- a tárcsa elfordulási szögét ezen idő alatt és
- a szemcsék tárcsáról való leválási sebességének nagyságát és irányát,

amelyektől a szórás szélessége és egyenletessége függ.

Mindezek miatt célszerű a két tényező hatását együttesen vizsgálni.

A röpítőtárcsa működésének technológiai folyamatát két fő fázisra lehet osztani:

a.) a szemcse mozgása a tárcsán/lapátokon és

b.) a levegőben való repülése a tárcsáról való leválás után.

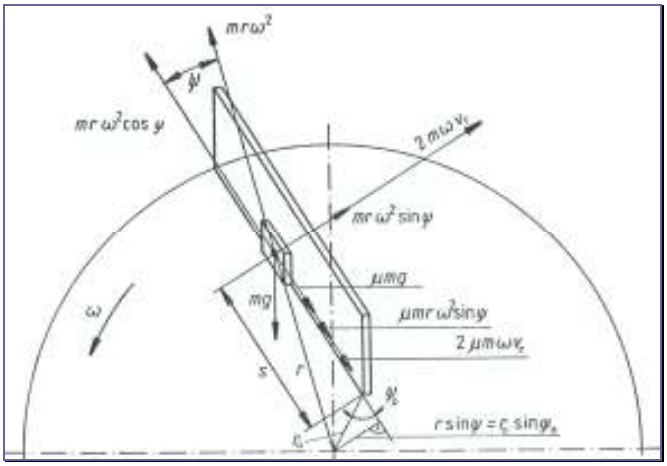
A lapáton mozgó műtrágya tömegáramot a műszaki analízis elvégzéséhez egy tömegponttal modelleztem.

A tárcsa középpontjától egy adott pillanatban r távolságra lévő, m tömegű szemcsére az ω szögsebességű tárcsán a következő erők hatnak **(6. ábra)**:

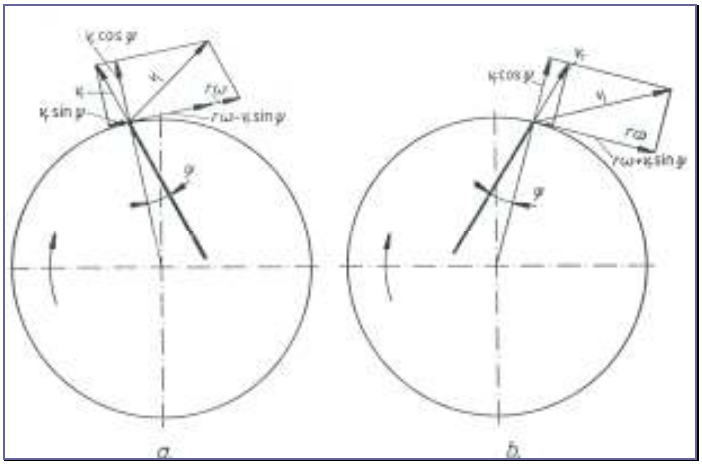
1. gravitációs erő: $m \cdot g$
2. centrifugális erő: $m \cdot r \cdot \omega^2$ (ennek lapátirányú komponense a szemcsét elmozdítani igyekszik, míg lapátra merőleges komponense a lapáthoz szorítja azt)
3. Coriolis erő: $2 \cdot m \cdot v_r \cdot \omega$ ahol v_r a szemcse lapát menti relatív sebessége
4. a szemcsére ható súrlódási erők:
   - a tárcsával: $\mu \cdot m \cdot g$
   - a lapáttal, a centrifugális erő hatására: $\mu\, m\, r \cdot \omega^2 \sin\psi$
   - a lapáttal a Coriolis erő hatására: $2\, \mu\, m \cdot v_r\, \omega$

Az erők egyensúlyát vizsgálva egy inhomogén másodrendű differenciál egyenletet kapunk. A homogén és inhomogén rész általános megoldásából meghatározható a műtrágyaszemcse lapát menti relatív sebessége, melynek segítségével értékeltem a konstrukciós paraméterek és a munkaszélesség kapcsolatát.

A relatív sebesség ismeretében meghatározható a lapátot elhagyó szemcse leválási sebessége **(7.ábra),** hátra (***a*** ábra) és előrehajló (***b*** ábra) lapátozásnál.



7. ábra. A röpítőtárcsán lévő műtrágyaszemcsére ható erők



8. ábra. A leválási sebesség alakulása, hátra és előre hajló lapátozás esetén

A levezetett egyenletek alapján, melyek egyetlen szemcsére vonatkoznak, a következő megállapítások tehetők:

A szórás szélesség növelhető, ha növeljük a lapát menti relatív sebességet.

A lapát menti relatív sebesség a következőktől függ:

- Az adagolási hely koordinátáitól (r_o; ψ_o)
- A műtrágyaszemcsék és a lapát közötti súrlódási tényező nagyságától (μ)
- A röpítőtárcsa szögsebességétől (ω)
- A szórólapátok hosszától (R)
- A szórólapátok beállítási szögétől (ψ).

Ez utóbbi négy tényező a lapát menti relatív sebességen túl a szemcsék leválási sebességére is hat.

A leválási sebesség a sugárirányhoz képest forgásirányban előreállított lapátokkal a legnagyobb, ugyanakkor forgásirányban hátrafelé állított lapátokkal a legkisebb. Ennek ellenére, a továbbiakban csak a hátraállított lapátokkal, illetve az állítás mértékével

foglalkozom, mivel ma már bizonyított tény, hogy a sugárirányba, illetve előreállított lapátokkal ugyan nagyobb a szórásszélesség, de a szórásegyenlőtlenség is oly mértékben megnő, hogy átfedésekkel sem korrigálható.

A fent felsorolt, szórásszélességet befolyásoló tényezők közül nem vizsgáltam a súrlódási tényező hatását, illetve feltételeztem, hogy egy adott műtrágya súrlódási tényezője az adott, korrózióálló acél lapátanyaggal állandó (közelítő számításokhoz a 0,22-os értéket vettem alapul). Szintén végig állandó volt a röpítőtárcsák szögsebessége, illetve fordulatszáma (840 1/min)

3.2. A szórásszélesség és a munkaszélesség alakulása az adagolási hely függvényében

A méréssorozatot a következő feltételekkel végeztem a kísérleti géppel:

A műtrágya típusa:	Ammóniumnitrát
A műtrágya tömegárama:	állandó (47,44 kg/min)
A szórólapátok száma:	2
A szórólapátok hossza:	állandó (400/300 mm)
A szórólapátok beállítási szöge:	állandó (A/A)
Adagolási helyek:	A **9. ábra** szerint

A méréssorozat eredményeként a vizsgált adagolási helyeken a **9. ábra** szerinti munkaszélesség értékeket kaptam.

J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	
										9
										8
										7
				15	18	14	16	17	17	6
			14	14	20	17	18	18	21	5
			17	15	24	20	22	22	22	4
				17	24	21	25	26	25	3
			13	19	23	14	12	14	12	2
					15					1

9. ábra. A munkaszélesség alakulása a különböző adagolási helyeken

A továbbiakban összefüggést kerestem az egyes adagolási helyek pozíciója és a kapott munkaszélesség értékek között.

Az **10. ábrán** látható oszlopdiagramokban, a jobboldali ábrarészben jelölt adagolási helyek sugár és szög értékei valamint a mért munkaszélesség értékeket ábrázoltam.

Az oszlopdiagramokból látható, hogy az adott irányban lineáris összefüggés van az adagolási helyek (A6, A5 stb.) sugár és szög értékei (r_o; ψ_o) között.

Ennél azonban lényegesebb, hogy az adott tartományban szintén lineáris az összefüggés a sugár és szög értékek valamint a munkaszélesség között.

Megállapítható, hogy a sugár illetve szög értékek csökkenésével -a jelzett tartományban- nő a munkaszélesség.

Az összefüggés szerint tehát az adott irányban és az adott határok között változtatva az adagolási helyet a tárcsaközépponttól való távolság és a tárcsaközéppontokat összekötő egyenestől mért hajlásszög lineárisan csökken, miközben a munkaszélesség ugyancsak lineárisan nő.

Más műtrágya típusokkal és háromlapátos rendszerben is ugyanezt az eredményt kaptam.

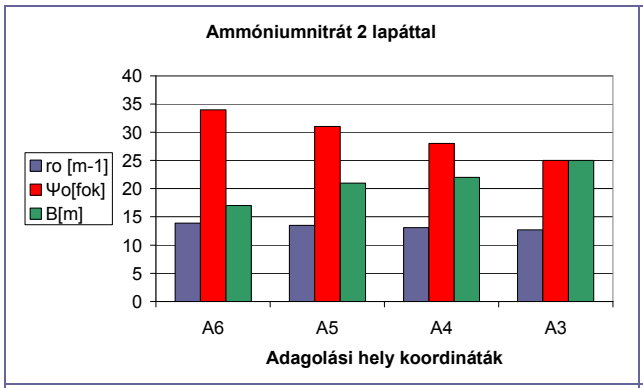
Összehasonlításul megvizsgáltam azt az esetet, amikor az adagolási helyek szögállása közel állandó, ugyanakkor a tárcsaközéptől való távolság lineárisan csökken. Ebben az esetben nem egyértelmű az összefüggés.

3.3. A lapátok beállítási szögének hatása a szórásszélesség és a munkaszélesség nagyságára

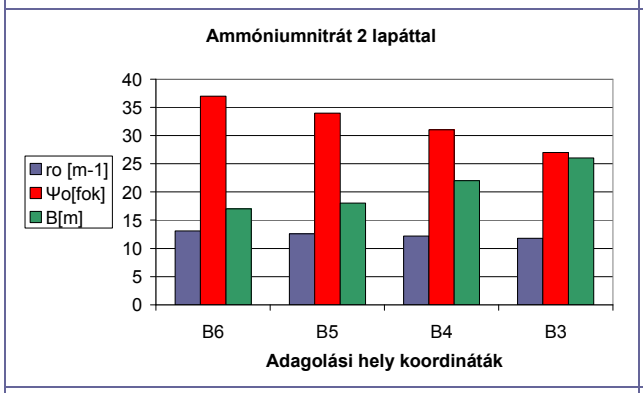
A méréssorozatot a következő feltételekkel végeztem a kísérleti géppel:

A műtrágya típusa:	Ammóniumnitrát
A műtrágya tömegárama:	állandó (47,44 kg/min)
A szórólapátok száma:	2
A szórólapátok hossza:	állandó (400/300 mm)
A szórólapátok beállítási szöge:	változó
Adagolási hely	állandó (C2)

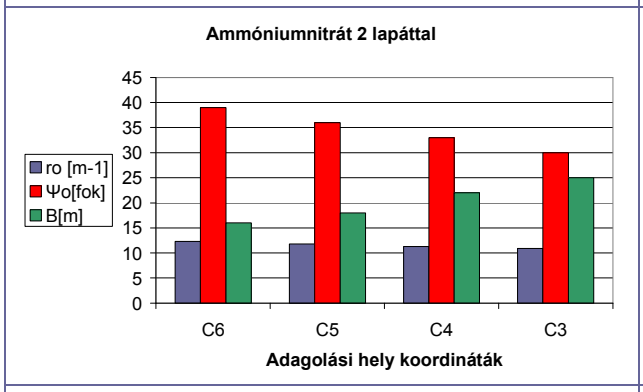
A kísérletsorozathoz nem véletlenül választottam a C2 adagolási helyet. Ennél az adagolási helynél, mindkét lapát leghátsó helyzetében (**A/A**), a szórásgörbének két minimuma van: nevezetesen 12 méternél és 25 méternél (**11**. **ábra**).



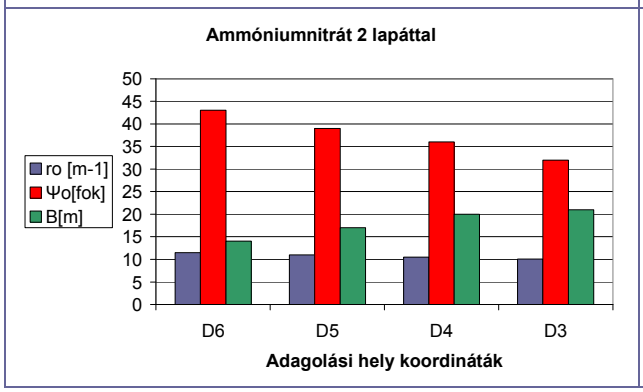
H	G	F	E	D	C	B	A	
								9
								8
								7
							x	6
							x	5
							x	4
							x	3
								2
								1
								0



H	G	F	E	D	C	B	A	
								9
								8
								7
						x		6
						x		5
						x		4
						x		3
								2
								1
								0

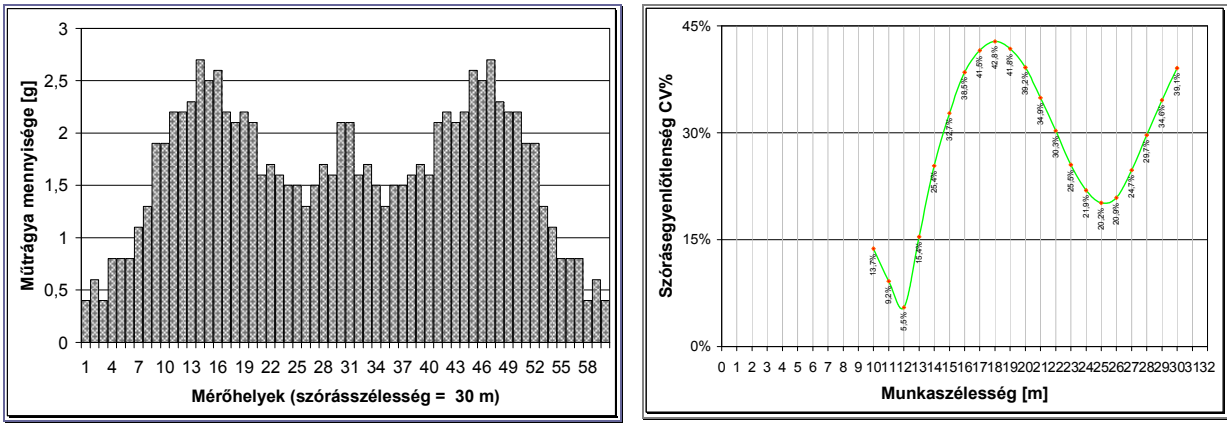


H	G	F	E	D	C	B	A	
								9
								8
								7
					x			6
					x			5
					x			4
					x			3
								2
								1
								0



H	G	F	E	D	C	B	A	
								9
								8
								7
				x				6
				x				5
				x				4
				x				3
								2
								1
								0

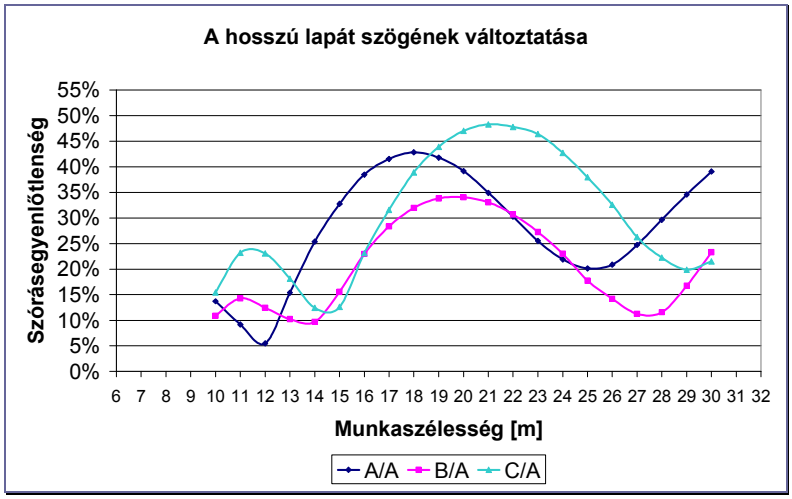
10. ábra. Az adagolási hely és a munkaszélesség közötti összefüggés



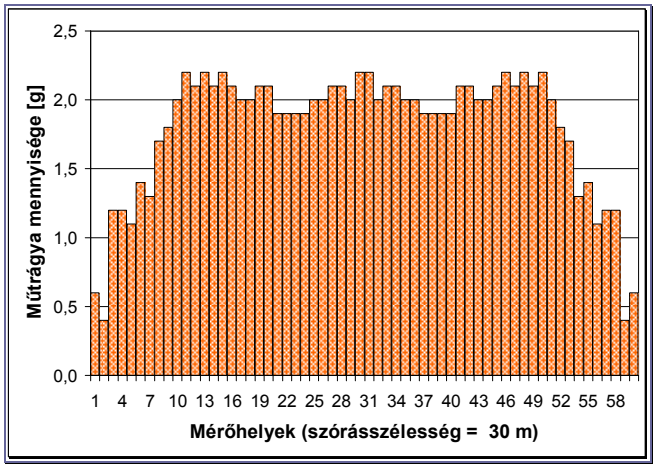
11. ábra. Keresztirányú szóráskép és szórásgörbe C2 adagolási helyen, A/A lapátbeállítással

A további mérések alapja az a fizikai törvényszerűség, hogy a két szórólapát közül a hosszabbik nagyobb szélességben szór, tehát a szóráskép széleire is juttat műtrágyát, míg a rövidebbik a szóráskép közepét kellene, hogy kitöltse, tehát nem cél, hogy messzebbre szórjon. Az alapul szolgáló, **11. ábrán** látható keresztirányú szórásképen ez jól megfigyelhető. A következő diagramban látható szórásgörbék szerint a hosszú lapátok szögének változtatásával a munkaszélesség jelentősen nő. A **B/A** lapátbeállítással 28 méter munkaszélesség érhető el, 15% alatti szórásegyenlőtlenség mellett (**12. ábra**).

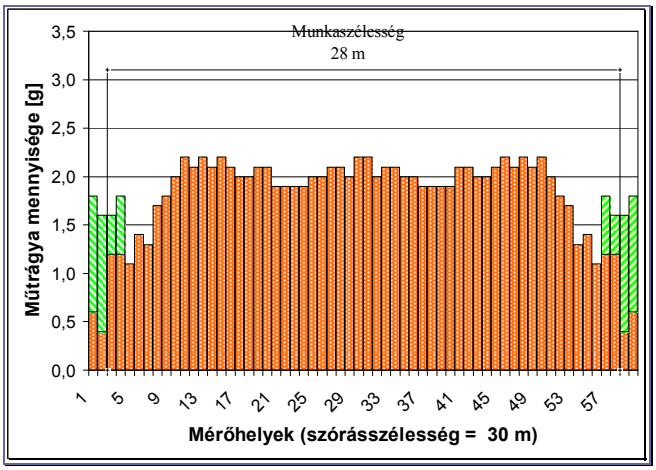
A keresztirányú szóráskép jellegének változása jól látható a **13. ábrán**. A **14. ábra** már 28 méter munkaszélességnél, átfedésekkel mutatja a szórásképet.



12. ábra. A munkaszélesség változása a hosszú lapátok szögének állításával



13. ábra. A keresztirányú szóráskép közepének kitöltése



14. ábra. Keresztirányú szóráskép 28 méter munkaszélességnél

3.4. A szórólapátok hosszának megválasztási szempontjai, különös tekintettel a munkaszélesség növelésre

A fizika törvényszerűségei szerint a lapátok hosszának változtatása a munkaszélesség növelés legfontosabb eszköze lehet. A kerületi sebesség növelését a lapát hossz növelésével célszerű elérni. A lapátok hossza azonban konstrukciós okokból nem növelhető bizonyos határon túl. A vizsgálatok tanulsága alapján, az alkalmazott 400 mm lapáthossz kedvező esetben 28-30 m munkaszélesség elérését is lehetővé teszi.

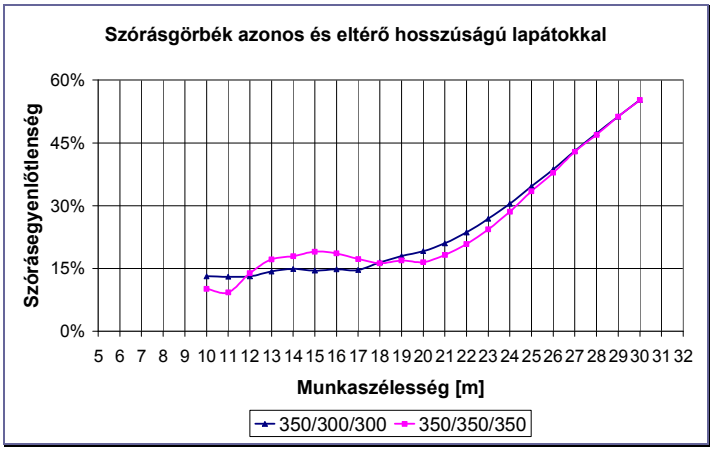
A méréssorozatot a következő feltételekkel végeztem a kísérleti géppel:

A műtrágya típusa:	NPK
A műtrágya tömegárama:	állandó (35.56 kg/min)
A szórólapátok száma:	3
A szórólapátok hossza:	változó
A szórólapátok beállítási szöge::	állandó (A/A/A)
Adagolási hely:	állandó (A5)

A szórólapátok hosszának változtatására a következő sorrendben került sor:

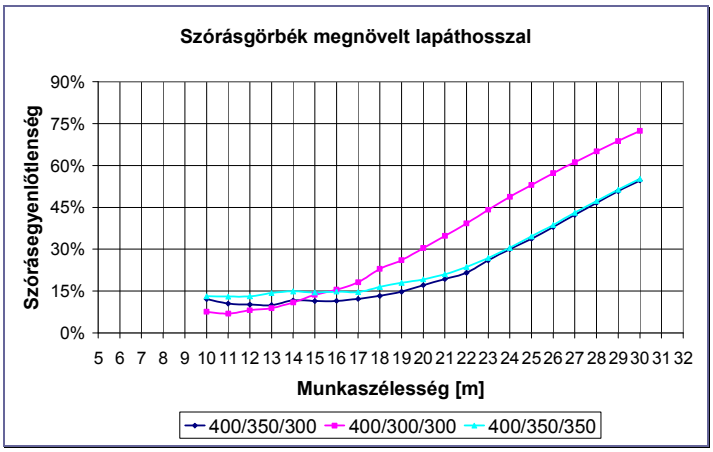
- Mindhárom lapát azonos hosszúságú: 350/350/350 mm
- Egy hosszabb és két rövidebb lapát: 350/300/300 mm
- Az egyik lapát hosszának további növelése: 400/350/350 mm
- A rövidebb lapátok hosszának csökkentése. 400/300/300 mm
- Három, különböző hosszúságú lapát: 400/350/300 mm.

A **15. ábra** a 350/350/350 mm és a 350/300/300 mm-es lapátváltozat szórásgörbéit mutatja. Fenti szórásgörbék alapján megállapítható, hogy mind a munkaszélesség, mind a szórásegyenlőtlenség szempontjából kedvezőbb, ha a lapátok hossza eltérő.



15. ábra. Szórásgörbék azonos és eltérő hosszúságú lapátokkal

Az egyik lapát hosszát tovább növelve, három különböző lapáthossz variációval történtek mérések, melyek szórásgörbéit a **16. ábra** tartalmazza.



16. ábra Szórásgörbék megnövelt lapáthosszakkal

Fenti diagram szerint legkedvezőbb a 400/350/300 mm-es lapátkombináció, mellyel természetesen optimális adagolási helyen nagyobb munkaszélesség is elérhető volt (pl. B4 adagolási helyen 26 méter).

3.5. A lapátok számának hatása a szórás- és munkaszélességre, valamint a szórásegyenlőtlenségre

A méréseket a következő feltételekkel végeztem:

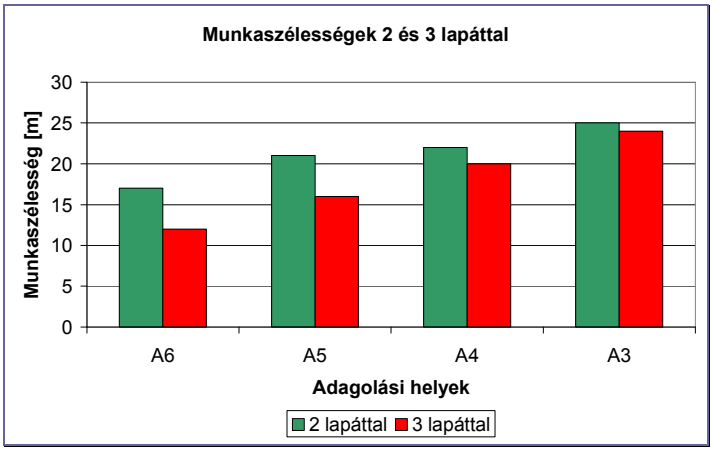
A műtrágya típusa:	Ammóniumnitrát
A műtrágya tömegárama:	állandó (47,44 kg/min)
A szórólapátok száma:	2 vagy 3
A szórólapátok hossza:	400/300 mm vagy 400/350/300 mm
A szórólapátok beállítási szöge:	állandó (A/A és A/A/A)
Adagolási helyek:	A6, A5, A4, A3, B6, B5, B4, B3, C6, C5, C4, C3.

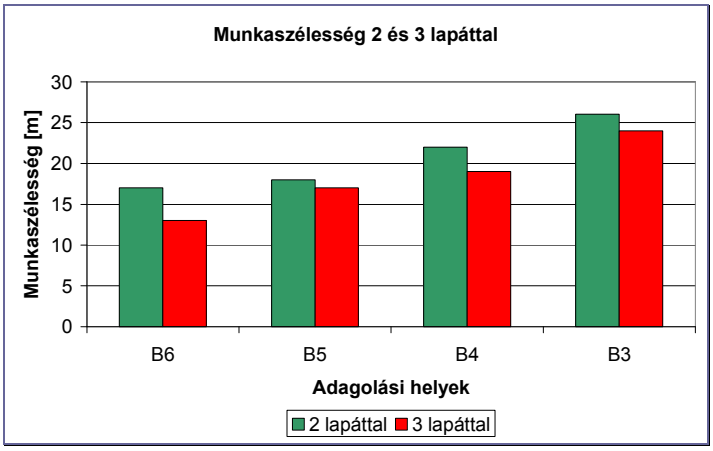
Az adagolási hely koordinátáinak (r_o; ψ_o) függvényében a munkaszélesség alakulása, 2 és 3 lapátos rendszerben is azonos módon alakul: a koordináta értékek lineáris csökkenésével a munkaszélesség lineárisan nő függetlenül a lapátszámtól. Ugyanakkor az is szembetűnő, hogy azonos adagolási helyeken 2 lapátos rendszerben mindig nagyobb munkaszélesség érhető el (**17. ábra)**.

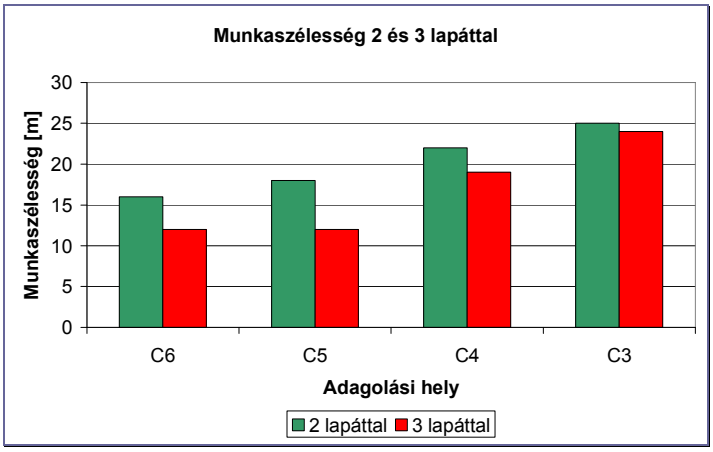
3.6. A nagy munkaszélesség szempontjából optimális műtrágya jellemzők meghatározása

A különböző jellemzők hatásának vizsgálata nem egyszerű, mivel az összes fizikai jellemző egyidejűleg van jelen a folyamatokban, azokat szétválasztani nem lehetséges.
A műtrágyaszóró gépek munkaszélességének növelése szempontjából mégis, döntően három tényezőnek van kiemelt szerepe:

- a közepes szemcseméret
- a szemcseméret megoszlás, és
- a térfogattömeg.







17. ábra. A munkaszélesség alakulása két és háromlapátos rendszerben különböző adagolási helyeken

A következő méréssorozatot két olyan műtrágya típussal végeztem, amelyek térfogattömege megközelítőleg azonos, ugyanakkor méretjellemzőikben jelentős eltérések vannak (**6. táblázat**)

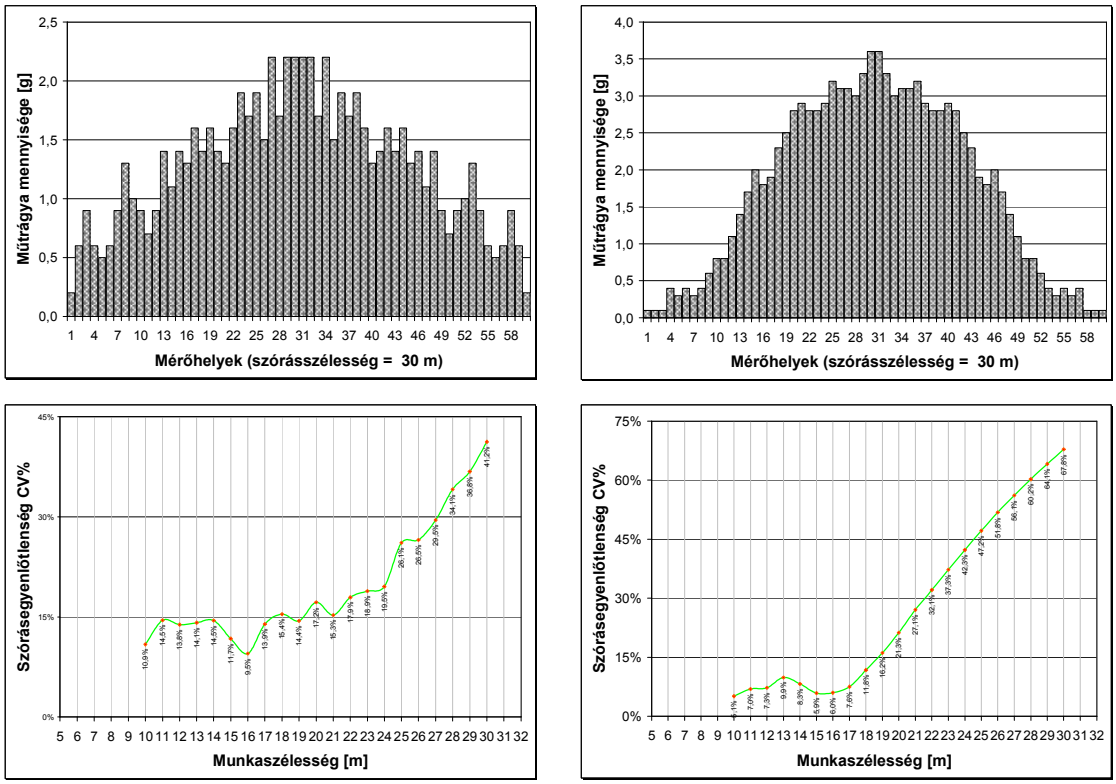
6. táblázat. A vizsgált műtrágyák méretjellemzői és térfogattömege

Jellemző	NPK	Ammóniumnitrát
$d_{<1}$%	2,57	0,90
$d_{>4}$%	2,46	2,27
d_{50}[mm]	3,14	2,38
VK%	21,00	32,60
Térfogattömeg [kg/dm^3]	0,97	0,95

A méréssorozatot a következő feltételekkel végeztem:

A műtrágya típusa:	NPK és ammóniumnitrát
A műtrágya tömegárama:	NPK: 35.56 kg/min; ammóniumnitrát: 47.44 kg/min
A szórólapátok száma:	2
A szórólapátok hossza:	állandó (400/300 mm)
A szórólapátok beállítási szöge:	állandó (A/A)
Adagolási helyek:	A6, A5, B5, B4, C5, C4, D5, D4

A méréssorozatban beállított adagolási helyeken kapott keresztirányú szóráskép diagramok és szórásgörbék közül egyet itt kiemelve (**18. ábra**), a következők állapíthatók meg:



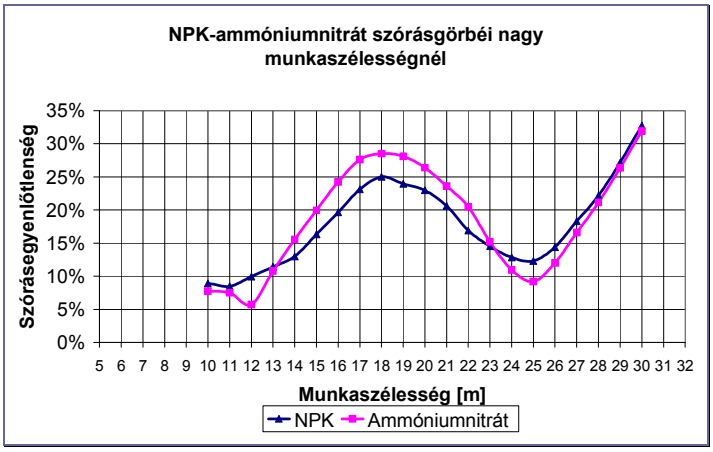
18. ábra. NPK és ammóniumnitrát keresztirányú szórásképe és szórásgörbéje B5 adagolási helyen

A fizika törvényszerűségei alapján várható, hogy a nagyobb közepes szemcseméretű NPK műtrágya szórható nagyobb távolságra (bal oldali szóráskép). Ez a kapott szórásképeken egyértelműen megfigyelhető. Ha mindkét szórásképet háromszög alakhoz hasonlítjuk, akkor látható, hogy az NPK -val kapott háromszög csúcsszöge nagyobb. Ugyanakkor a háromszögek oldalainak lefutása NPK műtrágya esetében minden esetben nagyobb szabálytalanságokat mutat. Mindezek miatt az elérhető munkaszélesség mindössze 1 méterrel haladja meg az ammóniumnitráttal elérhető munkaszélességet.

A szórásgörbék alapján további megállapítások is tehetők:

Ammóniumnitrát műtrágyával 18 m munkaszélesség alatt jóval kisebb a szórásegyenlőtlenség, és nem igényel pontos fogáscsatlakoztatást, míg az NPK esetében sikerült ugyan nagyobb munkaszélességet elérni, de ebben az esetben igen pontos fogáscsatlakoztatásra van szükség.

Mindkét műtrágya esetén található olyan adagolási hely, amely 26 méteres munkaszélesség alkalmazását teszi lehetővé. Ezek az adagolási helyek B4 (122 mm, 31°) és B3 (118 mm, 27°). Az adott beállítással mindkét műtrágya kijuttatható 24, 25, és 26 méteres munkaszélesség alkalmazásával, ugyanakkor ammóniumnitráttal, nagyobb szórásegyenletességgel **(19. ábra)**.



19. ábra. NPK és ammóniumnitrát szórásgörbéi 26 méter munkaszélességnél

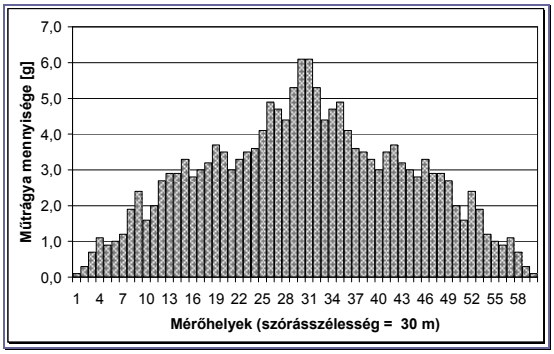
A nagyobb közepes szemcseméret magyarázza az NPK-val elérhető nagyobb szórásszélességet, ugyanakkor a nagyobb szórás egyenlőtlenség magyarázata az 1 mm-nél kisebb és 4 mm-nél nagyobb méretű szemcsék nagyobb aránya az NPK műtrágyahalmazban. Mindezek alátámasztására egy olyan kísérlet szolgál, amelyet ugyanazzal a műtrágyával de két különböző szemcseösszetétel mellett végeztem.

A méréshez ugyanazon termék egy hosszabb ideje tárolt (Kálisó 1) és újonnan vásárolt változatát (Kálisó 2) használtam, azonos feltételek mellett. A kétféle kálisó közötti különbség a fizikai jellemzőkben is megjelent **(7. táblázat)**.

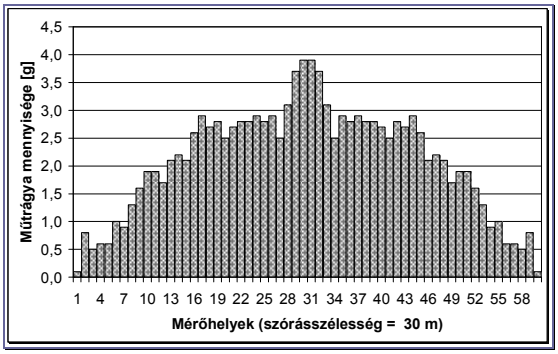
7. táblázat. A kétféle kálisó méretjellemzői és térfogattömege

Jellemző	Kálisó 1	Kálisó 2
$d_{<1}$%	10,68	0,93
$d_{>4}$%	1,58	2,1
d_{50}[mm]	2,54	2,98
VK%	39	21
Térfogattömeg [kg/dm^3]	1,11	1,13

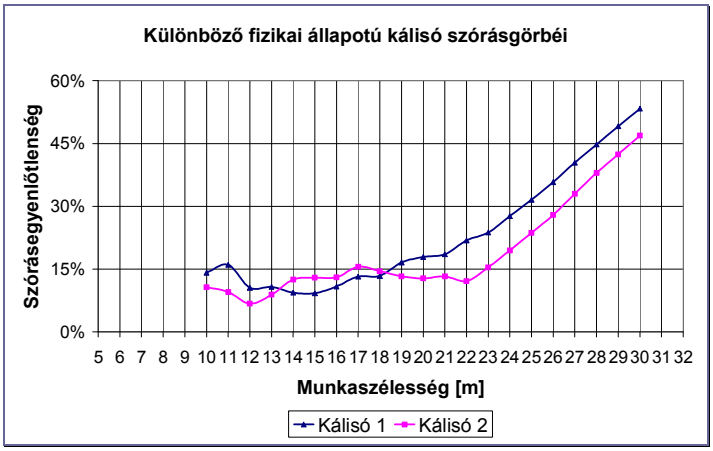
A két keresztirányú szórásképből (**20., 21. ábra**) jól látható, amit a szórásgörbék (**22. ábra**) is alátámasztanak, hogy a nagy arányban jelenlévő porszerű műtrágyaszemcsék miatt a Kálisó 1 műtrágyával jóval kisebb munkaszélesség érhető el mint a Kálisó 2-vel (18, illetve 22 méter).



20. ábra. Keresztirányú szóráskép Kálisó 1 műtrágyával



21. ábra. Keresztirányú szóráskép Kálisó 2 műtrágyával



22. ábra. Kálisó szórásgörbéi

3.7. A szórólapátok anyagmegválasztásának szempontjai

3.7.1. Munkaminőség romlás kopott felületű szórólapátok alkalmazása esetén

A röpítőtárcsás gépekkel elérhető munkaminőség jelentősen romlik, ha a gép paraméterei a gyári állapottól eltérnek. Ez az eltérés lehet a gép deformációja, amely a helytelen feltöltés miatt (durva rátolatás) következhet be, vagy a szórólapátok kopása és sérülése, amely a gép munkaminőségét jelentősen ronthatja. Ez utóbbival célszerű részletesebben is foglalkozni, mert számos hiba forrása. Általános tapasztalat, hogy a szórólapátokat addig használják, amíg azok felülete hullámosra kopik, sőt átlukad **(23. ábra)**.

23. ábra. Új és kopott szórólapátok

Új és kopott lapátokkal végeztem összehasonlító vizsgálatokat, melyek igazolták, hogy a kopott lapátok jelentős munkaminőség romlást eredményeznek: 20 méter munkaszélesség alkalmazása esetén új lapátgarnitúrával 9.43%, míg kopott lapátokkal, változatlan feltételek mellett, 22.23% szórásegyenlőtlenséget mértem. Az extrém mértékű lapátkopás jelentős mértékben rontotta a keresztirányú szórásképet és ezzel a szórásegyenlőtlenséget.

Napjainkban a műtrágyaszóró gép gyártók a szórólapátok anyagára is figyelmet fordítanak. Keresik azokat a lapátanyagokat, amelyek az adott igénybevétel mellett a leghosszabb ideig megőrzik eredeti állapotukat.

A kezelési és karbantartási útmutatóban felhívják a figyelmet a lapátcsere szükségességére, amikor a lapátok végein már hullámosodás tapasztalható (SULKY).

Előfordul, hogy a hosszabb élettartamú szórólapátokat opcióként ajánlják, természetesen, az eredetinél magasabb áron (BOGBALLE).

3.7.2. Különböző anyagú lapátok koptatóvizsgálatának eredménye

A négy, különböző anyagú lapát koptatását az „Anyag és módszer” című fejezetben ismertetett berendezéssel, és koptató anyaggal végeztem. Ugyanitt megtalálható a vizsgált lapátanyagok leírása, és legfontosabb jellemzőik ismertetése.

A vizsgálat kb. két napot vett igénybe, ebből a ténylegesen koptatással telt idő 11.5 óra volt. Kezdetben 0.5, majd 1.0 illetve 2.0 óránként leszereltük a szórólapátokat a tárcsáról és 0.1g pontosságú mérleggel megmértük a tömegüket. A mért adatokat a **8. táblázat** tartalmazza.

8. táblázat. A szórólapátok tömegének változása a koptatás során

Idő [óra]	Lapát							
	1		2		3		4	
	Tömeg [g]	Kopás [g]	Tömeg [g]	Kopás [g]	Tömeg [g]	Kopás [g]	Tömeg [g]	Kopás [g]
0,0	380,4	0,0	385,3	0,0	375,9	0,0	587,8	0,0
0,5	379,7	0,7	385,1	0,2	375,4	0,5	586,9	0,9
1,0	379,5	0,9	384,6	0,7	375,1	0,8	586,5	1,3
1,5	379,1	1,3	384,1	1,2	374,6	1,3	586,0	1,8
2,5	378,4	2,0	382,9	2,4	373,7	2,2	584,8	3,0
3,5	377,2	3,2	380,9	4,4	372,5	3,4	582,8	5,0
4,5	375,9	4,5	377,7	7,6	370,2	5,7	580,3	7,5
5,5	374,5	5,9	374,9	10,4	368,4	7,5	577,3	10,5
7,5	370,5	9,9	368,2	17,1	363,4	12,5	570	17,8
8,5	368,8	11,6	365,1	20,2	361,4	14,5	566,9	20,9
10,5	364,9	15,5	358,4	26,9	357,2	18,7	559,6	28,2
11,5	362,5	17,9	353,7	31,6	354,7	21,2	554,7	33,1

A koptatási folyamat utolsó órájában a lapátok közül kettőn (Lapát 2 és 4) anyag folytonossági hiba jelentkezett, míg a másik két lapát végén is jelentős elvékonyodás volt tapasztalható.

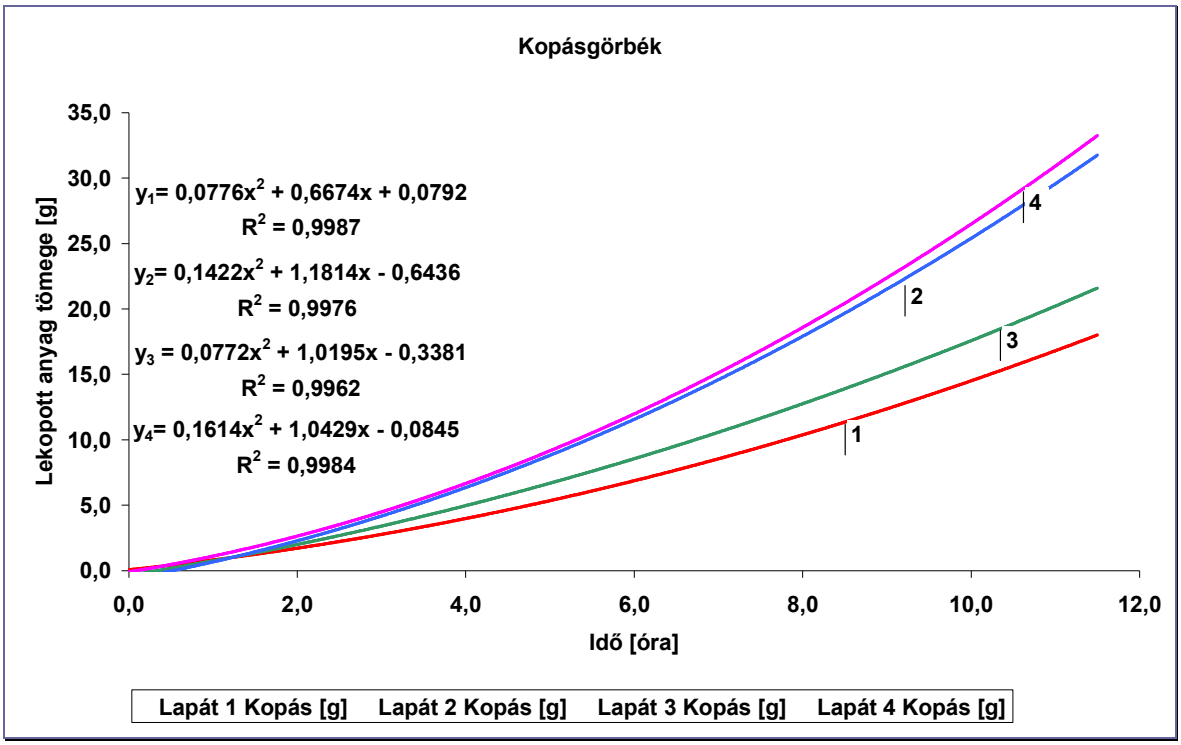
Megállapítható, hogy az anyaghiány és a jelentős elvékonyodás a lapátok azon részén jelentkezett először, ahol a lapát menti sebesség elérte maximumát. Ez minden esetben a lapátok végének a tárcsa felületéhez legközelebb eső része.

A táblázatban feltüntetett értékek felhasználásával készült diagram (**24. ábra**) az idő függvényében ábrázolja a lapátok kopásának mértékét.

A koptató vizsgálat eredményei alapján a következő megállapítások tehetők:

- Valamennyi anyag kopásának mértéke az idő másodfokú függvénye.
- Az adott igénybevételnek, a várakozásoknak megfelelően a legnagyobb keménységű, különleges acélból készült lapát (Lapát 1) felelt meg leginkább.
- A korrózióálló acélból készült lapátok (Lapát 2 és 4) koptak leggyorsabban, közel azonos mértékben, függetlenül attól, hogy 2 vagy 3 mm vastagságú lemezből készültek.

- A legkisebb keménységű, hidegen hengerelt táblalemezből készült lapát (Lapát 3) kopása jóval kisebb intenzitású, mint a korrózióálló acélból készült lapátoké.



24. ábra. A koptató vizsgálat eredményeként kapott kopásgörbék

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- Szoros, lineáris összefüggést találtam az adagolási hely koordinátái (r_o; ψ_o) és a munkaszélesség között. Bizonyítottam, hogy a tárcsaközépponttól való távolság és a tárcsaközéppontokat összekötő egyenestől mért szög csökkenésével a munkaszélesség nő.
- Kísérleti úton bizonyítottam, hogy az adagolási hely állításán túl, a szórólapátok szögének változtatásával változtatható a munkaszélesség. Különböző hosszúságú lapátok esetén elegendő, ha a hosszabbik lapát szöge állítható.
- Két és háromlapátos szóró szerkezettel meghatároztam az adagolási hely koordinátái (r_o; ψ_o) és a munkaszélesség közötti összefüggést, mellyel bizonyítottam hogy a kétlapátos rendszerrel nagyobb munkaszélesség érhető el, mint háromlapátossal.
- Konkrét méréssorozattal bizonyítottam, hogy mind a munkaszélesség, mind a szórásegyenlőtlenség szempontjából kedvezőbb, ha a lapátok hossza különböző. Javaslatot tettem konkrét lapáthosszakra, melyekkel optimális esetben a 30 méteres munkaszélesség is elérhető.
- Megközelítőleg azonos térfogattömegű műtrágyákkal bizonyítottam a szemcseméret és szemcseméret megoszlás munkaszélességet befolyásoló hatását.
- Bizonyítottam a szórólapátok felületi állapotának hatását a munkaszélességre és szórásegyenlőtlenségre.
- A röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépek lapátjainak kopásvizsgálata során szoros, másodfokú összefüggést találtam a lekopott anyag tömege és az idő között.
- A koptatóvizsgálat eredményeként megállapítottam, hogy a bekövetkezett anyaghiány és jelentős elvékonyodás a lapátok azon részén jelentkezett először, ahol a lapát menti sebesség elérte maximumát. Ez minden esetben a lapátok végének a tárcsa felületéhez legközelebb eső része volt.

5. A GYAKORLATBAN FELHASZNÁLHATÓ EREDMÉNYEK

Vizsgálati eredményeim alapján javaslom, hogy a röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépeken legyen lehetőség az adagolási hely pontos állítására. Javaslom, hogy hosszirányban, 5 mm, vagy annál kisebb fokozatokban lehessen állítani az adagolási helyet. Ennek eredményeként lineárisan változtatható a munkaszélesség.

Elengedhetetlennek tartom, hogy a gépgyártók beállító táblázatot mellékeljenek a gépekhez, amelyben egyértelműen meg van adva az egyes műtrágyatípusokhoz tartozó adagolási hely, munkaszélességenként.

Fontosnak tartom, hogy az adagolási hely állító szerkezet könnyen hozzáférhető helyen legyen, és működtetése könnyen kivitelezhető legyen.

A szórólapátok száma tárcsánkként 2 vagy 3 legyen. Az alapműtrágyázást kivéve, a 2 lapátos megoldást javaslom, ezzel minden esetben nagyobb munkaszélesség érhető el, kisebb szórásegyenlőtlenség mellet.

Fontos, hogy lehessen változtatni a lapátok sugáriránnyal bezárt szögét, de mérési eredményeim alapján a szóráskép előnyösebben változtatható a hosszabbik lapát szögének módosításával.

A szórólapátok hossza ne legyen azonos. Rövidebb lapátokkal is nagyobb munkaszélesség érhető el, ha a lapátok hossza eltérő. A javasolt lapáthosszak: 400, 350 és 300 mm.

A műtrágyaszóró gép gyártóknak figyelembe kell vennie, hogy a műtrágyát esetenként hosszabb tárolás után juttatják ki. A hosszú tárolási idő, valamint a durva bánásmód a szemcsék aprózódását okozhatja. Ugyanazon műtrágya poros változatával, azonos beállítás esetén kisebb munkaszélesség érhető el, amit ha nem vesznek figyelembe, a durva fogáscsatlakoztatási hiba miatt jelentősen megnő a szórásegyenlőtlenség. Erre a kezelési útmutatóban mindenképpen fel kell hívni az alkalmazók figyelmét.

A szabályos szóráskép nagyobb biztonsággal való szórhatóságot jelent. Minél heterogénebb egy műtrágya szemcseméretе, annál szabályosabb a szóráskép.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

1. CSIZMAZIA, Z. – BALLÓ, B. – KASZA, F. – POLYÁK, N. I. – HAGYMÁSSY, Z. – GINDERT, K. Á. – **ANCZA, E**. 2001. Súrlódásmérő készülék fejlesztése. Mezőgazdasági Technika. 42. 7. sz. 4-6. p.
2. CSIZMAZIA, Z. – HAGYMÁSSY, Z. – GINDERT, K. Á. – **ANCZA, E**. 2001. Összetett műtrágya súrlódási viszonyainak vizsgálata. Georgikon Napok, Keszthely.
3. **E. ANCZA** - Z. CSIZMAZIA - A. K. GINDERT - Z. HAGYMÁSSY 2002. Friction between fertilizer particles and different types of surfaces. Hungarian Agricultural Engineering, 15. 41 – 43. p.
4. CSIZMAZIA, Z .- **ANCZA, E.** – GINDERT, K. Á. – HAGYMÁSSY, Z. 2002. Internal friction of fertilizers. AgEng International Conference on Agricultural Engineering, Budapest.
5. **ANCZA, E.** 2002. Műtrágyaszóró gép munkaminőségi vizsgálata. EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság. Tudományos Konferencia, Debrecen, 350-354. p.
6. **ANCZA, E.** – CSIZMAZIA, Z. – GINDERT, K. Á. – HAGYMÁSSY, Z. 2002. Műtrágyaszemcsék súrlódása különböző felületeken. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő.
7. HAGYMÁSSY, Z. - CSIZMAZIA, Z – GINDERT, K. Á. – **ANCZA, E**. 2002. Műtrágyaszemcsék belső súrlódása Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő.
8. GINDERT, K. Á – CSIZMAZIA, Z. – **ANCZA, E**. - HAGYMÁSSY Z. 2002. Műtrágyaszemcsék néhány fizikai jellemzője. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő.
9. GINDERT, K. Á. – CSIZMAZIA, Z. – **ANCZA, E**. – HAGYMÁSSY, Z. 2002. Műtrágyák fizikai jellemzőinek összehasonlító vizsgálata. Wellmann Oszkár Tudományos Tanácskozás. Hódmezővásárhely.
10. GINDERT, K. Á. – CSIZMAZIA, Z. – **ANCZA, E.** – HAGYMÁSSY, Z. 2002. Műtrágyák aerodinamikai jellemzőinek vizsgálata. V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia, Szeged.

11. **ANCZA, E**. – CSIZMAZIA, Z. – GINDERT, K. Á. – HAGYMÁSSY, Z. 2002. Műtrágyaszóró gép munkaminőségi jellemzői. V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia, Szeged.

12. HAGYMÁSSY, Z. – CSIZMAZIA, Z. – GINDERT, K. Á. – **ANCZA, E**. 2002 Módosított parcella szórógép vizsgálata. V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia, Szeged.

13. **ANCZA, E.** – CSIZMAZIA, Z. 2002. Nagyító alatt…Sulky DPX Expert műtrágyaszóró gép. Gyakorlati Agrofórum. 10. 64-66. p.

14. **E. ANCZA.** 2003. The Test Results of Sulky DPX Expert Fertiliser Distributor. Natural Resources and Sustainable Development, International Scientific Session, Oradea.

15. **ANCZA, E.** 2003. Röpítőtárcsás műtrágyaszóró gép szórólapátjainak jellemzői és azok hatása. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő.

16. **ANCZA, E**. –GINDERT, K. Á. –HAGYMÁSSY, Z. 2004. Röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépek lapátjellemzőinek hatása a munkaszélességre és a szórásegyenletességre. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő.

17. CSIZMAZIA, Z. – **ANCZA, E**. – KŐKUTI, A. 2004. Nagyteljesítményű műtrágyaszóró gép fejlesztése. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő.

18. HAGYMÁSSY, Z. – GINDERT, K. Á. – **ANCZA, E**. 2004. Mikroparcella műtrágyaszóró gép vizsgálata. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő.

19. GINDERT, K. Á. – HAGYMÁSSY, Z. – **ANCZA, E**. 2004. Műtrágyák szórásképének jóslása a szemcsék vizsgálata alapján. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő.

20. **E. ANCZA** –A. KŐKUTI. 2005. Technical Conditions of Environment Protecting Fertilizer Application. Sustainable Agriculture across Borders in Europe. International Scientific Session, Debrecen –Oradea, 89-98 p.