



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Vetőmag-gazdálkodási szakmérnöki-

Szakirányú továbbképzés

A kukorica vetőmag minőségi és méret szerinti vizsgálata és annak összefüggései a tőszám és a tőtáv tartására különös tekintettel a precíziós vetőgépekre nézve

Belső konzulens: Dr. Futó Zoltán
egyetemi docens

Készítette: Gellén András
humq04
levelező tagozat

Intézet, tanszék: Környezettudományi
Intézet, Öntözésfejlesztési és Meliorációs
Tanszék

Szarvas

2023.

Tartalom

Bevezetés	3
1. Irodalmi áttekintés	4
1.1 Kukorica botanikai jellemzése, rendszertana	4
1.2 Reprodukciós biológia	6
1.3 Keresztezhetőség és hibridizáció	10
1.4 A kukorica hibridek elterjedése Magyarországon	12
1.5 A kukorica vetőmag minőségének paraméterei és jelentősége	15
A kukorica vetőmag alakja	15
Tőszám, tőtávolság tartás jelentősége	16
A vetőmag minősége, vetőszerkezet-vetőmag kapcsolata	17
1.6 A vetőgépek műszaki fejlődése	20
1.7 A precíziós vetés jelentősége	26
2. Kutatás	31
2.1. Vizsgálatok módszerei	31
3. Eredmények és értékelésük	37
4. Következtetések és javaslatok	42
Összefoglalás	43
Irodalomjegyzék	44

Bevezetés

A kukorica (*Zea mays* L.) a világ vezető haszonnövénye, és széles körben termesztett gabonaféle. A világ mezőgazdaságában betöltött szerepe felbecsülhetetlen, de az iparban is igen jelentős helyen szerepel mint alapanyag. Világszerte a kukoricát a gabonafélék királynőjeként ismerik a legnagyobb genetikai terméspotenciálja miatt. A kukoricának számos fajtája létezik, mint például a normál sárga/fehér szemű kukorica, csemegekukorica, bébikukorica, silókukorica, pattogatni való kukorica, waxy kukorica, magas olajtartalmú kukorica, minőségi fehérje kukorica stb. A nagyfokú alkalmazkodóképessége és a sokféle hasznosítása miatt számos gazda és több iparág is támaszkodik rá a világ megannyi táján, amivel sok éve bizonyítja magas értékét az agráriumban.

A sokoldalúságát az is bizonyítja, hogy a termesztése számtalan helyen megvalósítható, ugyan is igen magas alkalmazkodóképességgel rendelkezik, ezáltal széles tartományban mozoghatnak a környezeti feltételek, amiket hol szeret, hol csak tűr, de általában terméssel honorál. Őshazája az Amerikai kontinens, Közép-Amerikában honosították meg és származása számos kutatás témája volt már, de még mindig vannak homályos foltok.

Az XX. évszázad első felében még a 2 tonnás termésszinten volt hozama, de a technológiai színvonal emelkedésével és a hibridizáció megjelenésével a század második felében a betakarítási eredményekben jelentős lépés volt tapasztalható. Mára a 2 tonnás termésszint tízszerese sem regényekbe illő képzelgés, hanem – bár nehezen, de – megvalósítható cél. A világunkkor még ennél is jóval magasabb, szinte elképzelhetetlen 41,44 tonna.

A kukorica talán a legtöbbet kutatott kultúránk, azonban még mindig lehet bővítenünk az ismereteinket, hogy a genetikai terméspotenciált a lehető lejobban megközelíthessük. Az összes termést a csöveken lévő szemek sokasága adja, a csöveket pedig a termőtővek szolgáltatják, így minden egyes egyednek nagy szerepe van a végső tőszám kialakulásában. A mai kukorica fajtákban jelentős különbségek vannak, hogy mely tőszámnál adja le a legnagyobb termést és ezt természetesen az évjáráthatások is befolyásolják. Az bizonyos, hogy a tőszám megválasztása kulcskérdés egy jó terméshez. A dolgozatomban azt szeretném vizsgálni, hogy a beállított (kivetett) tőszámból milyen termőtőszám alakul ki a vetőmag minőségi, elsősorban méreteinek függvényében. Az oly sok biotikus és abiotikus tényező kíméletlenül csökkenti a sorokban lévő töveket, ezért rendkívül fontos, hogy a kezdeti fázisban, a vetés pillanatában honnan indulunk. Ha van egy jó kiindulási alapunk, akkor a rá épített technológia elemei biztos lábakon állhatnak.

1. Irodalmi áttekintés

1.1 Kukorica botanikai jellemzése, rendszertana

A kukorica a fűfélék (Poaceae) családjának Maydeae törzsébe tartozik. A "Zea" (zela) egy régi görög elnevezésből származik, amely egy táplálékul szolgáló füvet jelent. A Zea nemzetség négy fajból áll, amelyek közül a Zea mays L. gazdaságilag fontos. A többi Zea sp., amelyet teosintes néven emlegetnek, nagyrészt Mexikóban és Közép-Amerikában őshonos vadon élő fűfélék (Doeblay, 1990). A Zea mays kromoszómáinak száma $2n = 20$. Ismertek, nevezetesen az ó- és újvilági csoportok. Az óvilági csoportba tartozik a Coix ($2n = 10/20$), a Chionachne ($2n = 20$), a Sclerachne ($2n = 20$), a Trilobachne ($2n = 20$) és a Polytoca ($2n = 20$), az újvilági csoportba pedig a Zea és a Tripsacum. Általánosan elfogadott, hogy a kukorica filogenezisét nagyrészt az amerikai Zea és Tripsacum nemzetségek határozták meg, azonban elfogadott, hogy a Coix nemzetség hozzájárult a Zea mays faj filogenetikai fejlődéséhez (Doeblay, 1990).

Ország	Plantae / Növények
Törzs	Magnoliophyta / Zárvatermők
Osztály	Liliopsida /Egyszikűek
Rend	Poales / Perjevirágúak
Család	Poaceae / Perjefélék
Nemzetség	Zea
Faj	mays

1.táblázat Kukorica besorolása (Doeblay, 1990)

A kukorica legközelebbi vadon élő rokonai a teosinták, amelyek mind a Zea nemzetségbe tartoznak. A Zea nemzetségen kívül a legközelebbi vadon élő rokonok a Tripsacum nemzetséghez tartoznak. A Zea mays vadon élő rokonaival kapcsolatos információkat a különböző szervezetek (CFIA, 1994; OECD,2006; AGBIOS) által készített biológiai dokumentumokban dolgozták ki, és az alábbiakban bemutatásra kerülnek:

Teosinte

A Teosinte Mexikóban és Közép-Amerikában őshonos, korlátozottan elterjedt vadon élő fűfélék. Az Észak-, Közép- és Dél-Amerikában fellelhető teosinte fajok kevés hajlamot mutatnak arra, hogy természetes elterjedési területükön kívülre is eljussanak. Délkelet-Ázsiában nem ismeretes az előfordulása. A *Zea mays* legközelebbi Teosinte rokona a *Zea mays* ssp. *mexicana* (Schrader). (Doebley, 1990; Watson & Dallwitz, 1992).

Tripsacum

A *Tripsacum* nemzetség mintegy 12 fajból áll, amelyek többnyire Mexikóban és Guatemalában őshonosak, de széles körben elterjedtek az USA és Dél-Amerika meleg területein, néhány faj pedig Ázsiában és Délkelet-Ázsiában is jelen van (Watson & Dallwitz, 1992). Valamennyi faj évelő, meleg évszakos fűféle. A délkelet-ázsiai mezőgazdaság szempontjából gazdasági jelentőségű fajok közé tartozik a *Tripsacum dactyloides* (L.) L és a *Tripsacum laxum* Scrib and Merr (Kindinger és mtsai., 1995).

Coix és más ázsiai nemzetségek

A Maydeae törzs ázsiai nemzetségei Indiától Délkelet-Ázsiáig és a polinéz szigeteken át Ausztráliáig terjedő területen őshonosak (Watson & Dallwitz, 1992). Ezek közé tartozik a *Coix* L. ($2n=10, 20$ és 40), a *Sclerachne* R. Br. ($2n=20$), a *Polytoca* R. Br. ($2n=20$ és 40), a *Chionachne* R. Br. ($2n=20$) és a *Trilobachne* Schenk és Henrard ($2n=20$). E nemzetségek fajai egynyári vagy évelő növények, és általában erdőszéleken találhatók. A *Chionachne* és a *Coix* fajok patakpartokon, nyílt élőhelyeken és mocsaras területeken is előfordulnak (Watson & Dallwitz, 1992).

A *Coix* sp. a legismertebb nemzetség, amely több fajt foglal magában. A *Coix lacryma-jobi* Linn (Job's Tears) ($2n=20$) faj Délkelet-Ázsiában őshonos, vadon és termesztett fajként is előfordul. Afrikában és Ázsiában, valamint a Földközi-tenger melegebb részein vadon is megtalálható. A *Coix* fajokat gyomosító potenciálként említik (Watson & Dallwitz, 1992).

A köztermesztésben lévő kukorica genetikai háttere

A kukoricát az egész világon termesztik, és ennek megfelelően a világ számos részén ex situ őrzik a csíraplazmaforrásokat. Azonban csak a mezoamerikai régióban létezik még in situ az eredeti ősi kukorica, amelyből a világ minden régiójában termesztett, továbbfejlesztett fajták származnak. A legtöbb kukoricavariáció a mezoamerikai régióban és Dél-Amerika északi részén található. A környezeti feltételek nagyfokú változatossága teremtette meg az alapot a

zord talaj- és éghajlati viszonyokhoz, valamint a biotikus stresszhatásokhoz jól alkalmazkodott kukoricafajták kifejlesztéséhez. A közösségi kultúra, a termelési rendszer és a kukorica fogyasztásának típusa szoros összefüggésben van a kukorica diverzifikációjával és változatosságával (Watson & Dallwitz, 1992).

Beltartalom

A kukorica az élelmiszer-, takarmány- és ipari felhasználás egyik legkiválóbb növénye. Az fogyasztásra alkalmas rész (száraz) összetételét az 2. táblázat tartalmazza.

Calories	342.0	Calcium (mg)	10.0
Moisture (g)	14.9	Iron (mg)	2.3
Carbohydrates (g)	66.2	Potassium (mg)	286.0
Protein (g)	11.1	Magnesium (mg)	139.0
Fat (g)	3.6	Copper (mg)	0.14
Fibre (g)	2.7	Amino acids (mg)	1.78
Minerals (g)	1.5	Riboflavin (mg)	0.10
Phosphorus (mg)	348.0	Thiamine (mg)	0.42
Sodium (mg)	15.9	Vitamin C (mg)	0.12
Sulphur (mg)	114.0	Carotene (ug)	90.0

2.táblázat Összetétel 100 g fogyasztásra alkalmas kukoricarészre vetítve (száraz) *Gopalan et al., 2007*

Hiányos azonban esszenciális aminosavakban, lizinben és triptofánban. Ennek a hiányosságnak a leküzdésére fejlesztették ki a minőségi fehérjekukoricát (QPM), amely kellően nagy mennyiségű lizint és triptofánt tartalmaz.

1.2 Reprodukciós biológia

Növekedés és fejlődés

A kukorica magas, határozott növekedésű, egylaki, egynyári növény. Nagy, keskeny, ellentétes irányú leveleket hoz, amelyek a szár hosszában váltakozva helyezkednek el. Minden kukoricafajta ugyanazt az általános fejlődési mintát követi, bár a különböző hibridek, évszakok, időpontok és termőhelyek között a szakaszok közötti konkrét idő és időintervallum, valamint a

kifejlődött levelek teljes száma eltérő lehet. A kukorica növekedésének különböző szakaszait általánosságban vegetatív és reprodukzív szakaszokra osztjuk az alábbiak szerint:

Vegetatív szakaszok

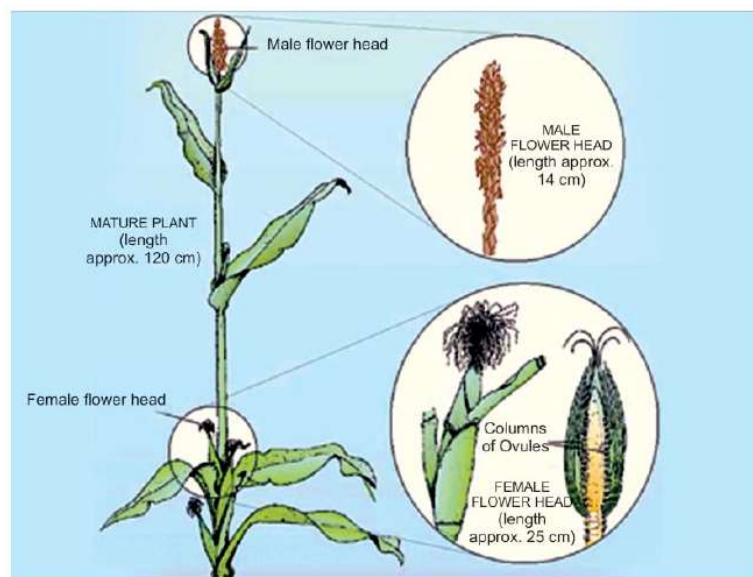
- A csírázás körülbelül egy héttel a vetés után következik be, és a növényeknek ebben a szakaszban körülbelül 2-4 levelük van.
- A növény nagy növekedési szakasza, amelyet térdmagassági szakasznak is neveznek, a vetés után körülbelül 35-45 nappal érkezik el.
- A címerhányás/virágzási szakasz az a szakasz, amikor a címer vagy hímvirágok megjelennek. Általában a kukorica ebben a szakaszban éri el teljes magasságát.

Reprodukciós szakaszok

- A nőivarú virágok vagy bibeszálak kialakulásával járó selymesedés az első szaporodási szakasz, amely 2-3 nappal a címerhányás után következik be. Ez a szakasz akkor kezdődik, amikor a csuhéleveleken kívül már látható a selyem. A beporzás akkor következik be, amikor ezek az új, nedves bibeszálak felfogják a lehulló pollenszemeket.
- A lágyszárú/tejesérés szakasz a beporzás és a megtermékenyítés befejezése után kezdődik. A szemek fejlődésnek indulnak, de nem válnak keménnyé. A tejesérés stádiumot a szemek tetején lévő selyemszálakról lehet észrevenni, amelyek ebben a szakaszban részben zöldes maradnak. A csöveken a csuhélevél is zöld marad.
- A kemény szárú/tejesérési stádium az jelzi, hogy a csuhélevelek megszáradnak; a selyem teljesen megszárad, és a selyemszálak nagyon törékennyé válnak. A betakarítás ebben a szakaszban történik. (Kiesselbach, 1949)

A főhajtás a porzós címerben fejeződik be. A kukorica általában *protandrous*, azaz a hímvirág hamarabb érik, mint a nővirág. Minden egyes hímvirágos porzón belül általában két működőképes virágzat található, bár az alsó virágzat fejlődése a felsőhöz képest kissé késleltetett. Minden egyes virágzat egy pár vékony pikkelylevelet (lemma és palea), három porzót, két lodiculumot és kezdetleges porzólevelet foglal magába. Az egy porzóra jutó pollenszemek száma 2000 és 7500 között van (Kiesselbach, 1949). Egy átlagos címerenkénti 7000 porzó és

2000 pollen per porzó esetén minden egyes hím virágzat 14 millió pollenszemet termelhet. Kiesselbach (1949) becslése szerint 42 500 pollen termelődik egy négyzetcentiméternyi területen. Az egy megtermékenyített petesejtre jutó megtermelt pollenszemek arányát tekintve úgy tűnik, hogy mivel minden egyes csőnek körülbelül 1000 pollenszemre van szüksége a megtermékenyítéshez, körülbelül 20 000 pollenszettel több van magonként, mint amennyire ténylegesen szükség lenne, ha a beporzás 100 százalékos hatékonyságú lenne. A pollenszemek nagyon kicsik, szabad szemmel alig láthatók, könnyűek, és a szél könnyen elviszi őket. A pollen szél által szállított jellege és a protandria keresztbeporzáshoz vezet, de az önbeporzás körülbelül 5%-os lehet.



1.ábra Kukorica növény hímivarú és nőivarú virágokkal (Gayatonde, 2016)

A női virág kezdetben egyenletes, de sorban dudorok alakulnak ki rajta. A bazális kiemelkedések alakulnak ki először, és a fejlődés a cső csúcsa felé halad. A selyemszálakat számos szőrszál, trichóma borítja, amelyek a selyemmel egy olyan szegletet alkotnak, ahol a pollenszemek megülhetnek. A selyem alapja egyedülálló, mivel folyamatosan megnyúlik, amíg a megtermékenyítés meg nem történik.

A nőivarú virágzat vagy cső egy vagy több oldalágból (szárból) fejlődik, amelyek általában a főszár felénél helyezkednek el, a segédhajtás rügyeiből. Mivel a szárok internodiumai összezsugorodnak, a cső állandóan egy sok héjlevélből álló köpenybe burkolózik. Így a növény

nem képes magjait a vadon élő növényekhez hasonlóan szétszórni, ehelyett a magok morzsolása és szaporítása emberi beavatkozásra szorul. (Kiesselbach, 1949)

A kukoricában a pollenszóródás nem folyamatos folyamat, és általában két-három nappal a selyem megjelenése előtt kezdődik, és öt-nyolc napig tart. Kedvező körülmények között a pollenszemek csak 18-24 órán keresztül maradnak életképesek. A hűvös hőmérséklet és a magas páratartalom kedvez a pollen hosszú élettartamának. A megtermékenyítés azután következik be, hogy a pollenszemet a selyem megfogja, és a pollentömlő a selyemcsatornán történő növekedésével kicsírázik. A selyemmel való érintkezés után a pollentömlő a selyem hosszában növekszik, és 12-28 óra múlva belép az embriózsákba. A virágpor könnyű, és a szél gyakran jelentős távolságokra szállítja. Legtöbbje azonban 6-15 méteren belül leülepszik. Egy adott növény virágpora ritkán termékenyíti meg ugyanannak a növénynek a selymeit. Szántóföldi körülmények között az egyes növények által termelt magok 97%-át vagy annál is többet a szántóföldön lévő más növények porozzák be. A petesejtek megtermékenyítése a cső tövétől felfelé körülbelül egyharmadánál kezdődik. (Kiesselbach, 1949)

Mivel a kukorica keresztezett beporzású növény, a növénynevelők és a vetőmagtermesztők különböző szaporítási izolációs módszereket alkalmaznak a genetikailag tiszta vetőmag előállítására. A termények elkülönítése egymástól távol eső távolságok és fizikai akadályok alkalmazásával a génáramlás korlátozására és a kukorica vetőmagtermelésében a vetőmag tisztaságának biztosítására szolgáló általános technikák. A reprodukció fenntartására használt különböző kísérleti gyakorlatok a következők:

- Az izolációs távolság fenntartása: A keresztbeporzás a vetőmagtélélekben a különböző vonalak elkülönítésével szabályozható. A minimális vetőmag-minősítési szabványok 200-600 méteres izolációs távolságot írnak elő a különböző fajták és hibridek kukorica vetőmagtermesztéséhez.
- Eltávolítás (címerzés): A címer mechanikus eltávolítása egy hatékony módszer a kukoricánál. A hímivarú virágok pollentermését tartalmazó címer eltávolításával teljes mértékben ki lehet iktatni a hímivarú virágból származó, a pollen útján átvihető genetikai anyag forrását.
- Barrier növények használata: A távolság csökkenthető, de ugyanakkor a szükséges elkülönítés elérése érdekében javasolt az akadályozó növények használata. Az akadályt képező növények fizikai korlátot jelentenek a beporzók számára. Az afrikai magas kukoricát akadálynövényként használják, mivel magasabb, mint a kukorica, és sűrű, így

hatékony gátat képez a kísérleti parcellán kívüli keresztbeporzás megakadályozásában.
(Kiesselbach, 1949)

1.3 Keresztezhetőség és hibridizáció

Fajok közötti keresztezések

A kukorica és az egynyári teosinte között is nagy a nemi kompatibilitás, és ismert, hogy termékeny hibrideket hoznak létre. Arról számoltak be, hogy a tetraploid *Z. perennis* kivételével minden teosintet lehet kukoricával keresztezni és termékeny hibrideket létrehozni. A kukorica teosinte hibridek azonban gyenge alkalmasságot mutatnak, és kevés hatással vannak a génbevitelre a következő generációkban. A természetes hibridek kialakulására való hajlam a teosintes fajták között eltérő: A *Zea luxurians* ritkán hibridizál a kukoricával, míg a *Zea mays* ssp *mexicana* gyakran alkot hibrideket. A molekuláris adatok megerősítik, hogy a kukorica és a Teosintes között van génáramlás, és azt sugallják, hogy a kukorica és a Teosintes közötti introgresszió mindkét irányban előfordul, de alacsony szinten (Doebley, 1990).

Generációk közötti hibridizáció

Annak ellenére, hogy nehéz, a *Tripsacum* fajokat (*T. dactyloides*, *T. floridanum*, *T. lanceolatum* és *T. pilosum*) sikeresen keresztezték kukoricával, hogy hibrideket hozzanak létre. Ezek a hibridek azonban nagyfokú sterilitással rendelkeznek és általában instabilak. Ez a terméketlenség gyakori az ilyen széles keresztezésekben a kromoszómaszámbeli különbségek és a kromoszómák közötti párosodás hiánya miatt. A kukorica-*Tripsacum* hibridek általában 28 kromoszómával rendelkeznek, 10 a kukoricából és 18 a *Tripsacumból*, de pollensterilek, korlátozott női termékenységgel. (Katiyar és Sachan, 1992)

Az ázsiai *Maydeae* fajokkal (*Coix*, *Sclerachne*, *Polytoca*, *Chionachne*, *Trilobachne*) kapcsolatos tanulmányok igen korlátozottak és nem találtak jelentéseket e nemzetségek *Zea mays*-szel való keresztezőképességéről. Az izoenzim-elemzésekkel végzett genetikai vizsgálatok azt mutatják, hogy az ázsiai nemzetségek nagyon különböznek mind a kukoricától, mind a Teosintes-től (Katiyar és Sachan, 1992).

A kukorica könnyen kereszteződik hexaploid búzával (*Triticum aestivum*), nagy megtermékenyülési és embrióképződési gyakorisággal (a növénynemesítők a kukorica pollenjét használják a hexaploid búza dihaploidjainak kifejlesztésére). A kukorica

kromoszómái azonban a meiózis kezdeti szakaszában kiesnek a genomból, és haploid embriókat eredményeznek. Kevés bizonyíték van arra, hogy a kukorica és a hexaploid búza között a természetben termékeny hibridek hozhatók létre. (Katiyar és Sachan, 1992)

Keresztezés és génáramlás

A kukoricából származó génáramlás kétféle módon történhet: pollenátvitel és magszóródás útján. A kukoricában a magszóródás könnyen ellenőrizhető, mivel a domesztikáció szinte teljesen megszüntette azokat a magszóródási mechanizmusokat, amelyeket az ősi kukorica korábban használhatott (Rayor et al., 1972).

A kukoricanövényekből történő génszökés egyetlen hatékony eszköze a pollenszállítás. Mivel a kukorica főként keresztbeporzású, a szél sebessége és iránya befolyásolja a pollen eloszlását. A kukorica körülbelül 0,1 mm átmérőjű pollenje, amely a fűfélék családjának tagjai közül a legnagyobb pollen, a vizsgálatok szerint viszonylag alacsony magasságból terjed a szél által. Továbbá, nagy mérete miatt a kukorica pollenje körülbelül 10-szer gyorsabban ülepedik le, mint más szél által beporzott növények pollenje. Raynor és munkatársai (1972) kimutatták, hogy a kukorica pollenjét a szél nem szállítja olyan messzire, mint a kisebb pollenszemeket; nem szóródik szét olyan széles körben horizontálisan vagy vertikálisan; és gyorsabban ülepedik le a földre, nagy része maga a forrás növény környezetében.

Megfigyelték, hogy a rovarok, például a méhek, virágport gyűjtenek a kukorica címeréről, de nem játszanak jelentős szerepet a keresztbeporzásban, mivel nem ösztönzik őket a nőivarú virágok felkeresésére (Rayor et al., 1972).

A kukoricából (*Zea mays*) az azonos nemzetségbe tartozó más fajokba (interspecifikus) és a nemzetségek között (intergenerikus) történő génáramláshoz először egy életképes köztes hibrid kialakulására van szükség, amely képes termékeny utódokat létrehozni, amelyek képesek a következő generációban is fennmaradni. Feltételezve, hogy létezik ivaros kompatibilitás, más tényezők is hozzájárulnak a hibridizáció valószínűségéhez: a növény és a rokon fajok egymáshoz való közelsége; a környezeti feltételek; és az egymást átfedő virágzási időszakok.

A kukoricából származó gének más növényfajokba való átviteléhez több generáción át ismétlődő visszakereszteződésre lehet szükség.

A rendelkezésre álló információk alapján a *Zea mays* és a teosintes keresztezésével termékeny hibridek hozhatók létre, amelyek alacsony termőképességűek, és a következő generációkban

kevésbé befolyásolják a génátvitelt. A kromoszómaszám hasonlósága arra utal, hogy a *Zea mays* és az ázsiai nemzetségek (*Coix*, *Sclerachne*, *Polytoca*, *Chinachne*, *Trilobachne*) vadon élő fajai között lehetséges a kereszteződés. Az ázsiai nemzetségekkel kapcsolatos tanulmányok azonban korlátozottak, és nem találtak beszámolót arról, hogy ezek képesek lennének-e kereszteződni a *Zea mays*-szal. (Luna et.al, 2001)

1.4 A kukorica hibridek elterjedése Magyarországon

Az amerikai hibridkukorica-termesztés mintegy 100 éves múltra tekint vissza. Az első hibridkukorica vetőmagot 1924-ben adták el az USA-ban fontonként (0,45 kg) egy dollárért. A hibridkukorica nemesítés története Magyarországon, de egész Európában is az Mv 5 1953-as törzskönyvezésével kezdődött. Magyarországon 1964-től kezdve a kukoricatermő terület 100%-át hibridkukorica foglalta el (Berko és Horváth 1993). A hibridek használatának köszönhetően világszerte óriási mértékben emelkedtek a termésátlagok, és ez a tendencia a mai napig tart. A heterózis jelenségének magyarázatára különböző hipotézisek merültek fel, de a valódi okok máig nem ismertek. A folyamatot számos tudós - nemesítők, genetikusok, növénytermesztők és fiziológusok - kísérletekben elemezték, és a molekuláris szintű elemzés ma már számos laboratóriumban folyamatban van.

A növény (fenotípus) szintű elemzés nem adta meg a választ arra a kérdésre, hogy hogyan működik a heterózis, de sok hasznos információval szolgált, amelyek segítettek a nemesítési programok módszertanának javításában. Kísérleti adatok alapján kimutatták, hogy az első hibridek 7-11%-kal több termést hoztak, mint a szabadbeporzású fajták, míg az első hibridekhez képest az 1960-as években kifejlesztett hibridek által elért többlettermés 49% volt. Russell (1984) kísérleteiben az 1980-as években kifejlesztett hibridek hozama 66,4%-kal (4,21 t/ha) volt magasabb, mint a szabadbeporzású fajtáké, és 27,5%-kal (2,28 t/ha) magasabb, mint az 1930-as évek hibridjeié. Egy másik kísérletben Russell (1985) bebizonyította, hogy a növényesűrűség növelésével a hibridek fölénye a szabadbeporzású fajtákkal szemben még nagyobb volt. Duvick (1977) megállapította, hogy a hibridek terméspotenciáljának növekedése 50-53 kg/ha/év volt. Ezek az értékek az iowai átlaghozamok növekedésének 57-60%-át jelentették. Egy későbbi kísérletben Duvick (1984) a terméspotenciál növekedését 73-92 kg/ha/évre becsülte, míg hasonló vizsgálatokban Castleberry és társai (1984) 82 kg/ha/év termésnövekedésről számoltak be, ami az amerikai termésátlag növekedésének 75%-ának felel meg.

A heterózisnemesítés az 1930-as években kezdődött Magyarországon, és a magyar nemesítők elsőként állítottak elő olyan fajtahibrideket, amelyek 10-15%-kal nagyobb termést hoztak, mint a fajtanövények (Szundy és Kovács 1991). A fajtahibridek nem értek el széles körű népszerűséget, mert megjelentek a beltenyésztett hibridek, amelyek 10-15%-kal több termést adtak, mint a fajtahibridek. Egy polifaktoriális kísérletben értékelésre került a termelési tényezők hatását a kukorica termésátlagok növekedésére, és megállapította, hogy a legfontosabb termésnövelő tényező a tápanyagellátás volt, ezt követte a fajta, amely 26%-kal járult hozzá a termésnövekedéshez. Ugyanezen kísérlet adatai alapján Berzsenyi és Györffy (1995) később a fajta szerepét 30%-ra becsülte. Mindkét becslés lényegesen alacsonyabb, mint az amerikai szakirodalomban közöltek. Marton et al. (1997) szerint ennek az eltérésnek az oka a nemzeti termésátlagok eltérő növekedési üteme. Míg az USA-ban a növekedés mértéke az adott időszakban 100 kg/ha/év volt, addig Magyarországon ez az érték lényegesen meghaladta a 100 kg/ha/év értéket, sőt rövid idő alatt elérte a 200 kg/ha/év értéket is. Troyer (1995) szerint az amerikai mezőgazdaság évi 300 millió USD többletjövedelmet ért el a kukorica nemesítésnek köszönhetően.

A Martonvásári 5 (Mv 5) kukoricahibrid kifejlesztése elsősorban a mindszentpusztai Pap Endre szellemi teljesítménye volt. A Martonvásári 5 (Mv 5) néven ismert kukoricahibridet 1953. december 16-án jegyezte be a Fajtajegyzéki Tanács. Az Mv 5 volt az első beltenyésztett vonalak keresztezésével kifejlesztett hibridkukorica, nemcsak Martonvásáron és Magyarországon, hanem egész Európában. A történelmi pontosság kedvéért meg kell jegyezni, hogy Magyarországon már korábban is fejlesztettek hibridkukoricát fajták keresztezésével. Fleischmann Rudolf 1933-ban 12 fajtahibridet, Berzsenyi-Janosits László 1948-ban 171 fajtát fejlesztett ki. A kísérletek eredményeképpen 1953-ban négy fajtahibridet vettek állami nyilvántartásba. (Berko és Horváth 1993).

E fajtahibridek vetőmagját 1957-ig több mint 10 000 hektáron termelték, ami elegendő lett volna az ország teljes kukoricatermő területének bevetésére, de a fajtahibridek soha nem tudtak megvetni lábukat a kereskedelmi termelésben, mert az Mv 5-t ugyanabban az évben (1953) törzskönyvezték, mint a fajtahibrideket. Míg a fajtahibridek 10-15%-kal több termést hoztak, mint a fajtanövények, addig az Mv 5, mint a beltenyésztett hibridek általában, 20-30%-os terméstöbbletet volt képes elérni. Az 1953-ban elvégzett kísérletek tehát nemcsak az Mv 5 sorsát, hanem a fajták, fajtahibridek és beltenyésztett hibridek közötti verseny kimenetelét is a beltenyésztett hibridek javára döntötték el. (Berko és Horváth 1993)

Jánossy et al. (1957) részletesen ismertette a Martonvásári 5 hibridet, megjegyezve, hogy az állami törzskönyvezést "a többi kukoricafajtához képest lényegesen nagyobb terméspotenciálja" és az alapján kapta, hogy "jó alkalmazkodóképessége és középkorai érése miatt az ország bármely pontján vethető". A Martonvásári 5 nemcsak Magyarországon, hanem az ausztriai állami kísérletekben is kiemelkedően teljesített. A Martonvásári 5 hibrid 1956-ban az országos kukorica vetésterület 1%-át, 1959-ben 28%-át, 1960-ban 56%-át foglalta el, majd vetésterülete fokozatosan csökkent, és az 1970-es évek elejére már nem termesztették kereskedelmi forgalomban.

Az új programban a prioritásokat az elődjeinktől örökölt szellemi és műszaki infrastruktúra, az 1970-es évek tanulságai, valamint a versenyképes külföldi programokból származó adaptálható elemek alapján választották ki. Különös hangsúlyt fektettek a vonalas monokultúrák elkerülésére a genetikai sérülékenységgel szembeni védekezésnek és a gyors száradású, erős szárú hibridek nemesítése céljából, valamint a nemesítőanyagok szabadalmaztatásának új jogi és gazdasági helyzetéhez való igazodás érdekében.

A hibridvizsgálati lehetőségek bővültek, a kísérleti parcellák száma csaknem ötszörösére nőtt. A martonvásári hibrideket mintegy 100 külföldi helyszínen tesztelték összehasonlító kísérletekben. Emellett a hibrideket szisztematikus agronómiai kísérletekben értékelték. A hűtéstűrés kutatása mindig is része volt a martonvásári kukoricanemesítés 60 éves történetének. A hűtéstűrés különösen fontos a korai (FAO 200-240) és extra korai (FAO 150-190) hibridek esetében, amelyeket silózásra vagy szemes takarmányozásra termesztnek az 55° szélességi foktól északra fekvő területeken (Pintér 1994). A betegségekkel és kártevőkkel szembeni ellenálló képesség javítása a nemesítési program szerves részét képezi (Szőke et al. 2009). A nagyszámú nemesítőanyag (populációk, szegregáló anyagok, vonalak és hibridek) közös rothadással, fejrothadással, Fusarium szárrothadással és csőrothadással szembeni ellenálló képességét minden évben vizsgálják. Az elmúlt években az ország különböző termőterületein megkezdődött a Fusarium csőrothadással való fertőzés értékelése. A fertőzés mértéke mellett a penészes kukoricacső toxintartalmát is elemzik. Egészséges élelmiszert és takarmányt csak toxinmentes kukoricából lehet előállítani.

A kukorica érési dinamikájával kapcsolatos vizsgálatok során a legfontosabb vonalak és források esetében ismereteket szereztek az érés és a leszáradás jellegéről, és a sikeres szelekció új, gyors vízleadású beltenyészett vonalak és hibridek kifejlesztéséhez vezetett. Az utóbbi években megkezdődött a nemesítési anyagok genetikai markerekkel való jelölése. A különböző típusú markerek (izoenzimek, PCR, mikroszatellitek) egyidejű kiértékelésével nagy

pontossággal kimutatható az ismeretlen nemesítési anyagok genetikai háttere és tenyésztértéke. A hibridek emészthetőségét a silókukorica belső minőségének javítása céljából vizsgálják. A genetikai bázis szélesítésére kiterjedt populációjavító programot indítottak. A vetőmagbiológiai vizsgálatok fő célja egy olyan technológia kidolgozása, amely stressz körülmények között is jó minőségű vetőmagot biztosít Magyarországon. (Berzy et al. 2003).

1.5 A kukorica vetőmag minőségének paraméterei és jelentősége

A magas vetőmagminőség szükséges a termesztett növények csírázásához, ezért a termesztett vetőmagnak életerősnek és a hozzátartozó fiziológiai jellemzőkkel kell rendelkeznie. A maximális vetőmag vigor a termésérettség és nem a fiziológiai érettség elérésekor érhető el. A műtrágya használata a vetőmag életerejének és életképességének jelentős növekedéséhez vezet. A fehérje minősége fontos tényező a termelők és a fogyasztók számára, különösen akkor, ha a szemek minősége meghatározza az áru végső árát (Da Silva et al., 2005). A kukorica minőségi jellemzői, például a vetőmag fehérjetartalma javul az optimális N-szint mellett. Az alacsony és a magas nitrogénadagok kedvezőtlenül hatnak a kukorica minőségére. A különböző N-szintek alkalmazása jelentősen befolyásolja a vetőmag fehérjetartalmát. Nitrogén alkalmazása nélkül a vetőmag minősége rendkívül lecsökken. (Da Silva et al., 2005)

A kukorica vetőmag alakja

A kukorica szem alaktanilag száraz, zárt, egyszemű termés. A terméshéj a maghéjjal szorosan összenőtt. Fajták szerint a kukorica szemek nagysága és az alakja is nagyon változó. A hosszuk 2,8 és 23 mm között lehet, míg a szélességük 2,7 és 18 mm között fordulhat elő (Nagy, 2021).

A **lófogú kukorica**, *Zea mays* L. *convar. dentiformis* jellemzője a hosszú, elvékonyodó, koronájánál bemélyedt szem. A behorpadás oka a keményítő lágysága. Jelenleg ennek az alfajnak van világviszonylatban, és Magyarországon is a legnagyobb jelentősége. Ezt annak köszönheti, hogy a legnagyobb termés potenciállal rendelkező fajták mind ebből a csoportból kerülnek ki (Győrffy et al., 1965).

A **símaszemű kukorica**, *Zea mays* L. *convar. vulgaris* jellemzője a sima, többé-kevésbé fényes, üveges és rendszerint szélesebb szem. Ez az alfaj két további alcsoportra bontható, a sima keményszemű és sima puhaszemű kukoricák csoportjára. Előbbi fajták szemei kemény,

üvegszerűen acélosak és nagy a fehérjetartalmúak, míg az utóbbi fajták kevesebb fehérjét tartalmaznak és szemeik is nagyobbak (Menyhért, 1979).

A **csemegekukorica**, *Zea mays* L. *convar. saccharata* jellemzője, hogy a szeme érett állapotban a koronarészen ráncos, töpörödött (Győrffy et al., 1965).

A **pattogatni való kukorica**, *Zea mays* L. *convar. microsperma* szem kifejezetten apró, kemény és üveges megjelenésű. A lágy, lisztes keményítőt egy kemény, szaruszerű réteg fogja körül (Győrffy et al., 1965).

A **lisztes kukorica**, *Zea mays* L. *convar. amylacea* esetében szemek 12-26 mm hosszúak, 11-26 mm szélesek és 3-6 mm vastagok is lehetnek. Többnyire fényes felületűek, nem ráncosak, külsőre hasonlóak a mi puhaszemű kukoricáinkhoz. A mag színe lehet fehér, sárga, piros vagy lila. Ezermagtömege 250-500g. A csövek 30-35 cm hosszúak és 8-12 szemsort tartalmazhatnak (Menyhért, 1979).

Tőszám, tőtávolság tartás jelentősége

A tőszám és a termés közötti összefüggés hibridtől és évjáratától függően jelentős mértékben változhat. Az optimális tőszám meghatározása mellett fontos a tőszám optimum intervallum pontos meghatározása is. A termésbiztonság növelése érdekében célszerű az intervallum alsó értékét alkalmazni a termesztés során. A tőszám jelentős hatást gyakorol a kukorica termésére és termésbiztonságára is. Az optimális tőszámot alapvetően befolyásolja a hibrid genetikai tulajdonsága és a tenyészideje. A termőhelyi adottság, az évjárat hatása, a víz- és tápanyag ellátás mértéke is jelentős befolyással bír. A következő korlátozó tényező a termesztésben a fény. A kukorica tőszám növelésével arányosan az önárnyékolása is növekszik, ami befolyásolja a produkcióját is. Az optimálisnál magasabb tőszám növeli a vízigényt, az aszályérzékenységet, a meddő tövek részarányát, ezáltal csökkenti a termésbiztonságot és a termést (Pepó, 2018).

Az állománysűrűség nagymértékben meghatározza a termést. Tízezres tőszámváltozás hektáronként 1,5-2,0 tonnával képes a termést növelni, vagy csökkenteni. Átlagos körülmények között a FAO 200-300-as hibridek számára 70-80 ezer tő/ha, a FAO 400-as hibrideknek 65-75 ezer tő/ha, a FAO 500-as hibrideknek 60-65 ezer tő/ha a megfelelő tőszám. A tőszám növelés hatására az egyedeken a csó méret csökken, de a területegységre eső termés nő (Antal, 2005).

A vetőmag minősége, vetőszerkezet-vetőmag kapcsolata

„A szántóföldi növényfajok vetőmagvai előállításáról és forgalomba hozataláról” szóló 48/2004 (IV.21.) FVM rendelet szerint a Magyarországon minősítésre kerülő I. szaporítási fokú kukorica vetőmagnak osztályozottnak kell lennie. Az osztályozási méreteket az okmányokon és a csomagolási egységeken fel kell tüntetni. A mérethűségnek a megadott méretenként legalább 95%-osnak kell lennie.

A vetőmag minősítés folyamatában kötelező érvényű minősítő előírásokat tartalmazó szabványok közé tartozik az MSZ 7145:2007 A mezőgazdasági és a kertészeti növényfajok vetőmagvai. Kapcsolódó EU-s jogszabályok közé tartozik a 66/401/EEC- A Tanács 1966. június 14-i 66/401/EGK irányelve a takarmánynövényvetőmagok forgalmazásáról és a 66/402/EEC- A Tanács 1966. június 14-i 66/402/EGK irányelve a gabona vetőmagok forgalmazásáról (NÉBIH, 2023).

A szemenkénti vetés legfőbb előfeltételéhez tartozik a kiváló csírázóképeségű, nagy Cold-teszt % értékű és kalibrált vetőmag, mely mindenképp csávázott. A vetőmagtermesztés során a betakarítást követően az eltérő típusú csöveket ki kell válogatni. A termés, a hibrid vetőmag teljes feldolgozása a hibridüzemben történik. A feldolgozás meghatározott sorrendje a válogatás, vagy szelektálás, ezt követi a szárítás, mely 41-43°C-on 13% nedvességtartalomig történik. Utolsó szakasz a morzsolás. A morzsolts kukorica tovább feldolgozásra kerül. Ennek szakaszi az előtisztítás, majd osztályozás, mely megfelelő rosták segítségével szélesség és vastagság szerint válogatja szét a kukoricaszemeket. Ez után következik a hosszúság szerinti kalibrálás. Az így osztályozott vetőmagot végül csávázzák, fémzárolják és automata mérlegen egalizálva zsákolják (Radics, 1994).

A vetőmag csírázóképesége és biológiai értéke genotípusonként és évjáratonként is eltérő lehet. A szemes betakarítást előnyben részesítőknek számolni kell avval, hogy nem minden évjárat kedvez ennek a technológiának. Ahhoz, hogy megfelelő csírázóképeséget sikerüljön elérni fontos a betakarításkori megfelelő szemnedvesség tartalom, a szárítás minősége és hibrid megválasztás, mivel egyes hibridek érzékenyebben reagálnak az eltérő betakarítási módra. A szemes betakarításnál számolni kell a fajtatisztaság kérdésével, mivel így kimarad a válogatóasztal, ami biztosítja az idegen és beteg csövek kiválogatását (Varga, 2012).

A kukorica precíziós vetéséhez különböző kialakítású vetőgépek állnak a gazdálkodók rendelkezésére. Általánosan elterjedt, hogy a különböző áru-, csemege-, siló-, hibrid kukoricákat a termesztés során 150-450 g/ezermagtömegű, 92-95%-os tisztaságú, 85-95%-os csírázó képeségű vetőmagokat vetnek el technológiától függően, 40-90 ezer darab/ha magsűrűséggel 6-8 cm mélyen. Az általánosan kialakított 70-75-76,2 cm-es sortávolságok

esetén az eltérő méretű és alakú kukoricaszemek közelítőleg 6-40 kg/ha vetőmagnormával, 15-36 cm-es magtávolságra kerülnek elvetésre (http1).

A Használati érték fontos értékmérője a vetőmagvaknak. Mivel a vetőmag egy élő szervezet, 100 db elvetett magból csak nagyon kivételes esetben lesz 100 db termő tő, de ez a tulajdonság nagyban eltérő tételenként. A Használati érték = (Tisztasági % x Csírázási %)/100. A tervezett, betakarítandó tövek mennyiségéhez módosítani kell a vetési normát a használati érték alapján a következő képlet szerint: Beállítandó magmennyiség = (Tervezett tőszám / használati érték%) x 100 (Pintér et al., 2019).

A jelenleg használatos vetőgép konstrukciónál két eltérő rendszert tudunk megkülönböztetni. Ez a mechanikus és a pneumatikus kialakítású rendszer. Az egyes vetőelemeken, vetőkocsikon kialakított vetőszerkezetek a vetésre kerülő magvak nagysága, alakja, térbeli kiterjedése és a magvak ezermag tömege alapján kerül kiválasztásra. Ezek a jellemzők határozzák meg a vetés pontosságát a pneumatikus és a mechanikus rendszerű vetőgépek esetében is. A gépek fejlesztésénél érvényesül a sokoldalú alkalmazhatóság, amihez a műszaki fejlesztéseknél a kompromisszumos megoldásokra van szükség (http1).

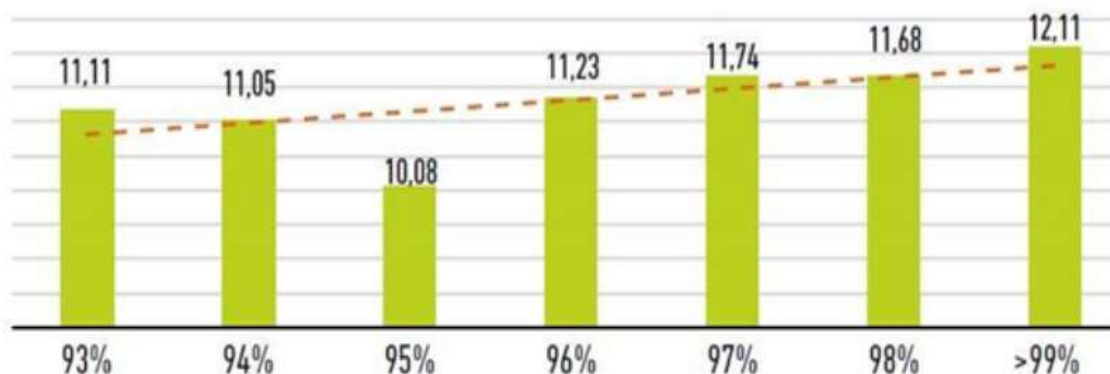
A gépek vetőszerkezetein belül a kukorica vetőmagvak esetében is a méret, az alak, az ezermag tömege különböző gépbeállításokat kíván, melyre a következő elemek adnak lehetőséget:

- vetőtárcsák és vetődobok furata, vagy cellamérete, melyek általában – 4,5-5,5 mm furatátmérőjűek,
- furatok, vagy cellák száma, azok elhelyezése (18-24-26-30 furatos, egy- vagy több soron elhelyezve),
- az egyszemes és magkihagyás nélküli vetés érdekében a maglesodrók, terelő lapok, ujjak, íves fogaslécok, csapok és a kefe beállítása szükséges,
- a mag kiejtésének helye, ill. annak talajtól való távolsága, mely megközelítőleg 8-50 cm közötti is lehet,
- a pneumatikus vetőszerkezeteknél a levegő nyomásának, vagy a vákuum értékének megfelelő beállítása,
- a beállítástól függ, a megfelelő tőtávolságok és a magadagolási intenzitás nagysága (http1).

A vetés kockázata igen jelentős, mivel egyszeri és megismételhetetlen folyamat. A kukorica életének kritikus tényezője, a maximális hozam elérésnek alapja a homogén kelés, melynek sikerét alapvetően a vetés minősége határozza meg. Az egyenletes töeloszlás esetén cél az, hogy minden egyes növény számára az optimális feltételek biztosítva legyenek.

Meglegyen az összhang a talajállapot, a műszaki háttér és a technológiai fegyelem között és az adott területet hasznosítása a leghatékonyabb legyen (Pintér et al., 2019).

A szinguláció (%) mérőszáma azt jelenti, hogy a vetőtárca minden egyes furatánál egy mag van, amit a vetőgép kivet, ekkor 100%-os szingulációs pontosságról beszélhetünk. Amennyiben a duplázások, vagy kihagyások aránya nő a szingulációs érték csökken. A 2. ábra a szinguláció termésre gyakorolt hatását mutatja (Pintér et al., 2019).



2. ábra Szinguláció hatása a termésre (t/ha) (Pintér et al., 2019).

Egy amerikai vizsgálat alapján, amelyet 2015-ben Balmazújvárosban és Soponyán Pintér és munkatársai (2019) is igazoltak agrotechnikai vizsgálatokban, 1%-os vetési pontosság javulás, azaz szingulációs%, 1-1,5% terméstöbbletet jelenthet. A szinguláció javítására több technikai megoldás is rendelkezésre áll. A legegyszerűbb módja, hogy a gépgyártók és gépforgalmazók által javasolt optimális vetési sebesség betartásával, plusz költségek nélkül, nagy sikereket lehet elérni (Pintér et al., 2019).

Abban az esetben, ha a szinguláció megfelelő, azaz a magok szemenként vannak elvetve, viszont a tövek eloszlása egyenetlen, termés csökkenéssel kell számolnunk. A tervezett tötávolságtól +/- 2 cm eltérés még megengedett, de ettől nagyobb mértékű különbség esetén már termés csökkenéssel kell számolni (Pintér et al., 2019).

A 3. táblázatban foglalom össze a tőszám eloszlás egyenetlenségek okait és annak következményeit. A problémák kiküszöbölésére számos technikai megoldás létezik.

Hiba	A hiba oka	A hiba következménye
Duplázás, triplázás	Magméret alapján, az ideálisnál nagyobb furat átmérő a vetőtárcsán	Duplán, triplán vetett magok esetén a fejlődő növények konkurálnak egymással, aminek következtében termésdepresszió várható
	Nem a magméretnek megfelelő magelsodró állítás	
	Indokolatlanul magas vákuum megválasztása	
	A szabványtól eltérő, heterogén vetőmagfrakció	
	Magalak, gömbölyű magok	
	Egyéb műszaki, digitális beállítási hiba, nem megfelelő dózisban elkészített kijuttatási térkép	
Kihagyás	Rögös talajfelszín, nem megfelelő kultúrállapot és magágy	A kimaradt termés mellett gyomproblémák léphetnek fel
	Nem a magméretnek megfelelő magelsodró állítás	
	Indokolatlanul alacsony vákuum megválasztása	
	Eltömődött velőelem, idegen anyag, vagy tört szem	
	Egyéb műszaki, digitális beállítási hiba, nem megfelelő dózisban elkészített kijuttatási térkép	

3. táblázat A tőszám eloszlás egyenetlenségek okai és annak következményei (Pintér et al., 2019)

1.6 A vetőgépek műszaki fejlődése

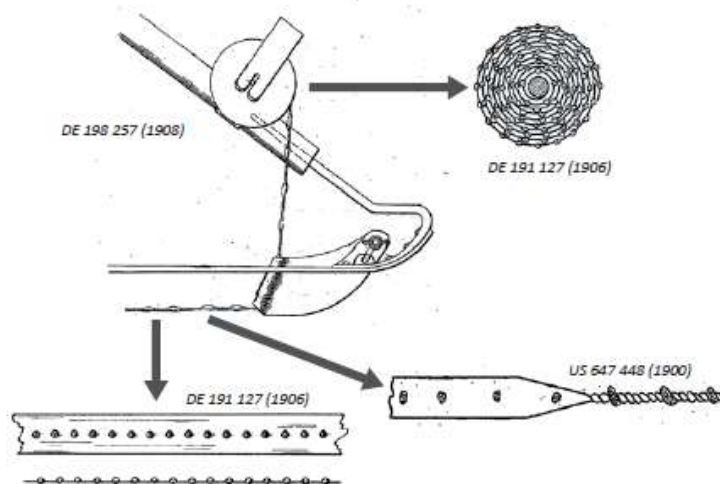
Míg a II. világháború utáni újjáépítés több európai gazdaságban is óriási növekedési ütemet hozott, ez a növekedés az 1970-es évek közepére, az olajársokk és az azt követő energiaválság után érezhetően lelassult. Ez egyre intenzívebb vitákat váltottak ki a technológiai innovációk, mint az új növekedés forrásainak mechanizmusai. Ezek a viták a mai napig nem lankadtak; általános konszenzus azonban még nem született arról, hogy mely tényezők elengedhetetlenek a sikeres technológiai innovációhoz. Az vitathatatlan, hogy egy új technológiai változat kifejlesztése és első piacra lépése többé-kevésbé sikeres innovációt feltételez. Bár Schumpeter (1939) már korán rámutatott arra, hogy egy találmány nem feltétlenül eredményez innovációt, a sikertelen innovációk azonosításának és jellemzésének érdekes kérdését csak a közelmúltban vizsgálták részletesebben (Bauer 2006).

A gyakorlatban a technológiai újítások piaci behatolása ritkán gyors és könnyed. Sokkal gyakoribb a bizonytalanság hosszú évei, amelyeket általában többé-kevésbé sikeres próbálkozások kísérnek, amíg az innováció fokozatosan kifejlődik egy találmányból, és képes lesz meghonosodni és érvényesülni a piacon (Bauer 2006). Az alábbi magyarázatok arra kívánják felhívni a figyelmet, hogy a hosszú felülvizsgálati ciklusok nagyon eltérő, sőt egymással szögesen ellentétes értékelésekhez vezethetnek egy fejlesztés sikerességét illetően. Egy kezdetben sikeresnek tűnő fejlesztés hosszú távon mégis megbukhat, míg egy kedvezőtlen közép- és hosszú távú prognózisú technológiai innováció végül sikeresnek és innovatívnak is bizonyulhat.

A precíziós vetőmagvetésnek szentelt számtalan szabadalmi publikáció (Benninger 2013) jelzi a technológiai fejlődés mértékét a vetés területén, ami a technológiai lehetőségek folyamatos fejlődését tükrözi az idők során. A fejlődés nagy részét elsősorban a közép-európai iparosodás előrehaladtával növekvő mezőgazdasági munkaerőhiány és az általános népességnövekedés okozta. Mivel egyre kevesebb ember dolgozott a mezőgazdaságban, egyre nagyobb szükség volt a magasabb terméshozamokra, és ezzel együtt a hatékonyabb módszerek és módszertani megoldások iránti igény is nőtt. A már a 17. században bevezetett vetőgép nemcsak munkaerő-megtakarítást jelentett, hanem hozzájárult a termesztés hatékonyabbá tételéhez is. Ráadásul a vetőgép, majd később az egymagvú vetésre szolgáló gépek számos növénytípus számára jelentős fejlesztéseket jelentettek; például a termőterület optimalizálásával, a növekedési feltételek javításával és nem utolsósorban a költséges vetőmagok megtakarításával. Az egymagvú (szemenként) vetésre már a 19. században kifejlesztettek különböző gépeket, de a gyakorlatban csak az 1960-as években kezdték el fokozatosan alkalmazni őket az egyenlő magtávolságra. Ennek oka nemcsak a bonyolult és összetett mechanikai rendszerek, hanem számos mechanikai hiányosság és a szemenkénti egyesítés pontosságának hiánya is volt (Benninger 2013).

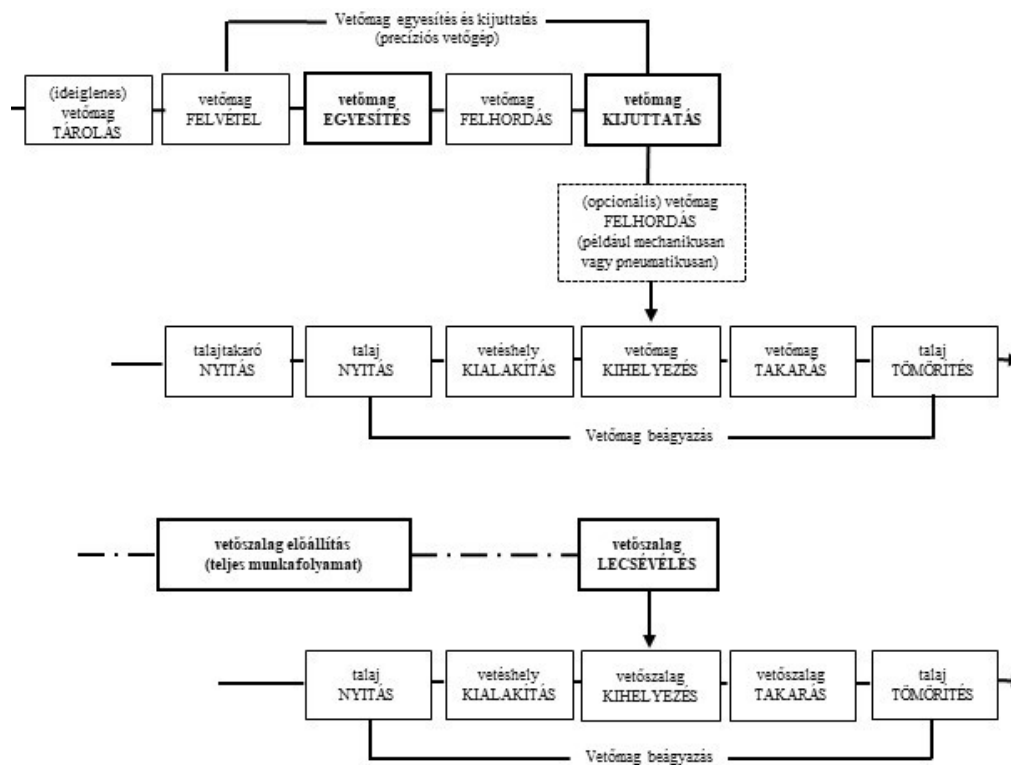
A sávós vetés ötlete a 19-20. század fordulójára nyúlik vissza, és azt jelenti, hogy az egyes magokat meghatározott helyeken rögzítik vetőszalagokra, azaz szövetből vagy papírból készült sávszerű hordozókra, ezeket a vetőszalagokat dobokra tekerik, hogy később a szántóföldön letekerjék őket, majd a magokat a hordozószalagokkal együtt a talajba helyezik (Benninger 2013). A szalagos vetés képes volt megoldani szinte az összes akkoriban uralkodó szemenkénti vetési problémát, és lehetővé tette a szinte tökéletes, egy szemű vetést, hibák és duplikáció nélkül, valamint anélkül, hogy a forgó vagy oszcilláló vetőkészülékek elakadtak volna, ahogyan az korábban egyébként elkerülhetetlenül megtörtént.

Néhány éven belül további fejlesztések következtek (3. ábra), és nem sokkal a századforduló után ez az újítás már kiforrottnak tűnt (Benninger 2013). Lényeges célok voltak a nagyméretű vetőszalagdobok könnyebb kezelhetősége és a vetőszalag egyenes vonalban történő legördítése az előkészített talajon. Az ehhez szükséges gépek akkoriban már könnyen rendelkezésre álltak. Ez magában foglalta a szalagok kellő mélységű talajba helyezésére és a barázdák lezárására vonatkozó ötleteket és technológiát is, hogy a vetőszalagokat elfedjék (Benninger 2013).



3.ábra Az 1900 körüli szabadalmi irodalomban leírt sávvetés módszere (Benninger 2013).

A sávós vetés tehát már több mint 100 évvel ezelőtt megfelelt az egy szemes vetés ma is érvényes technológiai követelményeinek (Rademacher és Heier 1999). A megfelelő termőhely és az optimális növekedési feltételek előfeltétele az egyes vetőmagok pontos elhelyezése a kívánt helyre, meghatározott mélységben és lehetőleg hiba vagy duplázás nélkül. További cél volt a vetés folyamatának felgyorsítása, ugyanakkor a rendszer költségeinek kezelhető szinten tartása. A 4. ábrán a vetőmagok egyesítése és a beágyazás folyamatfázisainak összehasonlítása szemlélteti, hogy a precíziós gyártás, a szállítás és a vetőszalagok pontos letétele lehetővé tette a szemes egyesítést és az egyenlő szétválasztást (Rademacher és Heier 1999, Benninger 2013).



4.ábra Az egyszemű és a sávós vetés munkafázisai (Benninger 2013)

A sávós vetés nyilvánvaló előnyei ellenére a módszer a gyakorlatban soha nem tudott érvényesülni. Ennek egyik fő oka az volt, hogy sérült egy olyan központi kritérium, amely Bauer (2006) szerint az innovációk sikeres bevezetéséhez szükséges. A sávós vetés új technológiai infrastruktúrát igényelt különböző területeken, a vetőszalagok gyártásához, a forgalmazási logisztikához és a szóráshoz, azaz a sávok kitekeréséhez a szántóföldön. Ezenkívül soha nem lehetett kiküszöbölni annak kockázatát, hogy a kitekert hordozószalagok ne rothadjanak el vagy ne oldódjanak fel időben, és így akadályozzák a csírázást és a növények megfelelő növekedését. Ennek ellenére a sávós vetés bizonyos célokra továbbra is hasznos maradt, és ma is használják kísérleti termesztésre.

A sávós vetéssel szinte egy időben, nem sokkal a századforduló előtt született meg az ötlet, hogy pneumatikus vákuumot alkalmazzanak a szemek szelektálására. A szemek felvételére és egy dobhoz való rögzítésére szolgáló szívás váltakozott a túlnyomással, hogy a pontos helyen és időben a szemeket egy vetőcsőbe engedjék (Benninger 2013). Egy másik alapvető találmány a pneumatikus szemfelvételre azt javasolta, hogy a szemeket egy tartályból egy forgó, perforált tárcsa segítségével vegyék fel, amely negatív nyomásnak van kitéve, majd a szemeket a tervezett kiürítési ponton légköri nyomással engedjék a vetőcsőbe (Benninger 2013).

Annak ellenére, hogy a pneumatikus gabonaelkülönítés sokkal közelebb tűnt a prototipikus folyamatfolyamathoz, mint a sávos vetéssel történő gabonaelkülönítés, a pneumatikus rendszereknek évtizedekig nem volt esélyük arra, hogy a koncepció fázisán túlmutató fejlődésen menjenek keresztül. Az 1950-es évektől kezdődően növekvő sokféleségétől függetlenül a pneumatikus megoldások még mindig távol álltak a gyakorlati alkalmazástól. Végül nem a pneumatikus gabonaelkülönítés önmagában - azaz a szemek felvétele egy tartályból egy vákuum alatt működő perforált tárcsával vagy egy pontosan elhelyezett felvételi pontokkal ellátott dob segítségével - vezette el a perforált tárcsás rendszereket a gyakorlati megvalósíthatóságig. Sokkal inkább a kezdetben jelentéktelennek tűnő mechanikus törölőlapát hozta el a sikert, amely a szemek egyesítését biztosítja (leválasztja a fölösleget) és tökéletesíti. (Benninger 2013).

A mechanikus törölőlapátot eredetileg Franciaországban fejlesztették ki, mint a gabona egyesítésének elemét, és számos változatban továbbfejlesztették. Kialakításának köszönhetően a gyakorlatban univerzálisan alkalmazható volt, mivel lehetővé tette, hogy a vele felszerelt pneumatikus rendszerek még a nem pelletált és pontatlanul kalibrált vetőmagokat is kezelni tudják. A törölőlapátok segítették a pneumatikus perforált tárcsás rendszerek piaci érvényesülését, és a mai napig széles körben elterjedtek, illetve megállták a helyüket a mechanikus rendszerekkel és a konkurens pneumatikus rendszerváltozatokkal szemben (Rademacher és Heier 1999, Benninger 2013).



5.ábra Pneumatikus, szívottlevegős vetőgépek egy jeles képviselője az SPC 6

A sávos vetési módszerek és a szívottlevegős, perforált-forgó tárcsák összehasonlítása a szemek szétválogatására világosan mutatja, hogy a hosszú fejlesztési időszak önmagában nem elegendő mutatója egy innováció sikerének. Az időtényezőn túl más körülmények is meghatározóvá válhatnak a technológiai újítások kilátásai szempontjából, és döntően befolyásolhatják azok sikerét. A szemméretek kalibrálása és különösen a vetőmagok pelletálása ilyen meghatározó hatással bírt. Bár a pelletálás már az 1920-as években ismert volt (Benninger 2013), a módszer csak jóval később honosodott meg, és inkább a cukorrépa, mint a kukorica vetése esetében. Míg a sávos vetés a szemek előzetes kezelése nélkül tette lehetővé a kívánt pontosság elérését, addig ez mind a mechanikusan működő, mind a pneumatikus rendszerek esetében egészen más volt. A pelletálás nemcsak a problémás vetőmagfajtákat látta el tápanyagokkal és növényvédő szerekkel, hanem a pneumatikus rendszerek precíz és hibamentes működéséhez szükséges alakkal is. A pelletálás azonban különösen fontosnak bizonyult a mechanikus magvető rendszerek esetében is, ahol a cukorrépa, a repce vagy a cikória magjainak precíz adagolásához és vetéséhez teremt reprodukálható körülményeket.

Időközben a pneumatikusan működtetett rendszerek kerültek előtérbe. A szemek egyesítése önmagában is rendkívül nagyfokú pontosságot ért el. A vetőcsövekben történő ütközések és visszapattanások miatt azonban gyakran nem lehet tartani az elért szemtávolságot a vetés helyéig. A magok elszabadulása utáni szemszállításban jelentkező negatív hatások csökkentése érdekében néhány évtizede sűrített levegős rendszereket alkalmaznak (Benninger 2013).



6.ábra A nyomott levegős vetőgépek, nagy teljesítményű változata a kapcsolt Cyclo 800
(agroinform.hu)

A vetőmagleválasztás utáni pneumatikus szállítás azonban csak a közelmúltban terjedt el a gyakorlatban. A szemek egyesítésének pontosságát már nagymértékben optimalizálták. Az

előnyöket azonban elvesztették a vetőgép és a talajban lévő vetési pozíciók közötti szállítási távolságok növelésével. Ezek a nagyobb szállítási távolságok a mulcsos vetésre alkalmas precíziós vetőgépek egyre szélesebb körű elterjedésének köszönhetőek. A vágótárcsák átmérője miatt a vetőelemeket nagyobb magasságban kell elhelyezni. Ez akár több mint 30 cm-es esési magasságot eredményez, az említett gellerjelenséggel és a szemtávolság pontosságának csökkenésével együtt. A szemek talajba történő pontos elhelyezése érdekében, még nagy üzemi sebesség mellett is, ezért egyértelműen előnyös, ha a 3. ábrán látható módon, vagy más intézkedésekkel, a magok leválasztása és a talajba történő elhelyezése között a szemek szállítására szolgáló sűrített levegővel tartjuk fenn a szemek egyesítésének pontosságát. A pneumatikus szemszállítás azonban nem az egyetlen lehetőség. Létezik egy új rendszer, amely a vetőmagok vetőelemből történő leválasztása és a talajba helyezése között mechanikus szemszállítás működik. Ez a mechanikus rendszer nyilvánvalóan a régebbi szalagrendszereken alapul (Bainer et al. 1955). A különbség az, hogy az új rendszerben a vetőmagokat a vetőgépből közvetlenül az alatta található vetési pozícióba egy kefésszalagrendszer, igen precízen szállítja (Benninger 2013).

1.7 A precíziós vetés jelentősége

A terméshozamot számos tényező befolyásolja, és a precíziós vetési technológia az egyik legfontosabb tényezőnek számít. A precíziós vetés a legjobb módszer a különböző vetési technikák között, összehasonlítva más módszerekkel. A precíziós vetést az egyes vetőmagok vagy vetőmagcsoportok pontos, egymástól közel egyenlő távolságra történő elhelyezésére használják a vetőbarázdában. A precíziós vetőgépeket jellemzően olyan növények vetésére használják, amelyeknél szükség van a növényállomány pontos szabályozására, a sorok közötti és a sorokban mért meghatározott távolságokra. A precíziós vetőgépeket általában nagyméretű vetőmagok vetésére használják, azonban a kisméretű vetőmagok is kijuttathatók velük. A vetőgépek gyakori adagolóegységei a tányér, a tárcsa és a dob. Az ilyen típusú adagolóegységek közös jellemzője a forgási sebesség (így a kivetett töszám) módosítása - bizonyos korlátok között - hidraulikus vagy elektromos hajtómotor segítségével, amelyet számítógép segítségével vezérelnek. (Kambulov et.al, 2018)

A precíziós vetőgép általában talaj- és szármadaradvány aprító, műtrágyakijuttató, sor-előkészítő, barázdanyitó, mélységszabályozó, vető egységből, vetőmag stabilizáló (prokerék), barázdatakaró egységből áll. A precíziós vetőgépek tényleges felépítése és működési elve

azonban a földrajzi környezet és az éghajlati viszonyok különbségei, a mezőgazdasági üzem méretarányai miatt a világ különböző országaiban eltérő. A sík felszínű és megfelelő vetési feltételekkel rendelkező művelt földeken általában nagy hatékonyságú és nagy sebességű precíziós vetőgépeket alkalmaznak. Ha talajfelszínen nagy mennyiségű a növényi maradvány akkor, az aprítószerkezetet, de ha a magágy nem megfelelően előkészített, a barázdanyitó mellett sor-előkészítő eszközökre is szükség lehet. (Kambulov et.al, 2018)

A 3. táblázat a világ különböző részein jelenleg használt, különböző modellekkel rendelkező precíziós vetőgépek néhány típusának összehasonlítását mutatja be, amelyeket jelenleg különböző vetőmagok vetésére használnak. Különbség van a sorok számában és a sorok közötti távolságban. Következésképpen a munkaszélességben is eltérés van az egyes precíziós vetőgépek és az egyes modellek között (4. táblázat) A precíziós vetőgépek kaphatók megművelt és műveletlen talajokra egyaránt.

Név	Modellek	Sorok száma	Sortávolság (cm)	Munkaszélesség (m)	Vetőmag típus
Kverneland Monopil	Monopil rigid	6/12/18/24	45/50	3/6/9/12	cukorrépa, repce és cikória
	Monopil hydraulic folding	12/18	45/50	6/9	
Kverneland Optima	Optima rigid	6/8/12/18	60/50	3/4,5/6,1/9,3	kukorica, napraforgók, babok, cukorrépák stb.
	Optima hydraulic folding	12	50	6	
	Optima TF profi	8	70/75/80	6,2	
	Optima TF maxi	16	70/80	12	
Horsch	Maestro CC	6/8/12	70/75/80/45/50	4,4/6/5,7	kukorica, napraforgók, cukorcirok, szójababok, babok, cukorrépa, repce és gyapot
	Maestro RC	8/12	70/75/80/45/50	6/5,7	
	Maestro SW	12/16/18/24	70/75/45/50	9,6/12/8,6/11,4/ 17,4	
Ozduman	HVM	4/6/8	25-60	2	cukorrépa, gabona, napraforgó, gyapot, cukorinnye, görögdiñnye, hagyma, földimogyorók stb.
	HVM-K	6	45-70	4	
	HVMD	4/8	25-60	2	
	HVM-TG/ HVMT	6	70-75	4	
Kinze	Rigid 3000	6	76	5,4	gabona, napraforgó, szójabab, kis és nagy csemegkukorica, cukorrépa, gyapot és chető babok
	Mounted 3110; 3140	8/16	76	6,7/11,3	
	Wing fold 3200	12	76	9,6	
	Pivot fold 3500; 3600; 3660	8/12/16	76/94/76	6,7	
	Front fold 4900; 3700	16/24	76/56	13,2/14,6	
Vaderstad	Tempo R4/ Tempo T6	4/6	45-80	3,1/4	kukorica, cukorrépa, szójababok, napraforgó, olajrepce, gyapot, cirok stb.
	Tempo F	6/8	70-80	4,5/6	
	Tempo V	8/12	45-76	5,4/6	
	Tempo L	12/18/24	70-80/45-51	9/9,1/12,2	
	Tempo R	12/18	45-51/70-80	9/9,2	
Irtem	IrTem disc type	4/6/8	70	2,98/3,88/6	napraforgó, gabona, szójabab, földimogyoró, görögdiñnye sárgadiñnye, tökfélék, gyapot, cukorrépa, uborka, édeskömény, paradicsom, seprűfű, hagyma
Amazone	ED 4500-2C; ED 6000-2C	6/8	60-80	4,2/6	kukorica, napraforgók, repce, cukorrépa, köles, gyapot, borsók, cirok, szójababok, babok, sütőtökök stb.
	ED 6000-2FC; ED 12000-KR	12/18	45	5,4/8,4	
Sola	Pro-sem K fixed F255	4/6	33-75	2,55	gabona, napraforgók, repce, cukorrépa, lóbabok, gyapot, cirok, szójababok, babok, paradicsom, csicscriborsó, zöldbabok, karfiol, póréhagyma, répák
	Pro-sem K fixed F350; F450	6	33-75	3,5/4,5	
	Pro-sem K fixed F600	8/12	33-80	6	
	Pro-sem K fixed F900	18	50	9	
Klen	Klen 2.8C	4/6	45-70	2,6/4,2	gabona, napraforgók, cikória, szójababok
	Klen 5.6KP	8	70	5,6	
MaterMacc	Rigid tool bar MS 8100	4/6/8/12	75/45	2,5/4/6	kukorica, szójababok, napraforgó
	Telescopic tool	4/6	75	2/3	

4.táblázat A különböző precíziós vetőgépmoðellek összehasonlítása a sortávolság, a munkaszélesség, a sorok száma és a moðellekkel vetett vetőmagok típusa tekintetében. (Sharaby et al., 2019)

A precíziós vetőgépek a talaj- és szármaradvány aprító egységgel alkalmassá válnak a megmunkált és a talajművelésben nem részesített földeken is. A talajművelési módszerek országonként eltérőek, így a vetésre való előkészítés is (Yang et. al, 2016). Annak ellenére, hogy a talajművelés egyik célja a gyomok és kártevők elpusztítása, igen fontos a talajszerkezet javítása is, hogy a vetőmag megfelelően csírázzon és a kis növények gyökerei könnyen növekedjenek. Ezért a precíziós vetőgépek nagy pontossággal, sebességgel és hatékonysággal használhatók. E követelmények elérése érdekében a meghajtás, a vezérlő rendszer és az intelligens felügyelet fejlesztése nagymértékben és folyamatosan zajlik a precíziós vetőgépeknél.

Jelenleg a növénytermesztés termelékenységének fokozása miatt folyamatosan és jelentős mértékben fejlesztik a precíziós vetőgépeket. Ezért van néhány tényező, amely megkülönbözteti az egyes vetőgép-típusokat a többitől, melyeket érdemes figyelembe venni a megfelelő precíziós eszköz kiválasztásakor.

1. A gazdáknak rövid idő alatt, nagy munkasebességgel és nagy hatékonysággal kell a vetés műveletét elvégezniük, miközben időt és költségeket takarítanak meg. Ezt nagy sebességű, nagy munkaszelességű precíziós vetőgépek használatával érik el. Ez jellemzi a Vanderstad Tempo L és Amazone ED 6000-2FC vetőgépeket, amelyek nagy, 15 km/h vagy nagyobb munkasebességgel és 12/18 sor elvetésére alkalmas vetőkocsikkal rendelkeznek. A Kverneland Optima TF maxi, a Horsch Maestro SW és a Kinze 4900-as gépek munkasebessége 12 km/h, de az utóbbi kettővel 24 sort is vethetünk egyszerre (Sharaby et al., 2019).

2. Az elektromos vagy hidraulikus motorok használata a vetőgépek meghajtására hatékony módszer a vetőmag egyenletes eloszlásának és a nagy pontosságú vetés fenntartására a mechanikus meghajtáshoz képest a talajkerék csúszása és a lánc rezgése miatt, különösen nagy haladási sebességnél.

3. Az egyenletes vetési mélység biztosítása érdekében különböző mélységszabályozó egységeket fejlesztettek ki az optimális mélységszabályozás fenntartása érdekében. Ezért egyes precíziós vetőgépek hidraulikus mélység-szabályozó egységgel vannak felszerelve, amely a leghatékonyabb módja annak, hogy a vetési mélységet mindenkor és eltérő szántóföldi körülmények között is meg lehessen tartani. A Vanderstad Tempo sorozatú vetőgépek hidraulikus súlyátvitellel pozitív vagy negatív nyomást tudnak kifejteni, míg a Horsch Maestro gépek nagy, akár 300 kg-os vetőkocsi nyomással rendelkeznek, amely akár hidraulikus meghajtáson keresztül központilag a vezetőfülkéből állítható, ami segít a vetőmagok megfelelő mélységbe juttatásában.

4. A kis méretű gazdaságok és az egyenetlen felszínű területek esetében a vetőgépeknek könnyűnek, kis méretűnek és alacsony lóerőigényűnek kell lenniük. Ez a jellemzője a kis méretű vetőgépeknek a Klen, MaterMacc, Kverneland, Ozduman és Sola precíziós vetőgépek egyes modelljei esetében. A 4 soros vetés esetén az alaptömeg értéke 750 és 720 kg, a minimális teljesítményigény munkaszélességre vetítve pedig 19,2 és 20 LE/m volt a Klen 2.8C és a MaterMacc MS 8100 precíziós vetőgépeknél. A 6 soros vetőgépeknél a Kverneland Monopill, az Ozduman HVM-T, a MaterMacc MS 8130 és a Klen 2.8C modellek tömege: 400 kg, 1000 kg, 1170 kg és 1120 kg volt, de a minimális teljesítményigény 16,7 - 20 LE/m között változik. A 8 soros vetőgépeknél MaterMacc MS 8100, a Klen 5.6KP és a Sola Prosem F600/8 az alaptömeg 1270 kg, 1450 kg, 1600 kg, a minimális vonóerő igény 15 - 16,7 LE/m.

5. A Kinze vetőgépek 3200, 3600, 3660, 3700 és 4900 típusainak megkülönböztető jellemzője az osztott sorok, amelyek lehetővé teszik két különböző típusú vetőmag egyidejű vetését vagy egy vetőmag termesztését, de a sorok közötti keskeny távolságot.

6. A közepes méretű precíziós vetőgépeket nagyobb működési sebességgel és nagyobb vetési pontossággal kell kifejleszteni a munka hatékonyságának növelése érdekében, amelyet a közepes méretű földeken használnak.

7. A legtöbb precíziós vetőgépet a fejlett országokban gyártják, és néhány típusukat a fejlődő országokba exportálják. A növényfajták, az éghajlati viszonyok, a gazdaságok mérete és a gazdasági helyzet különbségei miatt azonban ezeken a területeken csak korlátozottan használhatók, ezért a fejlődő országokban a helyi viszonyoknak megfelelően kell fejleszteni. (Sharaby et al., 2019)

2. Kutatás

2.1. Vizsgálatok módszerei

A sikeres kukorica termesztést rendkívül sok tényező befolyásolhatja. Vannak olyan tényezők, melyekre nincs ráhatásunk, általunk nem befolyásolható, azonban egy sor olyan faktor is van, ami általunk módosítható. A kukorica termesztés egy kulcs fontosságú mozzanata a vetés és annak minősége, ami a dolgozatom témáját adta. A vetés minőségét is több tényező befolyásolja, dolgozatomban a kivetett és betakarított töszámokat, és a tőtáv tartást vizsgáltam a vetőmag minőségének függvényében.

Dolgozatom kutatási részét négy, a kereskedelemben kapható vetőmag vizsgálatával kezdtem. A vetőmag tételek a következők voltak: DKC 4351, DKC 4391, DKC 4897 és SY Minerva. megnéztem 100 gramm vetőmagban található idegenmag illetve egyéb szennyeződés és a tört szemek arányát. A négy tételt méret szerint is vizsgáltam, ahol vetőmag két méretét jegyeztem föl. A két méret a szélesség és a vastagság, mivel tapasztalatom szerint leginkább ezen oldalaival kapcsolódik a vetőmag a vetőtárcsához. A méreteket tolóméterrel vettem le és mm-ben fejeztem ki. Véleményem szerint a mm pontosság elégséges a vizsgálatához. A kapott adatokat adatsorba illesztettem.



7.ábra Vetőmag méretezés: vastagság 5 mm



8.ábra Vetőmag méretezés: szélesség 8 mm

Kutatásom kiterjedt a hektáronkénti tőszámok vizsgálatára is. Az induló, kivetett tőszám adatsort a vizsgált vetőgépek memóriájából nyertem ki. A termőtöveket a betakarított táblák tarlóján vizsgáltam. A klasszikus módszert követve: 13,3 méteren megszámloltam a töveket, ami megmutatja a hektáronkénti tőszámot.

$10.000 \text{ négyzet méter (egy hektár)} / 0,75 \text{ m (sortáv)} = 13.333,33 \text{ m}$

Egy hektárt elosztom a sortávolsággal és megkapom, hogy egy hektár az hány folyóméter lenne. Ha ezt elosztom 1000-rel, akkor elég megszámlolni 13,3 méteren a töveket és a kapott eredmény 1000 szerese adja a hektáronkénti tőszámot.



9.ábra 13,3 méter kimérése, amivel meg tudjuk határozni a hektáronkénti tőszámot

Továbbá megnéztem a tarlón a tőtávok egyenletességét. Itt 10 méteren feljegyeztem a kukoricatövek közötti távolságot, mindig a levágott kukorica tő középpontját figyelembe véve, ezen mérés során a cm pontosságra törekedtem. Nem tettem különbséget a kukorica tövek vastagsága között (volt ami láthatóan nem érte el az átlag szárvastagságot így valószínűen nem hozott csövet), minden egyes kukorica gyökérnyakat potenciálisan termőtőnek vettem. Ezeket is adatsorba foglaltam.

A hektáronkénti tőszámot úgy lehet átváltani tőtávra, hogy a 13.333,33 métert (1 ha 75 cm-es terület) elosztjuk a kívánt tőszámmal: $13.333,33 \text{ m} / 74.000 \text{ tő} = 0,1801 \text{ méter}$ azaz 18,01 cm és tőtáv jön ki.



10.ábra A kukorica tő közepét vettem alapul a tőtáv megállapításához cm pontossággal

A vizsgálatom két vetőgép típusra terjedt ki a John Deere 1755 Precision Planting-re és a Vaderstad Tempo-ra. Azért esett a választás ezen vetőgép típusokra, mert nagy pontosságú vetést tesznek lehetővé és alkalmasok a változó tőszámú vetésre. A vetőgépek mag adagoló részét szétszedve megnéztem a vetőmag útját a tartálytól a vetőárokig.

A vetőmag útja a vetőgépen belül

A vetőmag útja mind a két vetőgép típusnál igen leszabályozott. Nem sok esélye van a vetőmagnak a gépeken belül tévelyegni. A magok szorosan követik egymást a tartályból egészen a magárokig.

A két vetőgép eltérő elven működik. A Vaderstad Tempo nyomott levegős, melynél a nyomás szorítja a vetőmagot a vetőtárcsára és így emeli ki a többi közül.



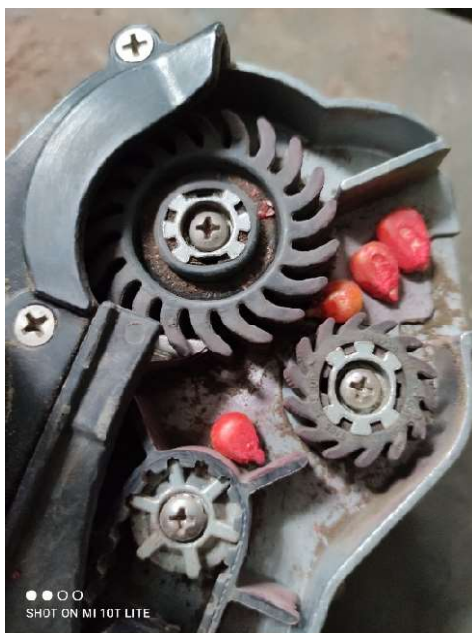
11.ábra A Vaderstad Tempo nyomottlevegős vetőgép magadagoló tárcsája

A nyomás megszűnésekor (másik oldalon egy gumikerék elzárja a lyukat) a vetőmag lepottyan, miután szintén a nyomás juttatja a vetőmagot a magárokba. A nyomás lényegében belövi a szemeket a talajba, így nem tud kialakulni a gellerhatás, tehát a kívánt tőtávok igen pontosak.



12.ábra A nyomást megszüntető gumikerék és a vetőtárcsa tisztító kereke (Vaderstad Tempo)

A John Deere 1755 Precision Planting vetőgépnél azonban a vákuum szippantja a vetőtárcsára a magokat és annak megszűnésekor tud tovább haladni a magárok irányába. A mag a kiemelés után két gumikerék között jut egy továbbítóba, ahol egy végtelenített cellás „szállítószalag” adagolja a szemeket a magárokba. A lényege a továbbítónak, hogy a magok nem pattognak a kijuttató csőben, így egyenletesebb a táv tartás.



13.ábra A John Deere 1755 Precision Planting magtovábbító cellás gumiszalag.

Összességében elmondható mind két vetőgépről, hogy a vetőmag útja a vetőgépen belül jól kontrollálható. A vetés pontosságához vezető út kritikus pontja az, amikor a magkamrában a kukoricaszemet kiemeli a tárcsa a többi közül. Az ezt követő szakaszban minimális a mag pattogása. Ha a kivetendő tétel megfelelő minőségű (egyletes frakció, minimális tört szemmel) akkor nagy pontossággal célba juttatható a potenciális csíra.

3. Eredmények és értékelésük

A vetőmag tételek minőségi és méret vizsgálatai

A vizsgálat során mind a négy tételből 30 darab vetőmag vastagság (kicsi) és szélesség (nagy) adatainak átlagát jelenítettem meg az 5. táblázatban, illetve a 100 grammonkénti sérült magok darabszámát.

Vetőmag		Vetőmag 1	Vetőmag 2	Vetőmag 3	Vetőmag 4
Gép típus		John Deere 1755 Precision Planting	John Deere 1755 Precision Planting	Vaderstad Tempo	Vaderstad Tempo
Sérült mag	db/100 g	8	2	2	3
Átlag	kicsi	6,21	5,08	4,93	4,88
	nagy	7,28	7,66	7,91	7,83

5.táblázat Különböző vetőgép típusokkal vetett vetőmagok adatai

A vetőmag tételek vizsgálata során nem tapasztaltam méretben lényeges eltérést. A számtani vizsgálatból kiderült, hogy kiugró méret nincs. Ki lehet jelteni, hogy egy zsákon belül egy méretazonos frakció van. A vetőmag 1 a mérések lapján közepes gömbölyű a másik három tétel pedig közepes lapos frakciónak mondható. A tisztaságot vizsgálva kijelenthető, hogy idegen faj magja illetve szemét nem volt a tételben egyedül a tört szem volt jelen az elemzés során. A vetőmag 1-es tétel esetében 8 tört, roncsolt szemet találtam, mely nyilván rontja majd a vetés hatékonyságát és ha esetleg csírázik is nem lesz teljes értékű csövet hozó tő.

A vetés pontossága és a tőszám vizsgálata

A vetőgépek memóriájából minden táblára egy pontosság és egy kivetett tőszám alap adatot nyertem ki. A kivetett tőszám a gép által kijuttatott vetőmagot jelenti hektáronként függetlenül attól, hogy tört szem, kavics vagy teljes értékű tövet adó potenciális csíra. Ha a fotocella előtt elhalad és méretéből fakadóan a gép érzékeli, akkor megjelenik az adatokban. Ezért elmondható, hogy a gép feltöltése során fontos eljárás a kivetendő tétel ellenőrzése.

A pontosság % a kivetendő és a ténylegesen a fotocella előtt elhaladó mag arányát mutatja és a vetőgép monitorján megjelenik. A pontosság % jelentősen hozzájárul a vetőgép helyes beállításához (maglesodrás, vákuum vagy nyomás), annak érdekében, hogy a tőszámot a lehető legpontosabban tudjuk tartani a vetés során. A takarmány kukoricának szánt vetőmagok pontossága a legtöbb esetben 97 %-nál magasabb értéket képviselnek helyes beállítás során. Azonban a pontosság adatba szintén szereplenek a nagyobb tört szemek is, amiből következik, hogy tört szemek torzítják az eredményt. Hiszen a tört szemekből kis valószínűséggel lesz teljes értékű termő tő.

sérült db/100g	8	2	2	3
Vetőgép típus	John Deere 1755 Precision Planting	John Deere 1755 Precision Planting	Vaderstad Tempo	Vaderstad Tempo
Vetési sebesség	12 Km/h	12 Km/h	12 Km/h	12 Km/h
Kivetett tőszám tavasszal	74.000 tő	74.000 tő	70.000 tő	70.000 tő
Tőszám	68.450	69.050	63.700	62.250
Kivetett / betakarított	92,50%	93,30%	91%	88,90%
Pontosság %	98,9	99	99,7	98,7
Hiány (db/ 10 m)	4	4	4	6
1. tőtáv cm	18	19	18	18
2. tőtáv	19	18	19	15
3. tőtáv	19	19	19	19
4. tőtáv	34	19	36	22
5. tőtáv	18	18	19	18
6. tőtáv	17	36	19	16
7. tőtáv	18	18	18	16
8. tőtáv	18	19	37	41
9. tőtáv	19	19	19	18
10. tőtáv	19	18	18	19
11. tőtáv	18	38	19	19
12. tőtáv	19	18	20	19
13. tőtáv	19	19	20	40
14. tőtáv	17	17	19	20
15. tőtáv	18	36	19	19
16. tőtáv	37	18	19	15
17. tőtáv	18	19	18	19
18. tőtáv	19	18	19	18
19. tőtáv	18	18	19	15
20. tőtáv	19	19	20	38

21. tőtáv	18	17	19	15
22. tőtáv	18	17	19	19
23. tőtáv	18	18	18	19
24. tőtáv	18	19	20	14
25. tőtáv	36	17	19	19
26. tőtáv	18	16	18	44
27. tőtáv	17	18	19	16
28. tőtáv	17	17	20	17
29. tőtáv	19	18	20	18
30. tőtáv	18	19	19	23
31. tőtáv	19	18	38	19
32. tőtáv	19	17	18	18
33. tőtáv	18	17	18	17
34. tőtáv	19	18	19	16
35. tőtáv	18	19	19	18
36. tőtáv	17	19	19	40
37. tőtáv	18	18	19	21
38. tőtáv	18	17	19	20
39. tőtáv	19	17	19	19
40. tőtáv	19	20	18	22
41. tőtáv	17	18	40	15
42. tőtáv	18	19	19	23
43. tőtáv	17	17	19	19
44. tőtáv	17	18	18	23
45. tőtáv	18	34	18	38
46. tőtáv	18	19	20	19
47. tőtáv	17	18	19	19
48. tőtáv	19	18	19	
49. tőtáv	18	19		
50. tőtáv	35	18		
51. tőtáv	17	17		
1. tőtól mért hossz (cm)	993	994	983	994
mért táv max 10 méter				

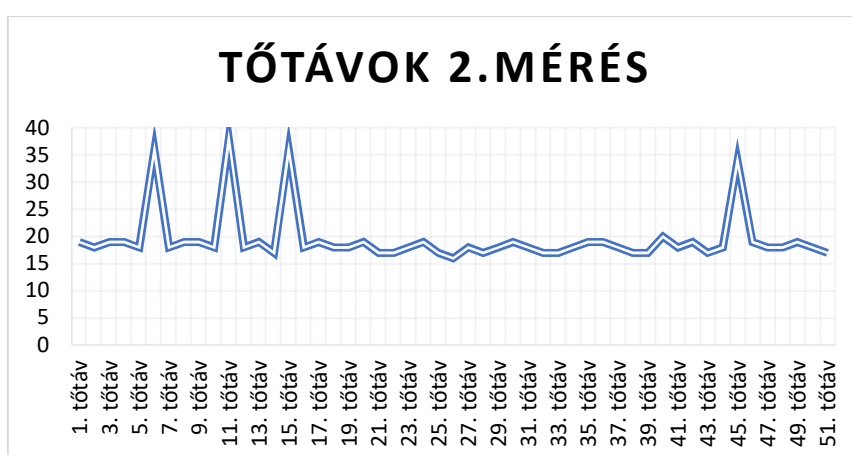
6.táblázat Különböző vetőgép típusokkal végzett tőtáv-tőszám mérése

A kivetett és a betakarított tőszámok aránya igen jónak mondható, de természetesen nem azonos. Dolgozatomnak nem témája a két adat közötti különbség vizsgálata, hiszen számos oka lehet (csírázás, abiotikus és biotikus hatások). Azonban az adatok (6. táblázat) elemzéséből kiderül, hogy a vetőmag 1-es tétel magasabb tört szem arányából még nem következik egyértelműen a alacsonyabb betakarított tőszám. A tenyészidő során más tényezők nagyobb hatást gyakoroltak a tőszám alakulására.

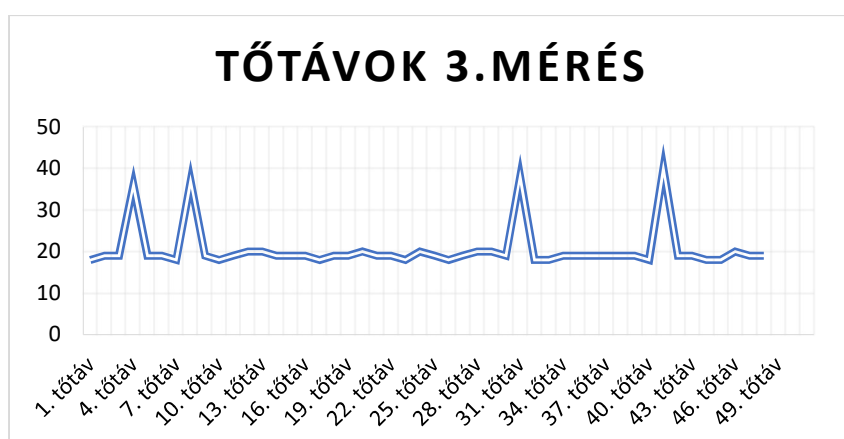
A tőtávolság mérése



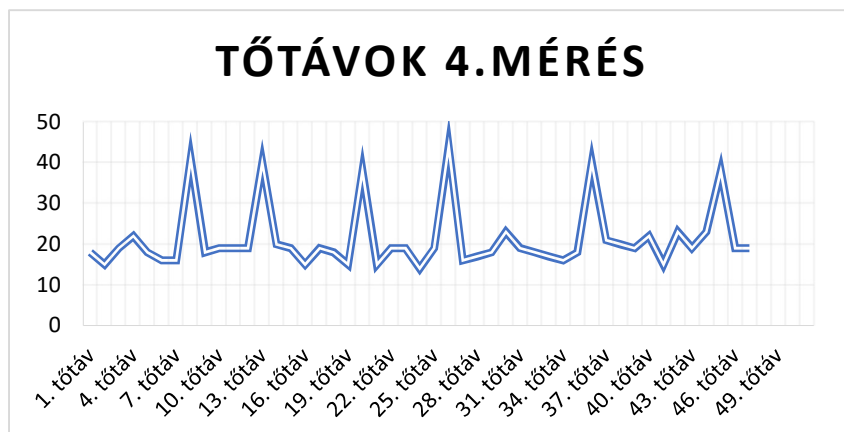
14.ábra John Deere 1755 precíziós vetés 1. mérésének tőtáv-tőszám arányai



15.ábra John Deere 1755 precíziós vetés 2. mérésének tőtáv-tőszám arányai



16.ábra Vaderstad Tempo vetés 3. mérésének tőtáv-tőszám arányai



17.ábra Vaderstad Tempo vetés 4. mérésének tótáv-tőszám arányai

Az 5. táblázat adataiból és a 14.,15., 16. és 17. ábra értelmezéséből is kivehető, hogy mindegyik tételben vannak kiugró adatok a tótávban. Ezek a kiugró adatok a kimaradó töveket jelentik meg. A kimaradásoknak számos oka lehet, mint azt már fent említettem.

A 4. vetőmag tétel és az ehhez tartozó 4. tótáv mérése során más is megfigyelhető. Ahol nincs kiugró érték, ott sem mondható kiegyenlítettnek a diagramm. A tótávok adatiban ugrálások vannak, habár a számtani átlag megvan. A vetőmag 4-es tétel méretbeli adatiban nem látni lényeges eltérést a vetőmag 3-as tételhez képest, azonban itt esik először 90 % alá a kivetett / betakarított tőszám. A vetőmag 4-es tétel tőszám és tótáv vizsgálatakor feltűnt azonban, hogy a talajfelszín nem annyira egyenletes, mint a másik három táblán végzett mérések során. Utána kérdezve a vetés előtti állapotnak a gazdálkodó elmondása alapján nem volt annyira egyenletes a magágy mint a vetőmag 3-as tétel tábláján, ebből következhet, hogy a talaj rögök miatt vetőmag nem pontosan oda érkezett, ahova a vetőgép kijuttatta.

A magágy kérdése

Dolgozatomnak nem témája a magágy minősége és a tótáv tartásának összefüggése, de mindenképpen meg kell említeni, hogy a pontos vetésnek elengedhetetlen eleme a kifogástalan magágy. Mivel a vetőgép által kijuttatott magok a gépből kikerülve egy teljesen másik közegbe érkeznek. Ha ez a közeg (talaj) nem közel azonos méretű és apró szemcsékből áll, akkor a kukorica szemek mozgási energiáját nem tudja a talaj fokozatosan átvenni, így egy nagyobb rögről visszapattan, vagy az ürest térben tovább halad. Ezért a rögök határolják be a vetőmag pontos helyét, így a vetőgép és magárok közötti kis szakaszban eltávolodik a kivetés helyétől. A tótávolság tartása tehát nagyban függ a magágy minőségétől.

4. Következtetések és javaslatok

Az általam vizsgált vetőmag mérete és a vetőgép által mért pontosság (pontosság %) között nincs összefüggés. Az dolgozatban mért tételek mindegyikéhez be lehetett állítani a gépeket. A kivetett és a betakarított tőszámok között csak a vetőmag 4-nél lehetett tapasztalni 90% alatti arányt, azonban az ebben a tételben mért tört szem aránya nem oka ennek a jelenségnek. Sokkal inkább vezethető vissza egyéb tényezőkre, illetve a magágy gyengébb minőségére, melyet az itt mért tőtávok tartása is megindokol.

A vetőmag tételekben vizsgált nagyobb tört szemeket is elvetik a gépek, de ezekből nem lesz teljes értékű termő tő, ezért rontja a kivetett és a betakarított tövek közötti arányt. Célszerű a vetés előtt meggyőződni a vetőmag tételben található tört szemek mennyiségéről, annak érdekében, hogy a vetés során a lehető leg közelebb kerüljünk a kívánt tőszámhoz.

A tőtávok pontossága a vizsgálatban nem a vetőmag minőségétől (ép és tört szem aránya) és méretétől függött, mivel a dolgozatban tárgyalt vetőgépeknél igen kontrollált a kukoricaszemek útja. A magkamrában a kiemeléstől (melyet a pontosság %-ban ellenőrizhetünk) egészen a vetőárokig szabályozott a vetőmag útja, a gellerjelenség elhanyagolható, ezért az esetleges tőtávolság hibákat a vetőárokba érkezésnél kell keresni. Bár a vizsgált vetőgépek fel vannak szerelve prokerékkel („vetőmag elkapó kerék”) a magágy minőségét és az ebből eredő hibákat a vetőgép nem tudja befolyásolni. Következésképp a vetést megelőző mozzanatnak is hatalmas jelentősége van a kifogástalan minőség eléréséhez.

Összefoglalás

A jó minőségű vetőmagnak megvannak a jogszabályokban rögzített kritériumai, amit Magyarországon a fémzár címke garانتál. Hosszú évek fejlődésével értük el a ma ismeretes szabványokat, mely biztosítani tudja a lehető legjobb vetésre szánt alapanyagot. A szabványok mellett van még egy szintén fontos tényező, mely biztosítékot ad a vetőmag vásárlónak ez pedig a nemesítőházak közötti igen feszes versen. Mivel állandó a harc a vetőmag forgalmazók között, ezért egy piaci szereplő nem teheti meg, hogy ne adjon jó minőséget, hiszen a vásárlók az adott évi reklamáción túl elpártolnak az adott márkától.

A vizsgálat összefoglalásaként elmondható, hogy a négy górcső alá vett tétel megfelelt a jogszabályi kritériumoknak, méretazonosak voltak, de tapasztaltam minőségbeli különbséget, ami elsősorban a tört szemek arányában mutatkozott meg. A magasabb tört szem mennyisége ezekben a tételekben nem jelentett gyengébb tőszámot, más (nem vizsgált) tényezők jobban rontották a kivetett és a beállt tőszám közötti arányt. A vetés pontosság % -ának elemzése során látható, hogy az elsősorban a vetés beállításához szükséges adat, de nem jelenti egyben a kikelt csírák arányát is az elvetettekhez képest, ezért a vetés előtti műveletekből nem maradhat ki a vetőmag kritikus ellenőrzése.

A tőszám tartása jelentősen hozzájárul a magasabb hozamok eléréséhez, mivel a túl közeli tövek konkuráló, adott esetben meddő egyedeket jelentenek. A dolgozatban szereplő vetőgépek alkalmasak a tőszám pontos tartására, de a magágykészítés hibáit nem tudják teljes mértékben elfedni. Fontos a vetőmag fogyás alapján történő visszaellenőrzése, de az a tőszám tartásának ellenőrzésére nem alkalmas. Régi gazdász módszer a vetőmagárok kikaparása és a vetőmag mérőszalaggal való ellenőrzése, de sok esetben megéri a fáradozást.

A vizsgálatomból is kiderül, hogy a sikeres kukoricatermesztés nem csak egy fontos mozzanat minőségén áll vagy bukik. Nem lehet egy elemet kiemelni a technológiából, ami behatárolja a termesztés eredményét. A kukorica termesztés egy rendszer, mely nagyon sok összetett folyamatból és elemből tevődik össze. Ennek a rendszernek viszont egy fontos eleme a vetés, melyet csak kiváló minőségű vetőmaggal érdemes elvégezni.

A minőségi vetőmaghoz vezető út igen hosszú és tele van buktatókkal, viszont a növénytermesztés sikeréhez nagy részarányban járul hozzá. A még meg sem született világrekordokat is elvetett magokkal fogják elérni, mert a genetikai sokféleség és potenciál igen kompakt hordozója.

Irodalomjegyzék

1. agraragazat.hu (n.d.): [online] Available at: A kukorica vetése és gyakorlata <https://agraragazat.hu/hir/a-kukorica-vetese-es-gyakorlata/>
2. agroinform.hu. (n.d.). *IH Cyclo 800*. [online] Available at: https://www.agroinform.hu/aprohirdetes_adatlap/gep/vetogep-ulteto-palantazo-gep/ih-cyclo-800/h_7215550
3. agrosat.hu. (n.d.). *SPC 6 M KUKORICA VETŐGÉP - AgroSat.hu*. [online] Available at: <https://agrosat.hu/vetogepek/kukorica-vetogep/spc-6-m-kukorica-vetogep>
4. Antal J. (szerk.) (2005): Növénytermesztéstan 1. - A növénytermesztés alapjai, gabonafélék. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 328 p.
5. Bainer, R.; Kepner, R. A.; Barger, E. L. (1955): Principles of Farm Machinery. New York und London, John Wiley & Sons
6. Bauer, R. (2006): Gescheiterte Innovationen. Fehlschläge und technologischer Wandel. Frankfurt/Main, New York, Campus Verlag
7. Benninger, J. (2013): Die Entwicklung der Einzelungstechnik bei Einzelkornsägeräten für Zuckerrüben auf der Grundlage der Patentliteratur seit 1840. Dissertation, Universität Bonn
8. Berko J. – Horváth J. (1993): A hibridkukorica magyarországi elterjedésének és a kukorica vetőmagipar kialakulásának története. Budapest, MTESZ, 206 p.
9. Berzy, T., Záborszky, S., Hegyi, Zs., Pintér, J. (2003): Effect of drying temperature on the quality of hybrid maize seeds from Martonvásár. Proc. of XIX. EUCARPIA Maize and Sorghum Conference, Barcelona, 4-7. 58.
10. Berzsényi, Z., Györffy, B. (1995): Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. Növénytermelés, 44, 507-517
11. Castleberry, R.M. – Crum, C.W. – Kaull C.F. (1984): Genetic yield improvement of U.S. maize cultivars under varying fertility and climatic environments. Crop Sci. 24: 33-36.
12. Da Silva, P. R. F., Strieder, M. L., Da Silva-Coser, R. P., Rambo, L., Sangoi, L. Argenta, G., ... Da Silva, A. A. (2005). Grain yield and kernel crude protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dressing. Scientia Agricola (Piracicaba Brazil), 62(5), 487-492. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000500014>
13. Doebley, J. (1990). Molecular evidence for gene flow among Zea species. BioScience. 40(6): 443-448.
14. Duvick, D.N. (1977): Genetic rates of grain in hybrid maize yields during the past 40 years. Maydica 22: 187-196.
15. Duvick, D.N. (1984): Genetic contribution to yield gains of U.S. hybrid maize, 1930 to 1980. In: Genetic contributions to yield gains of five major crop plants. (Ed.: Fehr, W.R.) CSSA. Spec.Publ. 7: 15-47.
16. Eskandari, H., & Ghanbari, A. (2009). Intercropping of maize (Zea mays) and cowpea (Vigna sinensis) as whole-crop forage: Effect of different planting pattern on total drymatter production and maize forage quality. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37(2), 152-155.
17. Frey, K.J. (1971): Improving crop yields through plant breeding. Am. Soc. Agron. Spec. Publ.20: 15-58.
18. Gayatonde V. (2016). *Maize*. [online] Available at: <https://www.slideshare.net/varshagaitonde9/maize-64120234>
19. Gopalan, C., Rama Sastri, B. V. and Balasubramanian, S. (2007). Nutritive Value of Indian Foods, published by National Institute of Nutrition (NIN), ICMR.

20. Györfly B. – I Só I. - Bölöni I. (1965): Kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 411 p.
21. Jánossy, A., Komlóssy, Gy., Mórász, S., Taróczy, H. (1957): Magyar kukoricafajták és termesztésük. (Hungarian maize varieties and their production.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
22. Kambulov, S., Bozhko, I. and Olshevskaya, A. (2018). Calculation of the working element for layer-by-layer soil-free tillage. *MATEC Web of Conferences*, 224, p.05022. doi:10.1051/mateconf/201822405022.
23. Katiyar, S. K. and Sachan, J. K. S. (1992). Isozyme diversity in *Zea* and related genera. *Maize Newsletter*. 66 : 92.
24. Khogali, M. E., Ahmed, E. E. A., & El-Huweris, S. O. (2011). Effect of nitrogen, intercropping with lablab bean (*Lablab purpureus*) and water stress on yield and quality of fodder maize. *Journal of Science and Technology*, 12(3), 55-66
25. Kiesselbach, T. A. (1949). The structure and reproduction of corn. *Bull Nebraska Agric Expt Sta Res.*161: 1-96. Contact: Nebraska Agric. Expt. Sta., Lincoln.
26. Kindiger, B., Sokolov, V. and Khatypova, I. (1995). Evaluation of apomictic reproduction in a set of 39 chromosome maize-tripsacum hybrids. *USDA Agricultural Research Service*.
27. Luna, V. S., Figueroa, M. J., Baltazar, M. B., Gomez, L. R., Townsend, R. and Schoper, J. B. (2001). Maize Pollen Longevity and Distance Isolation Requirements for Effective Pollen Control. *Crop Sci.* 41: 1551-1557.
28. Marton L.Cs. – Szundy T. – Györfly B. – Berzsényi Z. (1997): Genetic contribution to national maize yield increase in Hungary 1871-1995. *Book of Abstracts Symp. The Genetics and exploitation of Heterosis in Crops. Mexico.* 224-225.
29. Menyhért Z. (1979): Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 271 p.
30. Nagy J. (2021): Kukorica a nemzet aranya – Élelmiszer, takarmány, bioenergia. Szaktudás Kiadó, Budapest. 516 p.
31. NÉBIH (2023): Átruházott jogkörben végzett vetőmagvizsgálat szabályzata. [online] Available at: <https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/1193812/Atruhazott+jogkorben+vegzett+vetomagvizsgalat+szabalyzata.pdf/>
32. Pepó P. (szerk) (2018): Integrált növénytermesztés 2. kötet. Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Növénytudományi Intézet, Debrecen. 372 p.
33. Pintér, J. (1994): Extra korai vonalak használata a kukoricanemesítésben. Kandidátusi disszertáció, Martonvásár.
34. Pintér J., Bódi Z., Hajdu A., Jóri J.I. (2019): Legyakoribb vetési hibák kukoricában. *Agronapló* 2019/01 39-41 p.
35. Rademacher, T.; Heier, L. (1999): Geräte und Verfahren für die Produktion von Rüben und für die Bestellung von Mais. In: *Landtechnik*, Hg. Eichhorn, H., Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, S. 287–357
36. Radics L. (1994): Szántóföldi növénytermesztés. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Kertészeti Kar, Budapest [online] Available at: <https://mek.oszk.hu/01200/01216/01216.htm#14>
37. Raynor, G. S., Ogden, E. C., and Hays, J. V. (1972). Dispersion and deposition of corn pollen from experimental sources. *Agron. J.* 64: 420-427
38. Russell, W.A. (1984): Agronomic performance of maize cultivars representing different eras of breeding. *Maydica* 29: 375-390.

39. Russell, W.A. (1985): Evaluation for plant, ear, and grain traits of maize cultivars representing seven eras of breeding *Maydica*, 30: 1, 85-96
40. Sharaby, N., Doroshenko, A., Butovchenko, A. and Legkonogih, A. (2019). A comparative analysis of precision seed planters. *E3S Web of Conferences*, [online] 135, p.01080. doi:10.1051/e3sconf/201913501080.
41. Szőke C., Rácz F., Spitzkó T., Marton L. C. (2009): Data on the fusarium stalk rot. *Maydica*, 54:211-215.
42. Szundy T. – Kovács I. (1991): Fajtától a hibridkukoricáig. II. A fajtahibridek. *Martonvásár* 91/3:6-8.
43. Troyer, A.F. (1995): Early Illini Corn Breeders. Their quest for Quality and Quantity. Prof. of. 50t. ASTA Conference, 56-67.
44. Varga P. (2012): Szemesen betakarított hibridkukorica vetőmag csírázóképesége száraz és csapadékos évben. *Acta Agraria Kaposváriensis* (2012) Vol 16 No 2, 55-57
45. Watson, L. and Dallwitz, M. J. (1992). *Grass Genera of the World: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval; including Synonyms, Morphology, Anatomy, Physiology, Photochemistry, Cytology, Classification, Pathogens, World and Local Distribution, and References*. ISBN 9780851988023
46. Yang L, Yan B X, Yu Y M, He X T, Liu Q W, Liang Z J, et al. (2016) Global overview of research progress and development of precision maize planters. *Int J Agric & Biol Eng*, 2016; 9(1): 9 – 26. <https://doi.org/10.3965/j.ijabe.20160901.2285>
47. 48/2004 (IV.21.) FVM rendelet A szántóföldi növényfajok vetőmagvai előállításáról és forgalomba hozataláról

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: _____ Gellén András _____

A Hallgató Neptun kódja: _____ humq04 _____

A dolgozat címe: A kukorica vetőmag minőségi és méret szerinti vizsgálata és annak összefüggései a tőszám és a tőtáv tartására különös tekintettel a precíziós vetőgépekre nézve

A megjelenés éve: _____ 2023 _____

A konzulens intézetének neve: _____ Környezettudományi Intézet _____

A konzulens tanszékének a neve: _____ Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék _____

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek. A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem. Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek. Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően

- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Szarvas, 2023. 11. 08.



Gellén András Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Gellén András (név) (hallgató Neptun azonosítója: humq04) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen - nem*

Kelt: Szarvas 2023. 11. 08.



Dr. Futó Zoltán
belső konzulens