

A bólyi tőszámkísérlet elemzése

Top20 Kisparcellás Hibridkukorica Fajtakísérletek, 2024.

ÖSSZEÁLLÍTOTTA: DR. SZIEBERTH DÉNES

A korábbi gyakorlatnak megfelelően 2024-ben is beállítottunk tőszámkísérletet a Top20 fajtakísérlet hibridjeivel. Eredeti terveink szerint 55 és 85 ezer közötti tőszámokat szeretnénk volna elérni 10000 ezres emelkedő fokokban, azonban a téves gépállítás minden tervezett tősűrűséget kb. 10000-rel csökkentett. Annak ellenére, hogy nem értük el a kívánt sűrűséget, hasznos tapasztalatokat szűrhattunk le, és ugyancsak hasznos következtetésekre jutottunk.

A kísérleti helyszín jellemzői

A Bólyban elvetett Top20 kísérleteket, amelyek sorába a tőszám-reakció kísérletek is tartoztak, őszi búza után, szántásban részesített termőtablába vetették. A terület sík jellegű, azonban a 20 cm-es eltéréseket nem meghaladó mikro-domborzat már a néhány leveles állományban is jelezte, hogy részben erodált felszínű kiemelkedések, részben rossz vízáteresztő képességű „lapályfoltok” tarkítják (... ábra). Hatásuk később is észlelhető volt. Az állományt 6-7 leveles állapotban (június 9.) viharos széllel kísért jelentősebb mennyiségű (15 mm) csapadék érte, amely a parcellák egy részét a bele vetett hibridre és tősűrűsége jellemző mértékben megdőntötte (1. ábra).



1. ábra: A június 9- i szélviharral kísért eső hatására megdőlt állomány (a táblában megfigyelhető a talajfoltok hatása)

A gyomosodás visszaszorítására Adengo (0,44 l/ha) gyomirtó szert használtak preemergens permetezéssel (május 16.), a talajlakó rovarkártevők ellen a Pannonstarter Mega starter műtrágya inszekticiddel (Belem) kevert változatával vetéskor sorkezeléssel egy menetben, a zöld részeket és a termést károsító hernyók ellen Coragen drónos kijuttatásával (július 5.) védekeztek. Sorköz-kultivátorozásra június 8-án került sor. Az állomány a tenyészidő során gyom- és kártevőmentes volt.

A kísérleti területen őszi tápanyag kijuttatás nem történt. Tavasszal vetés előtt nitrogén műtrágyát (1. 2. táblázat), a vetéssel egy menetben startertrágyát kapott.



2. ábra: a kísérlet területére jellemző heterogenitás (Google Earth Pro, Airbus, 2024. április 28.)

Időjárási jellemzők

Bólyban a kukorica a virágzásra még viszonylag kedvező körülmények között készülhetett. Ha a csapadékellátás nem is volt ideális, a vetéstől számított aktív hőegység gyarapodás csak a későbbi vetés miatt mutat viszonylagosan magas értéket. A virágzás és a szentelítődés kezdeti időszakában azonban a Növekedési Foknap (GDD, Growing Degree Days) gyarapodás felgyorsult, az egy mm csapadékra eső GDD kétszeresére, az egy napra jutó csapadékmennyiség az előző időszakhoz képest a 2/3-ára esett vissza. Az erős sugárzás és a vízhiány a kísérletek asszimilációs tevékenységét augusztus közepére leállította, amely jelentős terméselmaradást eredményezett. A kísérletek hibridösszetételétől függően P.Z. 3., ill. a középérésűek nagyobb tőszámai P.Z. 2. kategóriájúra minősítették az ökológiai potenciált. (1. táblázat)

1. táblázat: Jellemző meteorológiai adatok a termést meghatározó időszakokban

NDVI dátuma	NDVI	ΣCsapadék, mm	ΣGDD, °C	GDD/Csapadék mm	GDD/nap, °C	Csapadék/nap mm
6. 22.	0,74	178	471	2,6	11,0	2,56
7. 27.	0,85	202	1044	5,2	13,4	1,72

Agrotechnika

A 2. táblázat alapján egy egyszerű képlet rajzolódik ki. Az őszi búza elővetemény betakarítását követő tarlómunkák után felszántották, majd tavasszal simították és kombinátorral nyitottak magágyat. Május 10-én vetették el a parcellákat egy Wintersteiger DD8 Plus parcellavetőgéppel, amely az inszekticiddel kombinált startertrágyát is adagolta.

Mai – a műtrágyaárakat is figyelő - szemmel a 158 kg/ha N műtrágya hatóanyag tekintélyesnek tűnik, azonban önmagában nem ad nagyobb termésnek alapot 6,5 tonnánál. A barna erdőtalaj még legalább ugyanennyit hozzáadott, s kiegészítette a P és K „zérókat” is a 12 – 13 tonnás termésekhez. Tulajdonképpen ki is jelenthetnénk, hogy megtaláltuk a legfontosabb terméskorlátot, ha nem gondolnánk azt, hogy a szemtelítődés időszakát felénél vágta el az aszály! És fel is tehetjük a kérdést: egyáltalán, lehetett volna több?

2. táblázat: Főbb agrotechnika adatok

Elővetemény	Őszi alapművelet	Őszi N	Őszi P	Őszi K	Tavaszi N	Tavaszi P	Tavaszi K
őszi búza	szántás	0	0	0	158	0	0

A szokásosnál későbbi vetésidő (Bólyban az április 10-et a „történelmi idők” óta normális kezdésnek tartják, 3. táblázat) bizonyára vett el abból az időszakból amikor a kukorica a termésképző elemek kialakításával felkészül a reproduktív életszakaszokra. A június második felében indult és a július hónapot végig kísérő forró, aszályos időszak a sztómákat naponta hosszabb időre zárva tarthatta, amikor is – napsütés ide, napsütés oda – nincs asszimiláció.

3. táblázat: Az egyes kísérletekre vonatkozó átlagos termés és ökológiai terméspotenciál adatok

Kísélet típusa*	Dátumok		Termés, t/ha		Potenciál**	
	vetés	betakarítás	Korai	Közép	Korai	Közép
Bóly_50000	5. 10.	10. 10.	11,44	11,64	P.Z. 3.	P.Z. 3.
Bóly_60000	5. 10.	10. 10.	12,06	12,76	P.Z. 3.	P.Z. 3.
Bóly_70000	5. 10.	10. 10.	12,56	13,18	P.Z. 3.	P.Z. 2.
Bóly_80000	5. 10.	10. 10.	12,57	13,34	P.Z. 3.	P.Z. 2.

*A számok a tervezett tőszámot jelzik; **A hibridcsoportok által jelzett termőhelyi potenciál

A hibridek tőszámreakciójáról

A kukoricahibridek tőszámreakcióját több tényező határozza meg. Felfogásunk szerint az a hibrid, amely sűrűbb állományban is kielégítően termékenyül, nem hajlamos a meddőségre és a csőméret kisebb ütemben csökken, mint ahogy az egységnyi területre vetett növények száma nő, nagyobb tőszámon többet terem. Meggyőződésem, hogy ezt a tulajdonságot, legalábbis azt, hogy melyik kívánalomnak milyen mértékben felelhet meg a létrejövő hibrid, a nemesítők tudják szinte már akkor, amikor a keresztezést megtervezik. A tőszám helyes megválasztásában azonban van még egy fontos tényező: a stressz. Többnyire együtt járó tulajdonágok, s a jó stressztűrő hibrid a sűrítésre

terméstöbblettel reagál. A reakciós görbének azonban két ága van: a felszálló és a leszálló ág. Nagyon fontos tudni, hogy a sűrítés következő fokozatára adott termésválasz melyik ághoz tartozik. Az tartozhat a leszálló ághoz még akkor is, ha a termés nagyobb, mint az előző sűrítési értékhez tartozó volt. Szintén a reakciós görbével kapcsolatos tapasztalat, hogy nem mindegy a lehajló ág meredeksége! Egyes hibrideknél ez lehet nagyon meredek is, mint egy stresszes összecsuklás. Abból következően, hogy a hibridekre egyenként jellemző környezeti reakciók tűrése szintén eltér, a kettő együtt extrém termés kieséshez vezethet, jelentős gazdasági kárt okozva. Ezért azt javasoljuk, hogy a jelen elemzésünk mellé a döntés-előkészítés során a döntéshozó vegye figyelembe a teljes fajtakísérleti közlést, hiszen azokból jól kiolvasható a hibridek környezeti érzékenysége is („termésstabilitás”). Azt is látjuk, hogy a kérdés komplexitása egyre több ismeretet kíván a kukoricát érő talaj, időjárás technológia, tápanyag-ellátás, ... stb. oldaláról is, hogy annak kezelése, különösen a zónákra adaptálás igényével meghaladja a hagyományos döntéshozatali gyakorlatot. Elkerülhetetlen a fajtaadaptáció digitális változatának megérlelése!

Módszertan

A tőszűrés hatásának vizsgálata nem újkeletű, de örökéletű! Legalábbis addig, amíg nem sikerül a környezeti tényezőket fixálni, vagy a versenyt a gazdálkodásból kiiktatni, s amíg a nemesítés újabb és újabb anyagokat kínál termesztésre.

Mi a módszerünkkel két fő szempontot tűztünk magunk elé: legyen egyszerű és könnyen áttekinthető.

A szempontok kizárólag a szakszerűen megtervezett és jól kivitelezett kísérletekből származó adatok értékelésére és bemutatására vonatkoznak!

A módszer rövid leírása

A tőszám reakció mérésére az Excel által felajánlott lineáris trendszámítást használjuk. A növekvő tőszámhoz tartozó termésadatok trendvonalainak összehasonlításával már első rápillantásra könnyen megkülönböztethetők a hibridek e tekintetben egymástól.

Ezután a legnagyobb termésadatot kifejezzük a legkisebb %-ában, s az értékeket osztályokra osztjuk. Az osztályokhoz szöveges értékelést adunk.

A lineáris trend jól jellemzi a hibridek tőszámreakcióját a beállított sűrítési tartományok között, könnyen áttekinthető és világos üzenetet ad.

A sűrítési kísérletekkel szerzett általános tapasztalatok

A 4. és 5. táblázatok adatai alapján arra következtethetünk, hogy a tőszűrés termésmenővelő hatása a 45000 alapfokozatról az 55000 és 65000 fokozatig átlagosan növekedést eredményezett, míg a következő fokozatban (75000) a termésmenővelő hatás már nem érvényesült. (Annak eldöntéséhez, hogy a továbbiakban miként reagáltak volna a hibridek, további fokozatok beállítására lett volna szükség.) A táblázatok adataiból arra is lehet következtetni, hogy a hibridek tenyészidejének hatása jelentős volt, s a középérésűek jobban ki tudták használni a környezeti tényezők által biztosított feltételeket, mint a koraiak. Ezt a megállapítást alátámasztják – ha nem is nagy átlagos különbséggel - a többi termőhely adatai is. (11,69/11,93)

4. táblázat: a tőszámsűrités hatása a termésre (t/ha)

Érés csoportok	Növekmény, t/ha (4 – 1)	Különbség az előző fokozathoz (2 – 1)	Különbség az előző fokozathoz (3 – 2)	Különbség az előző fokozathoz (4-3)
Korai érésű csoport	1,32	0,74	0,74	-0,17
Középérésű csoport	2,29	1,44	0,63	0,22
Közép mínusz korai	0,97	0,70	-0,11	0,38

5. táblázat: A kísérletekben megvalósult tőszámok átlagai és az egyedi produkcióra kifejtett átlagos hatások

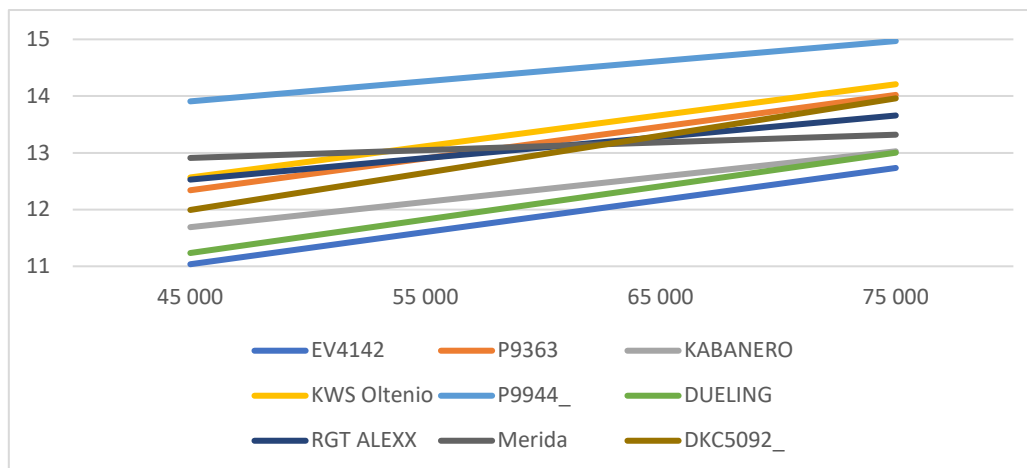
Megnevezés	Tőszámfokozatok*			
	45000	55000	65000	75000
Koraiak átlagos (számlált) tőszáma	49960	56985	65077	74094
Középérésűek átlagos (számlált) tőszáma	49488	56309	65313	75021
Koraiak egyedi produkciója (dkg/tő)	24,15	22,47	20,82	18,06
Középérésűek egyedi produkciója (dkg/tő)	23,88	23,55	21,26	18,80

*a tanulmányban különböző helyeken előforduló említések egységes elnevezése

A korai hibridek sűritési kísérleteinek értékelése

A 9 értékelt hibrid közül a P9944 és a DKC5092 a FAO400-as csoportba tartozik. Beállításukat a két csoport eredményeinek összehasonlíthatósága miatt láttuk indokoltnak.

Azt tapasztaltuk, hogy a sűritési értékek az adott termésszinten már elérték a kritikus értéket, s a 75000-es tőszámnál a termések nem növekedtek tovább ehelyett enyhe termésnövekedés következett be. ez az oka, hogy a középérésűekhez viszonyítva a lineárisok meredeksége alacsonyabb. (Hasonló tapasztalatunk volt Taktaharkányban, Dalmandon viszont a termésnövekedés nem következett be.) A jelenségből arra következtetünk, hogy a koraiak jobban „megérették” az időjárás anomáliák hatását.



3. ábra: A korai érésű csoport hibridjeinek tőszámreakciója a Bolyi tőszámkísérletben (t/ha) (2024)

6. táblázat: A korai hibridek tőszámváltozás reakciójának értékelése

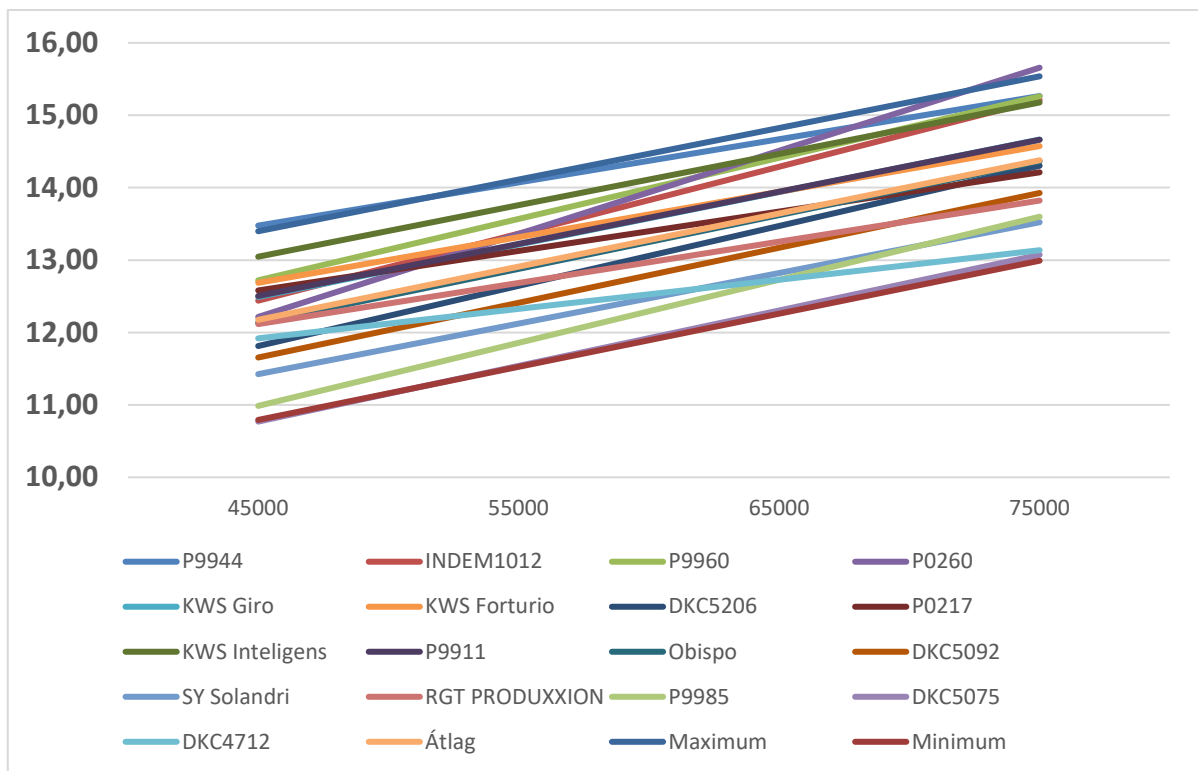
	50000	60000	70000	80000	Emelkedés* %	Tőszámreakció
EV4142	10,93	11,51	12,65	12,44	115,37	erősen pozitív
P9363	12,17	12,87	14,05	13,64	113,62	határozottan pozitív
KABANERO	11,59	12,30	12,53	13,00	111,44	határozottan pozitív
KWS Oltenio	12,10	13,52	14,25	13,68	113,07	határozottan pozitív
P9944_**	13,82	14,24	14,92	14,77	107,64	pozitív
DUELING	10,95	12,08	12,76	12,69	115,74	erősen pozitív
RGT ALEX	12,51	12,83	13,49	13,54	109,02	pozitív
Merida	12,64	13,15	13,78	12,89	103,17	kissé pozitív
DKC5092_**	11,86	12,76	13,50	13,79	116,40	erősen pozitív
Átlag	12,06	12,81	13,55	13,38	111,72	határozottan pozitív

*Az Emelkedés % a trendvonal kezdő és végpontja alapján számolva; **Sztenderdek, jelölésük a név utáni _ írással

A középérésű csoport hibridjeinek értékelése

Ebben a csoportban 17 hibridet értékeltünk, benne a két sztenderdet. Minthogy a sztenderdek viselkedése ebben a csoportban is nagyon hasonló, ill. lényeges eltérést nem mutat, valószínűsíthetjük, hogy a tőlük felmutatott eltérések reálisak. (4. ábra, 6. táblázat)

Úgy tűnik, hogy a középérésűeknél elértük a tetőpontot a sűrítéssel, mert a 220 kg többlet a következő sűrűségnél már valószínűleg elveszett volna, vagy akár negatív irányba csaphatott volna át. A trendeket ábrázoló lineárisok ebben a csoportban meredekebbek, köszönhetően annak a körülménynek, hogy a termés még nem váltott negatív tendenciájúvá.



4. ábra: A középérésű csoport hibridjeinek töszámreakciója a Bolyi töszámkísérletben (2024)

A táblázati értékekből következik, hogy a görbék kiinduló pontja is fontos a hibridteljesítmény megítélésakor (6. táblázat). A kiinduló teljesítmény és a görbe meredeksége együtt utalnak a hibrid környezeti kockázataira (beleértve a tössűrűséget is), és feltételek maximális biztosítása esetén várható teljesítményére. A két tulajdonság gyakran éppen a nagy teljesítményű hibridekben található együtt.

7. táblázat: A középérésű csoport hibridjeinek töszámreakciója a Bolyi töszámkísérletben (2024)

Hibrid	Kísérletek (Tő sűrűség szerint)				Jellemzés a termések trendjével	
	45 000	55 000	65 000	75 000	A trendvonal meredeksége* (%)	Az emelkedés jellemzése
P9911	12,12	13,68	14,20	14,34	117,3	erősen pozitív
SY Solandri	10,47	12,49	12,99	13,29	124,5	nagyon erősen pozitív*
DKC5092	11,44	12,69	13,27	13,77	119,5	erősen pozitív
INDEM1012	12,11	13,61	14,78	14,80	122,3	nagyon erősen pozitív*
RGT PRODUXXION	12,30	12,87	13,38	13,68	111,3	határozottan pozitív
DKC5075	11,03	11,78	12,59	12,80	116,5	erősen pozitív
DKC4712	11,71	12,53	13,45	12,69	109,6	pozitív
P9944	13,37	14,43	14,95	14,96	111,7	határozottan pozitív
P9985	10,68	12,25	12,86	13,38	123,8	nagyon erősen pozitív*
Obispo	11,15	13,11	14,04	14,01	124,5	nagyon erősen pozitív*
P9960	12,24	14,16	14,69	14,88	120,0	erősen pozitív
KWS Forturio	12,37	13,72	14,09	14,34	114,9	határozottan pozitív
KWS Inteligens	12,82	14,17	14,32	15,13	116,3	erősen pozitív
P0260	11,68	14,12	14,59	15,35	128,2	nagyon erősen pozitív*
DKC5206	10,98	12,76	13,84	14,02	126,9	nagyon erősen pozitív*
P0217	12,22	13,49	14,04	13,84	113,0	határozottan pozitív
KWS Giro	12,24	13,54	14,02	14,50	117,4	erősen pozitív

*Az Emelkedés % a trendvonal kezdő és végpontja alapján számolva

8. táblázat: Az 5. és 6. táblázatok szöveges értékelésének magyarázata osztályok szerint

Osztály	Szöveges jellemzés*
<100	stresszérzékeny
<103	stagnáló
<106	kissé pozitív
<110	pozitív
<115	határozottan pozitív
<120	erősen pozitív
>120	nagyon erősen pozitív

*a csillag jel megjelenése esetén a szélső értékek mögötti kiváltó tényezőket célszerű ellenőrizni!

A kísérletekbe beállított hibridek egyedi produkció értékelése

A sűrítés hatása az egyedi produkció változásán keresztül nyilvánul meg. A nemesítők általában flexibilis, átmeneti és determinált csőtípusokról tesznek említést. Az ajánlásokban kisebb változtatásokat javasolnak a flexibilis csőtípusok esetén, mint a determinált csőtípusoknál. Érvelésüket mindenképpen ellenőrizni kell adott termesztési körülmények között, mert a stresszérzékenységre a csőtípus meghatározottsága nem utal, illetve nincs azzal feltétlenül összefüggésben. Máshonnan megközelítve: a tőszám változtatás a nagyobb tőszám irányában nem csak hatástalan, hanem kockázatos is lehet. Egy jó stressz ellenálló flexibilis csőtípusú hibrid termesztése a kivetendő szemszám meghatározásában kínál egyszerűsítést, ill. vetőmag költségmegtakarítást jelenthet. Mindkét hibridtípus esetében meghatározó a szemtelítődés időszakában mutatott stressztűrés és a korai energia felhalmozás, mert az ezerszemtömeg növelésében nagyobbak a lehetőségek, mint a szemszám növekedésében. Érdemes azt is számításba venni, hogy felfelé haladva 1000-es léptékenként a termés minden dkg egyedi produkcióra 100 kg termésnövekedéssel válaszol. Tehát azt kell eldönteni, hogy az egyedi produkciót tudjuk könnyebben növelni változatlan tőszám mellett (sűrítésre érzékeny hibridnél ez a stratégia a célszerűbb), vagy a sűrítés lesz a célravezetőbb (stabil hibrid esetében). Üzemi próba esetén tehát a következő paraméterek változását kell a vetésre kiválasztott hibrideknél megvizsgálni tőszűrési szintenként: 1. meddőség, 2. szemszám, 3. ezerszem tömeg. Ha ezeket nem tudjuk, a tőszámváltoztatással gyakorlatilag a levegőbe lövöldözünk!

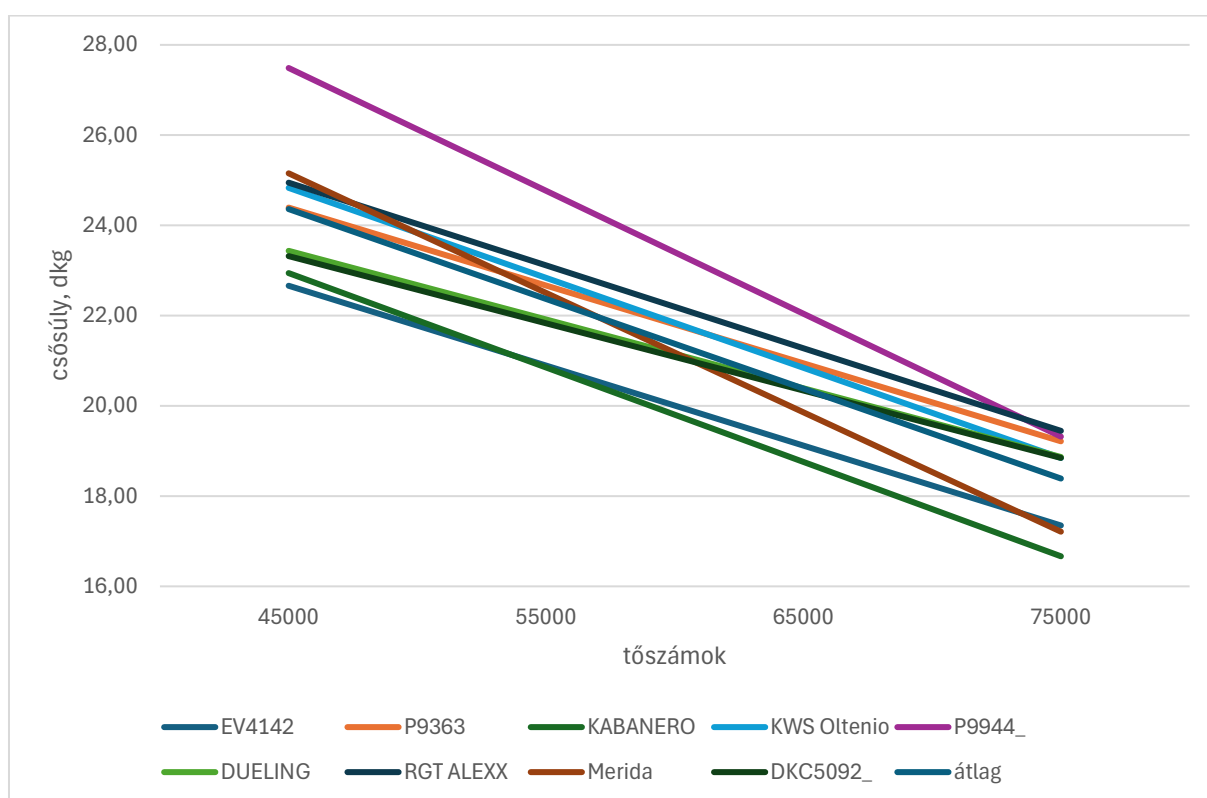
Ebből az is következik, hogy aki bejelenti a Top20 kísérletekbe a vetésre tervezett vetőmagot, a kísérleti értékelők alapján pontosabb értékelést kap a hibrid egyedi produkciója és a tőszűrési változtatása közötti összefüggésről. Az értékelés során természetesen figyelembe kell venni a kezdeti, azaz a kis tőszámon mutatott egyedi produkciót! A „stabil” értékelésnek igazán akkor van értéke, ha ez egy viszonylag nagy szám, mert akkor várható, hogy a nagyobb tőszám biztosan nagyobb termést von maga után (a termést jelző trendvonal meredekebben emelkedik).

A korai hibridek egyedi produkciójának értékelése

A 9 korai hibridből 4 kapott „stabil” 2 „reaktív”, s 3 „érzékeny” besorolást, s az átlag is eltér egy osztállyal a stabilitól. Az osztályok illetően megoszlásából nem vonhatjuk le azt a következtetést, hogy a koraiak érzékenyebbek lennének más érési típusú hibrideknél, hiszen ezt a tulajdonságot minden egyes hibridre külön-külön kell megállapítani, s nem lehet más hibridre kivetíteni. A forgalomba hozók (nemesítők) ismerhetik a hibrideknek ezt a tulajdonságát, de minthogy nincs elfogadott összehasonlítási módszer, a vetési ajánlásoknál csak közvetve utalnak rá.

9. táblázat: A korai hibridek egyedi produkcióváltozása a sűrítés hatására

Hibrid	Kísérletek az átlagos tőszűréssel jellemezve				A változás erőssége és jellemzése	
	45000	55000	65000	75000	Lejtő %	Jellemzés
EV4142	22,44	21,11	19,35	17,12	76,56	reaktív
P9363	24,24	22,62	21,48	18,87	78,77	stabil
KABANERO	22,94	20,96	18,55	16,77	72,65	érzékeny
KWS Oltenio	24,02	23,54	21,86	17,94	75,90	reaktív
P9944_	27,54	24,49	22,44	19,14	70,28	érzékeny
DUELING	23,34	22,22	20,07	18,98	80,50	stabil
RGT ALEX	24,75	22,34	23,42	18,28	77,95	stabil
Merida	24,92	22,61	20,34	16,86	68,43	érzékeny
DKC5092_	23,05	22,28	20,25	18,75	80,82	stabil
Átlag	24,15	22,47	20,82	18,06	75,49	reaktív



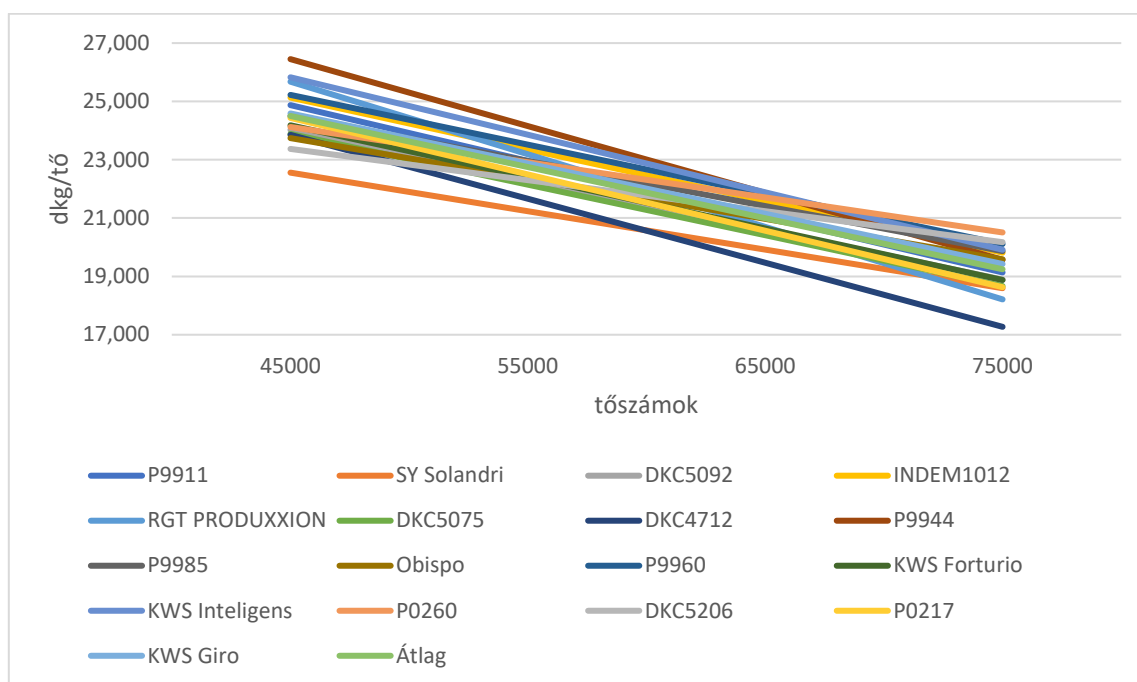
5. ábra: A korai hibridek egyedi produkció változása a tőszámok függvényében (lineáris trend)

A középérésű hibridek egyedi produkciójának értékelése

A beállított 17 hibridből 12 kapott stabil értékelést, 2 volt reaktív besorolású és 3 bizonyult érzékenynek. Itt is megjegyezhetjük, hogy a két mindkét csoportban szereplő sztenderd hibrid azonos besorolást kapott.

10. táblázat: A középérésű hibridek egyedi produkcióváltozása a sűrítés hatására

Hibrid	Kísérletek az átlagos tőszűréssel jellemezve				A változás erőssége és jellemzése	
	45000	55000	65000	75000	Lejtő %	Jellemzés
P9911	24,59	23,38	21,07	18,98	76,93	reaktív
SY Solandri	21,64	22,90	19,32	18,43	82,43	stabil
DKC5092	23,83	22,44	20,92	18,63	78,62	stabil
INDEM1012	24,31	24,24	22,29	19,04	78,83	stabil
RGT PRODUXXION	25,71	23,14	20,68	18,24	70,93	érzékeny
DKC5075	23,59	22,65	20,27	18,59	78,16	stabil
DKC4712	23,50	21,61	20,62	16,51	72,40	érzékeny
P9944	25,98	24,82	21,95	19,29	73,99	érzékeny
P9985	23,04	24,76	22,19	18,75	81,09	stabil
Obispo	22,80	23,35	21,83	18,68	82,49	stabil
P9960	24,21	24,81	22,28	19,37	79,73	stabil
KWS Forturio	23,70	23,17	20,57	18,68	78,06	stabil
KWS Inteligens	25,09	25,08	21,66	19,65	77,10	stabil
P0260	22,78	24,75	22,07	19,66	85,01	stabil
DKC5206	22,79	22,79	22,02	19,50	86,32	stabil
P0217	23,83	23,19	21,00	18,11	76,25	reaktív
KWS Giro	24,40	23,29	20,86	19,48	79,01	stabil
Átlag	23,88	23,55	21,26	18,80	78,55	



6. ábra: A középérésű hibridek egyedi produkció változása a tőszámok függvényében (lineáris trend)

11. táblázat: az egyedi produkcióváltozásra jellemző osztályértékek és megnevezésük

Intervallumok	Értékelés
100 - 77	stabil
77 - 73	reaktív
73 - 70	érzékeny
<70	kockázatos

