

OTKA K68655 zárójelentés 2011

Az OTKA K68655 projekt keretében két kutatási résztéma kidolgozását vállaltuk:

1. Vetőmagvak aerodinamikai jellemzőinek új módszerrel történő meghatározása
2. Vetőmagvak fizikai jellemzőinek hatása a vetési pontosságra

Vetőmagvak aerodinamikai jellemzőinek új módszerrel történő meghatározása

A mezőgazdaságban alkalmazott szemcsés anyagok (vetőmagvak, műtrágyák) fizikai jellemzőinek (méret, alak, tömeg, súrlódási-, és aerodinamikai jellemzők) ismerete fontos a géptervezők és gépüzemeltetők számára, hiszen ezek meghatározó módon befolyásolják az anyag mozgását a különböző mezőgazdasági gépekben. A fenti jellemzők közül a súrlódási és az aerodinamikai jellemzők a legfontosabbak. A szabályos alakú szemcsék (gömb alak) aerodinamikai jellemzőinek meghatározására jól kidolgozott módszerek születtek. A vetőmagvak azonban általában szabálytalan alakúak, amelyeknek az aerodinamikai jellemzőit nehezebb meghatározni. Világviszonylatban számos kutató foglalkozott és foglalkozik a témával. Többen ejtő kísérletekkel próbálkoztak. A nagy sűrűségű anyagok azonban csak hosszú esés után érik el a végsebességet, aminek a mérése így bonyolult. Másik módszerként változó sebességű, függőleges légárammal választják csoportokra a különböző végsebességű szemcséket. Ez a módszer azonban nem elég pontos. Végül harmadik módszerként függőleges légszatórnában, változó légárammal egyedi szemcséket lebegtetnek és mérik azt a légsebességet, amelyiknél a szemcse a mérőszakaszban lebeg. A módszert nehezíti, hogy a szabálytalan alakú szemcsékre attól függően, hogy mely keresztmetszetük merőleges a légáram irányára, különböző erő hat és ennek megfelelően a szemcse a mérőszakaszban függőleges mozgást végez. Ennél a módszernél el kell érni, hogy a mérőszakasz mentés a légsebesség meghatározott mértékben csökkenjen. Ezt leggyakrabban bővülő csőkeresztmetszettel érik el. Ennél a megoldásnál azonban a határrétegben jelentős turbulencia jelentkezik, ami tovább nehezíti a mérést. Ezt a problémát sikerült megoldanunk azzal, hogy az általunk fejlesztett függőleges légszatórna falát perforáltuk, aminek következtében csökkent a határréteg vastagsága és az itt jelentkező turbulencia. Emellett a mérőszakasz keresztmetszetében lapos sebességprofilot sikerült elérni, ami tovább könnyítette a mérést.



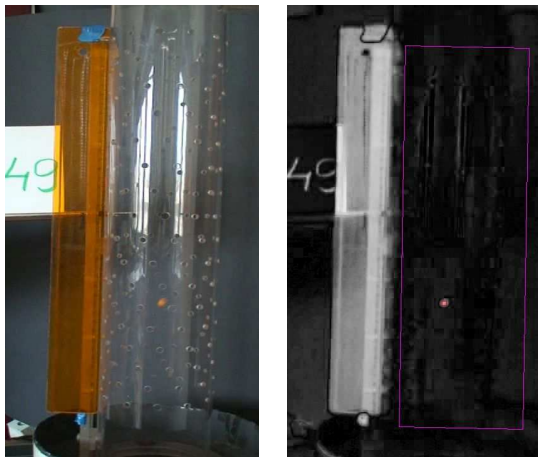
1. ábra. Függőleges légszatórna

Kutatásainkhoz a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Áramlástan Tanszékével, a fentiekben körvonalazott, újszerű mérőszakasszal bíró függőleges légszatórnát fejlesztettünk (**1. ábra**). A szemcsés anyagok legfontosabb aerodinamikai jellemzője, a lebegtetési sebesség, a függőleges légszatórnával meghatározható. A lebegtetési sebesség birtokában ugyanis számíthatók egyéb fontos aerodinamikai jellemzők, például a légellenállási tényező. A fejlesztett légszatórna 800 mm hosszú, 100 mm átmérőjű, plexi mérőcsővel rendelkezik, amelynek 400 mm hosszú, perforált mérőszakaszában (1) szabályozható fordulatszámú ventilátor (2) biztosít változtatható sebességű légáramot, és a perforált mérőszakaszban meghatározott mértékben csökkenő légsebesség teszi lehetővé a lebegtetési sebesség mérését.

A vizsgálatok eddigi szakaszában a szemcsemozgás vizuális megfigyelésén alapult a lebegtetési sebesség meghatározása, oly módon, hogy a szemcsemozgást megkíséreltük a mérőszakasz közepére koncentrálni, ahol a

légáram sebességét mértük. A vizuális megfigyelést az áttetsző mérőszakasz teszi lehetővé. A vizuális helyzet meghatározás azonban szubjektív elemeket tartalmazott. Ezért elhatároztuk - és a kutatási téma erre irányult -, hogy az átlagos lebegtetési sebesség meghatározását digitális módszerrel végezzük, kizárva a szubjektív elemeket és növelve a sebesség meghatározás pontosságát. Ennek megfelelően a mérőszakaszba helyezett mag mozgásának rögzítésére digitális kamerát (DRC DVD505) vásároltunk és alkalmaztunk.

A vizsgálatokat kukorica hibrid vetőmaggal (*Debreceni Agrárgazdaság Kft. Debreceni Sc 377*) végeztük, amelyből fajtánként 50-50 magot választottunk ki a mintavételi szabályoknak megfelelően. A kukorica vetőmag kiválasztását a másik kutatási téma indokolta, ahol a vetési pontosságot ugyancsak kukorica vetőmaggal kívántuk vizsgálni. A magvak méretét (három egymásra merőleges méret) 0,01 mm pontossággal, digitális tolómérővel határoztuk meg. Ennek eredménye: hosszúság 7,76-11,81 mm, szélesség: 6,77-9,99 mm, vastagság: 4,41-5,85 mm. A magvak egyedi tömegét 0,1 mg pontossággal mértük. A mérés eredménye: 0,1889-0,3758 g. A magvakat egyenként helyeztük a légcsatornába, majd a légsebesség szabályozásával (3) beállítottuk azt a helyzetet, amikor a mag a mérőszakaszban mozgott. Ezt a mozgást 10 másodperces felvételekkel digitálisan rögzítettük. A pontos légsebesség értéket a mérőszakasz közepén elhelyezett hógömbös anemométerrel (Testo 445) mértük (4). A felvételeket számítógépbe másoltuk, képkockákra bontottuk, és a kockákat képfeldolgozással kiértékeljük. A kiértékeléshez a National Instruments LabView szoftverét alkalmaztuk.



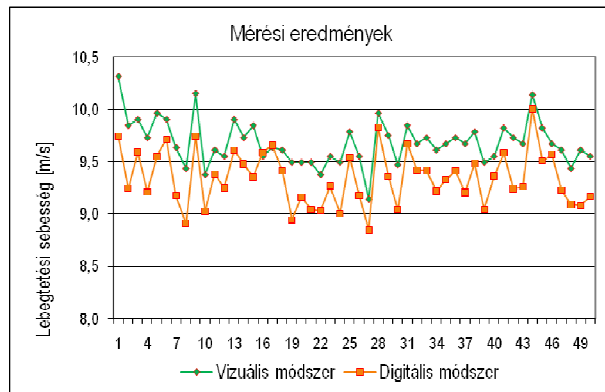
2. ábra Az eredeti kép és a mag azonosítása

Mérésenként meghatároztuk a magkoordinátákat (~240 koordináta). A kiértékelést nehezítette, hogy a mérőszakasz a megvilágítás miatt fénylett, a mag azonosítását pedig bonyolította, hogy a légsebesség csökkenését a mérőszakaszban a plexi cső falán található 204 db, 5 mm átmérőjű furat biztosította, mely egy-egy fénylő pontként jelent meg. A képkockák megfelelő transzformációjával végül sikerült elérni, hogy a fekete háttérben csak a mag jelent meg világos pontként (**2. ábra**). A légsebességmérő által mért sebesség, a légsebességmérő és a koordináta függőleges távolsága, valamint a légsebesség csökkenését a mérőszakaszban leíró, korábban meghatározott egyenlet segítségével ki lehetett számítani az

adott koordinátákhoz tartozó légsebességet. Az egy méréshez tartozó koordináták légsebesség értékeinek átlagolásával meghatároztuk a mag adott méréshez tartozó átlagos lebegtetési sebességét. Ezeket az értékeket összehasonlítottuk a vizuális leolvasás során nyert sebességekkel.

Megállapítottuk, hogy a szubjektív elemeket is tartalmazó vizuális leolvasással meghatározott légsebesség értékeket átlagosan 3-4 %-kal, esetenként 10 %-kal túlbecsültük (**3. ábra**). Megállapítható tehát, hogy a fejlesztett módszerrel végrehajtott méréssel pontosabb eredmény érhető el. A pontosan meghatározott lebegtetési sebesség értékekkel a magvak aerodinamikai jellemzői számíthatók. A kukorica vetőmaggal végzett méréseinket különböző színű modell szemcsékkel és magvakkal egészítettük ki annak megállapítására, hogy az adott színű szemcsék képelemzéssel történő elkülönítése eredményesen elvégezhető e. A felvételek háttereként különböző színű ernyőket próbáltunk ki. Vizsgáltuk a fényhatások, megvilágítások hatását a kiértékelhetőségre. Emellett különböző transzformációs technikákat

vizsgáltunk és kerestünk a legegyszerűbb és leggyorsabb transzformációs technikát a képelemzés elvégzéséhez.



3. ábra. Lebegtetési sebesség értékek

képelemzés egyszerűsítése érdekében a matt fekete háttér alkalmazása javasolt.

4. Meghatározó jelentőségű a megvilágítás módjának kiválasztása. Kerülni kell a fénylő felületeket és az egyenlőtlen megvilágítást.

A képelemzésen alapuló technika fejlesztése érdekében vizsgálatainkat kiterjesztettük gyümölcsök (cseresznye, meggy) fizikai jellemzőinek meghatározására is. A kutatás kiterjesztése azért volt célszerű, mert a jelzett gyümölcsök fajtánként eltérő, és éréssel párhuzamosan is változó színe lehetőséget nyújtott a képelemzéssel kapcsolatos kiértékelési technika fejlesztésére.

A fenti eredményeket a *Progress in Agricultural Engineering Sciences* akadémiai folyóiratban jelentetjük meg, *A New Method for Measuring the Floating Velocity of Particles* címmel. A kéziratot leadtuk, a bírálata megtörtént, a vélemény támogató. A folyóirat IF várományos, bár jelenleg még nem rendelkezik IF-el.

Vetőmagvak fizikai jellemzőinek hatása a vetési pontosságra

A vetőmagvak fizikai jellemzőivel kapcsolatos eddigi kutatások bizonyították, hogy a magvak fizikai jellemzői jelentősen eltérnek még fajtán belül is. Feltételeztük, hogy a fizikai jellemzők (méret, alak, sűrűség, súrlódási-, és aerodinamikai jellemzők, stb.) befolyásolják a magvak mozgását a vetőgépben és hatnak a vetési pontosságra.

A magvak fizikai jellemzői és a vetési pontosság kapcsolatának meghatározásához a debreceni Farmgép KFT-vel vizsgáló berendezést fejlesztettünk, amellyel változtathatók a vetést befolyásoló legfontosabb tényezők (vetőtárca fordulatszám, vákuum érték).

A vizsgálatokat a *Debreceni Agrárgazdaság Kft Debreceni Sc 377* 3 frakcióra bontott kukorica hibrid vetőmagjával végeztük. A kukorica vetőmag kiválasztását az indokolta, hogy a szívó légáramú pneumatikus vetőgépek szinte egyeduralmukká váltak a kukorica vetéséhez. A vizsgálat szempontjából előnyös volt, hogy a három frakció fizikai jellemzői jelentősen eltértek egymástól. A három frakcióban lapos és kerek magok egyaránt szerepeltek, és méretükben is különböztek. Mindezeket a vetési pontosság szempontjából fontos jellemzőknek véltük.

A vizsgált frakciók jellemzői:

- Nagy lapos (NL), rostaméret: 8-10/4-6 mm
- Kis kerek (KK), rostaméret: 6,5-8,5/5-7 mm

A mérések alapján megállapításaink az alábbiak:

1. A szemcsés anyagok lebegtetési sebességének meghatározása során, vizuális értékelés esetén, az értékeket 3-4 (esetenként 10) %-kal túlbecsültük.
2. Az általunk továbbfejlesztett, képelemzésre alapozott módszerrel, a szemcsés anyagok lebegtetési sebessége kellő pontossággal meghatározható.

3. Kukorica vetőmag lebegtetési sebességének meghatározásához, a

- Kis lapos (KL), rostaméret: 6,5-8,5/4-6 mm

A vizsgálatok során arra kerestünk választ, hogy a frakciók milyen mértékben befolyásolják a vetési pontosságot.

A vizsgáló berendezés leírása

A vetési pontosság vizsgáló berendezésre (**4. ábra**) különböző vetőegységek szerelhetők.



4.ábra. Vetési pontosság vizsgáló készülék

A vetőegység vetőtárcsáját villanymotor hajtja előtétengely és lánc áttételen keresztül. Az előtétengelyen helyezkedik el a vetőtárcsa fordulatszámát regisztráló inkrementális útjeladó, amely fordulatonként 2000 jelet biztosít. Az egy mag kivetése a vetőtárcsa lyuksora felett és alatt elhelyezett lesodró szerkezettel állítható.

A szívólégáramú pneumatikus vetőegységhez (2) vákuumellátó berendezés csatlakozik. A vákuumot villanymotorral egybeépített légszivattyú (3) biztosítja. A vákuum szabályozását a nyomóágba szerelt fojtószelep teszi lehetővé. A vákuum pontos értéke 0,02 bar beosztású nyomásmérő órán olvasható le.

A vetőtárcsáról (6) leváló magvak, a vetési pontosság ellenőrzése érdekében optikai síkon (1) haladnak át. Célszoftver rögzíti az átesés pillanatát. A mérés során nyert adatokat Excel fájlba exportáltuk és feldolgoztuk.

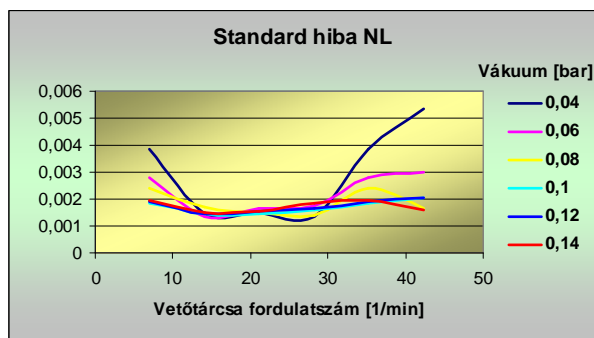
A vetőtárcsa fordulatszámának változtatása - a vetésnél szokásos tartományban - frekvenciaváltós fordulatszám szabályozással (5) történik. A vizsgálatok során módosíthatók a vetést befolyásoló legfontosabb tényezők, például a választott áttételnek (4) megfelelő vetőtárcsa fordulatszám, továbbá a vákuum értéke.

A gyakorlati beállításnak megfelelően lesodró szerkezettel szabályozható a furatoknál mozgó magvak száma. Emellett természetesen cserélhető a vetőtárcsa. A sokoldalú beállíthatóság lehetőséget nyújt arra, hogy a magfizikai jellemzők vetési pontosságra gyakorolt hatását elemezzük. A vetési pontosságot a magok vetőtárcsáról történő leválásának egyenletességével (az optikai síkon történő áthaladás időeltéréssel) a határoztuk meg.

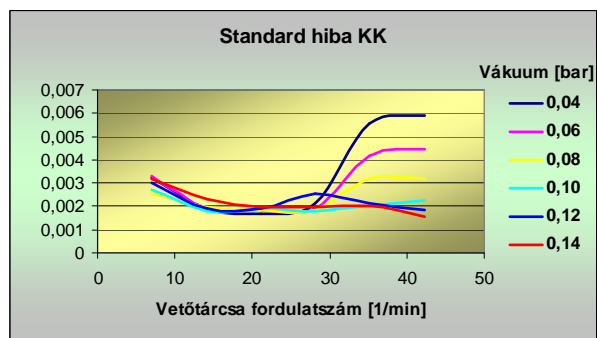
A vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy kis tárcsafordulatszám mellett a leválások között eltelt idő szórása mindegyik frakciónál jelentős. A vetőtárcsa fordulatszámának növelésével a leválások közötti idő szórása frakciónként eltérő.

Nagy lapos frakció (NL) esetén, 15-30 min⁻¹ vetőtárcsa fordulatszám tartományban a magvak leválási idejének szórása (Standard hiba) 0,001 és 0,002 között változott (**5. ábra**), ami kis vetési pontatlanságot jelent. 30 min⁻¹ vetőtárcsa fordulatszám felett nagyobb vákuumértékek mellett (0,12-0,14 bar) a kedvező szórásértékek megmaradtak. Kisebb vákuumértékek esetén azonban a szórás és ezzel a vetési pontatlanság jelentősen nőtt.

Közel azonos eredményt kaptunk a *kis kerek frakció (KK)* esetén, bár itt a kedvező vetőtárcsa fordulatszám tartomány kisebb volt (15-25 min⁻¹). A vetőtárcsa fordulatszám tartományban a magvak leválási idejének szórása (Standard hiba) 0,0015 és 0,0025 között változott (**6. ábra**), tehát az *NL* típushoz képest kis mértékben nőtt. 25 min⁻¹ tárcsafordulatszám felett nagyobb vákuumértékek mellett (0,12-0,14 bar) a kedvező szórásértékek megmaradtak. Kisebb vákuumértékek esetén azonban a szórás és ezzel a vetési pontatlanság jelentősen nőtt.

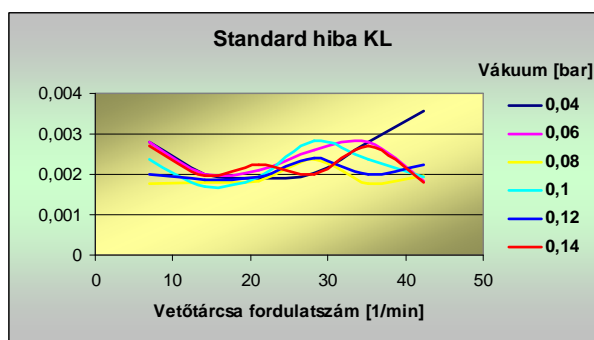


5. ábra. Magleválások szórása a vetőtárca fordulatszám függvényében, különböző vákuumértékeknél, nagy lapos (NL) frakció esetén

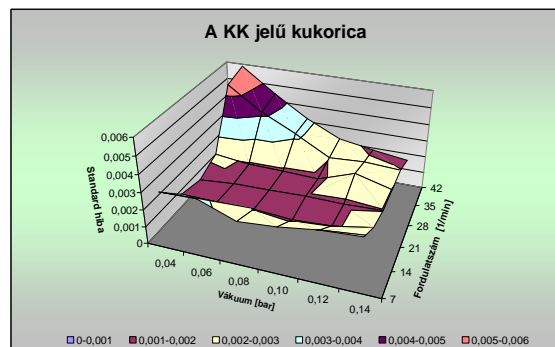


6. ábra. Magleválások szórása a vetőtárca fordulatszám függvényében, különböző vákuumértékeknél, kis kerek (KK) frakció esetén

A legnagyobb vetési pontatlanság a *kis lapos (KL)* frakció esetén adódott (**7. ábra**). Itt a kedvező vetőtárca fordulatszám tartomány lecsökkent 15-22 min^{-1} értékre és a szórás értékei még ezen a kedvező tartományon belül is meghaladták az előző két frakciónál kapott szórásértékeket (0,002-0,0025).



7. ábra. Magleválások szórása a vetőtárca fordulatszám függvényében, különböző vákuumértékeknél, kis lapos (KL) frakció esetén



8. ábra: Magleválások szórása a vetőtárca fordulatszám függvényében, különböző vákuumértékeknél, kis kerek (KK) frakció esetén

Ez a frakcióba tartozó magok alakú jellemzőivel (jellegtelen alakú magok) magyarázható, hiszen amíg a nagy lapos frakciónál a lapos alak dominált, addig a kis kerek frakció alakja a gömbalakhoz közelített. A kis lapos frakció magjainak alakja átmeneti jellegű, sem nem lapos, sem nem gömbölyű. A vetési pontosság szempontjából tehát ez a legkedvezőtlenebb alak. Ráadásul a kis lapos frakció esetén 22 min^{-1} tárcsafordulatszám felett a vákuum vetési pontosságra gyakorolt hatása jellegtelen, így kiszámíthatatlan volt.

A hatások együttes tanulmányozása érdekében az adatokat egy frakciónál (KK) térbeli ábrán is bemutatjuk (**8. ábra**).

A vizsgálatok eredménye alapján az alábbi megállapításokat tettük:

1. A vetőtárca fordulatszáma jelentős hatással van a vetés pontosságára.
2. 15 min^{-1} -nél kisebb vetőtárca fordulatszám kedvezőtlenül hat a vetési pontosságra.

3. *15-22 min⁻¹ tartományban minden frakciónál kedvező volt a magleválás szórása, ezzel a vetési pontosság.*
4. *A jellegzetesen lapos alakú kukorica vetőmagnál a kedvező vetőtárca fordulatszám tartomány 15-30 min⁻¹.*
5. *A jellegzetesen gömbölyű alakú kukorica vetőmagnál a kedvező vetőtárca fordulatszám tartomány 15-25 min⁻¹.*
6. *A kedvező vetőtárca fordulatszám tartományban a vákuum értékének (0,04-0,14 bar vizsgált tartományban) nincs jelentős hatása a vetési pontosságra.*
7. *A kedvező vetőtárca fordulatszám feletti tartományban a vákuum értéke eltérő módon hat a vetési pontosságra, elsősorban a kisebb vákuumértékek mellett növekszik meg a vetési pontatlanság.*
8. *A szívlégáramú pneumatikus vetőgépek tervezésénél és üzemeltetésénél célszerű a fenti jellemzők figyelembevétele.*

Az ide vonatkozó eredményeket a *Mezőgazdasági Technika* című, lektorált folyóiratban jelentettük meg (MT.2011.LII.7.2-4.p.).

A témával kapcsolatban megjelent publikációk:

1. Csizmazia Z, Polyák N.I. (2007). Vetőmagvak fizikai jellemzőinek hatása a vetési pontosságra. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő.
2. Csizmazia Z, Kassai Zs, Polyák N.I. Pázsiczki I, Ragoncza Á. Szerk. Csizmazia Z. (2007): A tápanyaggazdálkodás gépei. MGI könyvek. 5. FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet. Gödöllő. 137. p. ISBN: 978-963-513-201-0
3. Csizmazia Z, Polyák N.I. (2008): A vetési pontosságot befolyásoló tényezők. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő.
4. Csizmazia Z, Polyák N. I. (2008): Physical Characteristics of Seeds and their Effects to the Sowing Accuracy. AgEng International Conference on Agricultural Engineering, Hersonissos, Crete, Grece, Abstracts Part 1.172-173. p.
5. Polyák N.I, Csizmazia Z, Szilagyi R. (2009): A New Method for Measuring the Floating Velocity of Particles. XXXIII.CIOSTA-CIGR V Conference 2009, Reggio Calabria."Technology and management to ensure sustainable agriculture, agro-systems, forestry and safety". ISBN 978-88-7583-031-2 Part 1. 773-778 p.
6. Polyák N.I, Csizmazia Z, Ancza E. (2010): Some physical properties of sweet cherries. International Journal of Horticultural Science. Vol. 16, Nr.1. 63-70.p
7. N.I. Polyak, Z, Csizmazia (2010): Measuring the Terminal Velocity of Particles with an Elutriator Using Image Analysis. Image Analysis in Agriculture (CIGR Workshop), Budapest. 50-56 p. ISBN 978-963-503-417-8.
8. N.I. Polyak, Z, Csizmazia (2011): A New Method for Measuring the Floating Velocity of Particles. Progress in Agricultural Engineering Sciences, (megjelenés alatt)
9. Csizmazia Z, Polyák N. I. (2011): Vetőmagvak fizikai jellemzőinek hatása a vetési pontosságra. Mezőgazdasági Technika, LII. 7. sz. 2-4.p.