

Napraforgó hibridek tőszámreakciójának értékelése regresszió- és stabilitásanalízissel

Szabó András

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,
Mezőgazdaságtudományi Kar, Növénytudományi Intézet,
Debrecen
szabo@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A világ napraforgó termőterülete és össztermelése az elmúlt években jelentős mértékben megnövekedett. A 2005. évben 23,4 millió hektár napraforgót takarítottak be a világon, míg 2000-ben 21,1 millió hektár volt a vetésterület. A világ napraforgómag-össztermelésében is nem várt dinamikájú növekedés figyelhető meg.

A napraforgó tipikusan nagyüzemi növény, nagyon jól illeszkedik a szántóföldi vetésszerkezetbe. A kukorica és a gabonafélék meghatározó területi aránya miatt a részleges monokultúrás termesztés elkerülhetetlen. Ezt a problémát a napraforgó jelentősen képes csökkenteni, tehát szerepe vetésváltási és ökológiai szempontból is fontos.

A napraforgónak jelentős szerepe van tehát bizonyos növények monokultúrás termesztésének csökkentésében, valamint a biológiai diverzitás növelésében is. A napraforgó nagyon jól képes adaptálódni a hazai éghajlati viszonyokhoz, termesztése Magyarországon jól megvalósítható.

A napraforgó hibridek tőszámreakciója eltérő. Egyes hibridek a tőszám változására kevésbé, más hibridek érzékenyebben reagálnak. Különböző évjáratokban a különböző napraforgó hibridek optimális tőszámsűrűsége eltérő. Hazánkban a napraforgó termésmennyiségét és minőségét elsősorban a gomba kórokozók veszélyeztetik, míg a vírusos és baktériumos megbetegedéseknek alárendelt szerepe van.

A kísérletet a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Debreceni Tangazdaság és Tájékutató Intézet Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén végeztük. A kísérleti telep Debrecentől 15 km-re a 33-as számú út mellett helyezkedik el a Hajdúsági Lőszáron. A hét éves kísérletsorozatban minden évben 10 hibrid szerepelt. A kísérletek során összesen 25 hibridet vizsgáltunk.

Kang-féle stabilitásanalízissel vizsgáltuk a minden évben résztvevő két hibridet, az Aréna/PR és az Alexandra/PR hibrideket. Megállapítottuk, hogy minden tőszámsűrűségi szinten az Alexandra/PR hibrid volt a kiegyenlítettebb. Mindkét hibrid 65000 tő ha⁻¹ tőszámnál volt a legstabilabb, és 35000 tő ha⁻¹ tőszámnál a legkevésbé stabil. Javuló környezeti feltételekre az Aréna/PR hibrid termésmennyiségének üteme nagyobb volt, mint az Alexandra/PR hibridé.

Másodfokú regresszió analízissel megállapítottuk, hogy a Lympil, a Louidor, a Hysun 321, a PR63A82 és a PR64A63 hibridek a termésmaximumot 47000-60000 tő ha⁻¹ tőszámintervallumban érték el. A statisztikai elemzés során a legnagyobb termésmennyiséget a Lympil és a Hysun 321 hibrideknél kaptuk. A termés szempontjából a legkiegyenlítettebb hibridek a Louidor és a Lympil hibridek voltak. A Rigasol/PR és a Larisol hibridek tőszám optimuma (58000 tő ha⁻¹) nagyobb volt, mint a Diabolo hibridé (46000 tő ha⁻¹). A Larisol hibrid termésmaximuma az optimális tőszámnál a legmagasabb volt. A legstabilabb termőképességű hibridnek a Diabolo bizonyult.

Az Alexandra/PR és Aréna/PR hibridek termésstabilitásának statisztikai vizsgálata során megállapítottuk, hogy az Aréna/PR hibrid termésstabilitása jobb volt, és a tőszám optimuma alacsonyabb volt, mint az Alexandra/PR hibridé.

Kulcsszavak: napraforgó, hibrid, tőszám, termés, Kang féle stabilitásanalízis, regresszió analízis

SUMMARY

The world production area and the total production of sunflower has significantly been growing. The harvested yield was 23.4 and 21.1 million ha in 2005 and 2001, respectively. The total sunflower seed production has also unexpectedly increased. Although sunflower is produced on lower quality soils in Hungary, in 2005 the average harvested yield was 2.43 t ha⁻¹, which was the highest in the world.

Sunflower is a typical commercial plant and fits well in the crop structure. Since in terms of acreage the most significant crops are corn and cereals, the partial monoculture cultivation cannot be avoided. Sunflower production is a way to eliminate this problem, therefore it has an important role both in cultivation and ecological points of view.

Accordingly, sunflower has an important role in reducing the monoculture cultivation of some plants, as well as increasing biodiversity. Sunflower well adapts to Hungary's climatic conditions and its production is easily practicable in our country.

The reaction of sunflower hybrids on crop density change is different. Some hybrids are more some are less sensitive to this parameter. In different crop years, the crop density optimums of the different genotypes are also different. In Hungary, the yield and quality is primarily determined by fungal infections, while viruses and bacteria are less important.

The research was conducted at the Látóképfarm and Regional Research Institute of the University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences. The research institute is situated by Road 33,15 km from Debrecen in the Hajdúság. The duration of the experiment was seven years, 10 hybrids were examined in each year.

Two hybrids used every year, Aréna/PR and Alexandra/PR hybrids were tested by Kang's stability analysis. We found that Alexandra/PR was most balanced at every levels of crop density. Both hybrids performed most stable yield at 65000 ha⁻¹ crop density level and less balanced at 35000 ha⁻¹ crop density level. As a result of improved environmental conditions, the yield increase of Aréna/PR was higher than that of Alexandra/PR.

Our regression analysis found that the maximum yield of Lympil, Louidor, Hysun 321, PR63A82 and PR64A63 hybrids were harvested at 47000-60000 plant ha⁻¹ crop density level. The statistical analysis showed that the highest yield was harvested from Lympil and Hysun 321. As regards the crop yield, the most stable hybrids were Louidor and Lympil. The optimum crop

density interval of Rigasol/PR and Larisol (58000 plant ha⁻¹) was wider than that of Diabolo (46000 plant ha⁻¹). The maximum yield of Larisol was higher at the optimal crop density level. As regards yield, Diabolo was the most stable hybrid.

The statistical analysis on the stability of the yield of Alexandra/PR and Aréna/PR showed that Aréna/PR is more stable, and its optimal crop density level is lower than that of Alexandra/PR.

Keywords: sunflower, hybrid, plant density, yield, Kang's stability analysis, regression analysis

BEVEZETÉS

A napraforgó Észak-Amerikából, Mexikóból került Európába az 1500-as években. Magyarországon a napraforgó a XVIII. század végén kezdett a köztudatba bekerülni. Olaját a XIX. század elején kezdték üzemi szinten hasznosítani. Az 1930-as évekig elágazó, késői és alacsony olajtartalmú napraforgó fajtákat termesztettek. A II. világháború után a termőterülete tovább növekedett. A napraforgó nemesítése az 1930-as években indult meg Magyarországon, aminek hatására a jobb minőségű, nagyobb termőképességű fajták kerültek előtérbe. A nemesítési célok közé tartozott a különböző termőhelyi viszonyokhoz alkalmazkodó, jó termőképességű, magas olajtartalmú, valamint alacsony szárú, nagy tányérátmérőjű fajták előállítása. A genetikai kutatások, ezen belül a napraforgó hibridizáció fontosságát már az 1960-as években felismerték a különböző intézetek. Az 1960-as és 1970-es évek közötti időszakban jelentős eredmények születtek a napraforgó hibridek nemesítésében. Az első génikus majd a citoplazmatikus himsterilitás alapján előállított napraforgó hibridek a hetvenes években jelentek meg a köztermesztésben. A hibrid napraforgók megjelenése és elterjedése a termőterület és a termésátlag növekedését idézte elő.

Magyarországon a fajta-hibrid váltás korán, már a 80-as évek elején lezajlott, ennek megfelelően a terméshozamok növekedése is jelentősen felgyorsult. Kedvező fajtaszerkezetbeli és termesztéstechnológiai változások a napraforgó termesztésben a termőterület növekedését idézték elő. 1974-ben a termőterület 113 ezer hektár volt, míg 1984-ben elérte a 317 ezer hektárt.

A termőterület növekedése több okra vezethető vissza. A napraforgó hibridek alkalmazásával a termésátlagok növekedtek. A napraforgó a legnagyobb területen termesztett szántóföldi kultúráink közül az egyik legbiztonságosabban termesztendő növény. A napraforgómag és -olaj exportpiaci kilátásai rendkívül kedvezőek voltak. Ezek a tényezők ösztönzőleg hatottak a termelőkre. Az 1985. év elejére a hazai nemesítésű napraforgó hibridek vetésterületi aránya meghaladta a 25%-ot, és a magyar nemesítésű genotípusok a GK 70-es fajtaival együtt a magyarországi napraforgó termőterület 39%-át foglalták el. Az 1990-es években az olajnövények piacát az instabilitás jellemezte, ami az EU agrárpolitikai reformjaira és a szélsőséges

klimatikus tényezőkre vezethető vissza. A világ napraforgó termelése az 1990-es évekre 22 millió tonnára emelkedett, ami 5 év alatt 40%-os növekedést jelentett. 1985-től a nemesítők elsődleges célja a nagy termőképességű, jó terméshozamú, és az intenzív termesztési igényeket kielégítő napraforgó hibridek előállítása volt. Magyarországon a napraforgó vetésterület 1996-ban elérte a 473 ezer hektárt. Az 1996-1997. évek

csapadékos időjárásának hatására a szárbetegségek nagymértékű kártétele a vetőmagtermést negatívan befolyásolta, aminek következtében jelentős vetőmagimportra szorultunk, ami a magyarországi fajtaszortimentet megváltoztatta. A világ napraforgó termőterülete és össztermelése az elmúlt években jelentős mértékben megnövekedett. A 2005. évben 23,4 millió hektár napraforgót takarítottak be a világon, míg 2000-ben 21,1 millió hektár volt a betakarított terület. A világ napraforgómag össztermelésében is nem várt dinamikájú növekedés figyelhető meg. 2004-ben 26,5 millió tonna volt a világ napraforgó össztermelése. A FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute) 2004. évi előrejelzése szerint a világ napraforgó össztermelése 2015-ben éri el a 30 millió tonnát, ezzel szemben 2005-ben meghaladta a 31 millió tonnát. A volt Szovjetunió államai továbbra is a világ legnagyobb napraforgó termesztő körzetei (Oroszország, Ukrajna), de a legnagyobb termesztő országok közé tartozik India, Argentína, Kína, USA, Románia, Franciaország, Spanyolország, Magyarország, Törökország és Dél Afrika is.

A legnagyobb vetésterületű országokban extenzív termesztéstechnológiát alkalmaznak, ezért a termésátlagok ezekben az országokban alacsonyabbak (0,6-1,5 t ha⁻¹). Franciaországban intenzív napraforgó-termesztés zajlik, itt az országos napraforgó termésátlag magas (2,25 t ha⁻¹). Magyarországon 2005-ben az országos termésátlag 2,43 t ha⁻¹ volt, ami 2005-ben a legnagyobb volt a világon, annak ellenére, hogy hazánkban a napraforgót a gyengébb minőségű termőtalajokon termesztik.

TÉMAFELVETÉS

A napraforgó a legfontosabb és legnagyobb területen termesztett olajnövényünk. Meghatározó szerepe van a hazai növényolaj termelésünkben, ezért napjainkra a hazai növénytermesztés egyik meghatározó növényi kultúrájává vált. Vetésterülete a világon az elmúlt harminc évben 9,2 millió hektárról 23 millió hektár fölé emelkedett. A gazdálkodók inkább a biztonságosabb termelést lehetővé tevő növénykultúrákat részesítik előnyben. A nyolcvanas évek végétől kezdődően a növénytermesztés szerkezete jelentősen leegyszerűsödött. A kukorica és a búza termesztési túlsúlyának csökkentése miatt nagyon fontos szerepet kapott a napraforgó. A napraforgó-termesztés integrálása a hetvenes évek közepén kezdődött, a gabonatermesztés termelési rendszereinek szerveződésével egy időben. Ezt a gabonafélék

termesztéséhez hasonló gépi eszközök tették lehetővé. A napraforgó tipikusan nagyüzemi növény, nagyon jól illeszkedik a szántóföldi vetésszerkezetbe. A kukorica és a gabonafélék meghatározó területi aránya miatt a részleges monokultúras termesztés elkerülhetetlen. Ezt a problémát a napraforgó jelentősen képes csökkenteni, tehát szerepe vetéstechnológiai és ökológiai szempontból is fontos.

A napraforgónak jelentős szerepe van tehát bizonyos növények monokultúras termesztésének csökkentésében, valamint a biológiai diverzitás növelésében is. A napraforgó nagyon jól képes adaptálódni a hazai éghajlati viszonyokhoz, termesztése Magyarországon jól megvalósítható.

A korszerű, gazdaságos napraforgó-termesztés több, a termelést befolyásoló tényező optimalizálásával valósulhat meg. A biológiai alapok, a termesztéstechnológia, valamint az agroökológiai tényezők a termés mennyiségére és minőségére is jelentős hatást gyakorolnak. Az elmúlt évtizedekben a napraforgó hibridek fokozatosan átvették a szabadelvírágzású fajták helyét a termelési szerkezetben. Az államilag elismert napraforgó hibridek száma az elmúlt 8-10 évben jelentősen kibővült, meghaladja a százat. A napjainkban használt napraforgó hibridek potenciális termőképessége (6-7 t ha⁻¹), valamint olajtartalma is megnövekedett (50-55%). A napraforgó hibridek termőképességének növelése fokozta az agroökológiai és termesztéstechnikai elemekkel szembeni érzékenységet. A napraforgót hazánkban kiváló adaptációs képessége miatt a gyengébb termőterületeken termesztették. A ma termesztett hibridek kikerültek az extenzíven termesztendő növények közül. Megfelelő gazdasági eredmény eléréséhez legalább átlagos ráfordításra van szükség. A jelenlegi hibridválaszték igen széleskörű mind a termésmennyiség, mind a termésminőség tekintetében. A legnagyobb hiányosságok a hibridek termésbiztonságában találhatók.

Az egyre szélsőségesebbé váló klimatikus hatások miatt a növénytermesztés kockázata növekedett. Egyre gyakoribbak az aszályos vagy a nagyon csapadékos évek. A csapadék eloszlása a tenyészidőszakban egyenetlen, gyakoriak olyan hónapok, ahol a csapadék meghaladja a 100-150 mm-t. A termésszűkítés intervalluma az elmúlt 15 évben többszörösére növekedett a 80-as évekhez képest.

Az éghajlati tényezők káros hatásainak enyhítése egyre sürgősebb feladattá válik. Napjainkban a napraforgó-termesztés hatékonyságának növelése érdekében hibridspecifikus termesztéstechnológiák kidolgozása vált szükségessé. A hibridválaszték növekedése a hibridek vizsgálatát tette indokolttá a kritikus elemek, valamint a hibridkörnyezet interakciók tekintetében. A tőszámváltozás hatása komplex befolyásoló tényezőként jelentkezik a napraforgó terméseredményeire, valamint növényélettani és kórtani tulajdonságaira egyaránt.

A termesztés sikere a technológiai fegyver betartásának a függvénye. E tekintetben az elmúlt évtizedben jelentős változások következtek be. A

kísérletek célja az előállított napraforgó hibrideknek legmegfelelőbb termesztéstechnológia kialakítása volt, melynek eredményeképpen a potenciális termőképesség és termésminőség az adott termőhelyi körülmények mellett maximális mértékben kihasználható. A napraforgó azon növények közé sorolható, melyeknek a technológia iránti érzékenysége fokozottan jelentkezik, és a termésbiztonság növelése tekintetében elengedhetetlen ezeknek az elemeknek az optimalizálása.

Az évjáratnak és napraforgó hibrideknek megfelelő vetéstechnológia alkalmazása a sikeres napraforgó-termesztés alapfeltétele. Nem vitatható tehát az a tény, hogy a vetéstechnológiával (vetésidő, tőszám) kapcsolatos vizsgálatok jelentősége meghatározó. Ezeknek az agrotechnikai tényezőknek az optimalizálása nagyon fontos a termésmennyiség, termésbiztonság növelése szempontjából egyaránt.

A napraforgó állománysűrűségének kialakításában agroökológiai, biológiai és agrotechnikai tényezők egyaránt szerepet játszanak.

A napraforgó hibridek tőszámreakciója eltérő. Egyes hibridek a tőszám változására kevésbé, más hibridek érzékenyebben reagálnak. Különböző évjáratokban a különböző napraforgó hibridek optimális tőszámsűrűsége eltérő. A talaj tápanyagellátása is determinálja a tőszámsűrűséget. Jobb víz-és tápanyaggazdálkodású talajokon a tőszám 10000-15000 tő ha⁻¹-ral növelhető.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A napraforgó-termesztés biológiai alapjainak radikális változása az 1970-es évek második felében kezdődött a hibridek megjelenésével (Frank, 1984). Az 1980-as években a francia, jugoszláv és román hibridek után megjelentek a magyar hibridek is, jelentős részesedést foglalva el a hazai, a későbbiekben pedig más országok vetőmagpiacán. A hibridek száma ezekben az években fokozatosan növekedett.

A napraforgó fajtaválasztékban újabb jelentős változások az 1990-es évek közepétől kezdődtek, amikor is a multinacionális vállalatok jelentős számban hozták be Magyarországra a korszerű, nagy termőképességű hibridjeiket. A változások mennyiségi és minőségi szempontból egyaránt jelentősek voltak. A mennyiségi változásokat jól jelzi és jellemzi az, hogy az 1990-es évek közepén az államilag minősített hibridek száma 50 körül ingadozott, addig napjainkra a hibridek száma megközelíti a 120-at. Az elmúlt években nemcsak a hibridek száma nőtt meg óriási mértékben, hanem jelentősen lerövidült a hibridek köztermesztésben való használata. Míg az 1970-1980-as években a hibridek átlagos használati ideje 8-10 év volt, addig napjainkban – néhány kivételtől eltekintve – a hibrideket 4-6 éves termesztés után új hibridek váltják fel.

A napraforgó hibridválaszték nemcsak mennyiségi vonatkozásban ment át jelentős változáson, hanem minőségi szempontból is.

A minőségi változásokat a nagyobb termőképességű, kedvezőbb agronómiai tulajdonságú, egyre jobb rezisztenciájú, nagy olajtartalmú napraforgó hibridek állami minősítése jelzi. Ezek a nagyobb produktívitású (nagyobb kaszattermés, nagyobb olajtartalom) hibridek környezeti és agronómiai igényessége is nagyobb a régebbi hibridekkel összehasonlítva. Ezen változások azt eredményezték, hogy a közismerten extenzív természetű napraforgó kikerült az alacsony ráfordítás-igényű növények köréből. A jelenlegi hibridek jelentős része legalább átlagos ráfordítást (ún. mid-tech technológiák) igényel. A korábbi gyakorlat tehát a jelenlegi napraforgó hibridek esetében nem követhető, a megfelelő termésszint és olajtartalom realizálásához nagyobb ráfordítási szint szükséges.

Az üzemi gyakorlatban természetű napraforgó hibrideknek a termésbiztonság, a termőképesség és a termésminőség követelményeinek együttesen kell megfelelniük. E három tényezőcsoport közül – más növényektől eltérően – a termésbiztonság a legfontosabb tulajdonság. A termésbiztonság elsősorban a stressztényezőkkel szembeni toleranciát jelenti, amely magában foglalja az abiotikus (szárazság, hőmérséklet, kedvezőtlen talajtulajdonságok, stb.), valamint a biotikus tényezőkkel (levél-, szár-, tányérbetegségek, stb.) szembeni ellenállóságot. A termőképesség nemcsak a potenciális termőképességet, hanem annak realizálását elősegítő vagy gátló agronómiai tulajdonságokat (szárszilárdság, állománykiegyenlítés, pergési hajlam, stb.) együttesen jelenti. A termésminőség szempontjából legfontosabb az olajtartalom, de az utóbbi időben előtérbe került az olajösszetétel, bizonyos esetekben a fehérjetartalom (Pepó et al., 2003).

A jelenlegi hibridválaszték igen széleskörű mind a termésmennyiség, mind a termésminőség tekintetében. A legnagyobb hiányosságok a hibridek termésbiztonságában találhatók (Pepó, 1999).

A napraforgó optimális tőszáma – számos más növényhez hasonlóan – függ az ökológiai viszonyoktól, főként a csapadéktól és a talaj termékenységétől, valamint a hibridek genetikailag determinált sűrűségétől (Frank, 1989, 1999).

Szekrényes (2000) szerint a 2 t ha^{-1} feletti termésátlagok eléréséhez a genetikai háttér biztosított. A jövőben kedvező körülményű hibridekkel és ehhez kapcsolódó vegyszeres védekezéssel érhető el jobb eredmények. A napraforgó hibridek között lévő termésbeli különbségeket a potenciális termőképesség és az eltérő termésbiztonság okozza.

A stabilitásanalízis a kezelés termése és a hely/év környezet átlagtermése közötti lineáris regresszió. Először a növény-nemesítésben használták, mint a különböző genotípusok eltérő környezetben történő összehasonlítására alkalmas statisztikai módszert (Eberhart és Russell, 1966; Lin et al., 1986; Kang, 1993).

A termés stabilitását elemezte Mead et al. (1986), Csajbók et al. (2003, 2004) különböző vetésváltásokban, illetve monokultúrában. Eredményeik szerint a monokultúra termésének stabilitása volt a legrosszabb a vizsgálatba bevont változatok között.

Kang és Gauch (1996) úgy jellemezte a stabil genotípust, hogy lineáris regressziós egyenlete egy, és eltérése a regressziós egyenlettől egyenlő a zéróval.

A stabilitásanalízis vizuális értékelést is lehetővé tesz a különböző kezelések és a környezet kölcsönhatásainak vizsgálatában. A lineáris függvények ábrázolásával könnyebben értelmezhetők az összefüggések. A nemesítésen kívül, az egyéb kutatási területeken történő alkalmazhatóságát számos példa igazolta.

Berzsenyi és Györfly (1995) szerint a stabilitásanalízis egy egyszerű módszer a tartamkísérletek és a kísérletsorozatok varianciaanalízis modelljeiben észlelt szignifikáns év \times kezelés interakciók interpretálására. Az év \times kezelés interakciók értelmezése a hagyományos varianciaanalízissel bonyolult a környezetre ható faktorok komplexitása miatt.

A stabilitásanalízis tartamkísérletek elemzésére, a kölcsönhatások megfelelő értékelésére való alkalmasságát bizonyította Guertal et al. (1994). Három tartamkísérlet 16 éves adatsorának feldolgozása során kijelentették, hogy nagyon jól alkalmazható a tartamkísérletek feldolgozása során.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletet a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Debreceni Tangazdaság és Tájékutató Intézet Látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telepén végeztük. A kísérleti telep Debrecentől 15 km-re a 33-as számú út mellett helyezkedik el a Hajdúsági Lőszháton. A kísérlet talaja löszön képződött, mély humuszrtegű alföldi mészlepedékes csernozjom talaj.

A kísérlet termesztés-technológiájában a gyakorlatban is széleskörűen alkalmazott talajelőkészítési eljárásokat végeztünk. A kísérletet kézi vetőpuskával vetettük el a tőszámok egzakt biztosítása céljából. A betakarítást speciális adapterrel felszerelt Sampo parcellakombájnnal végeztük el. Betakarításkor a parcellák nyers termését és nedvességtartalmát mértük. A terméseredményeket 8% nedvességtartalomra, az olajtartalmat szárazanyagra standardizáltuk. A vetést a kísérleti években április 10-17. között, a betakarítást szeptember 9-21. között végeztük el évjárártól függően. A vizsgálatokban minden évben 10 hibrid szerepelt.

A kísérleti parcellák véletlen blokk elrendezéssel, 4 ismétlésben lettek beállítva. A parcellák mérete 15 m^2 volt. A hibrideket öt különböző elméleti termőtőszámában állítottuk be ($35000\text{-}75000 \text{ tő ha}^{-1}$) 10000 tő ha^{-1} -os lépcsőben.

EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE
Napraforgó hibridek termésstabilitásának vizsgálata Kang-féle stabilitásanalízissel

A hibridek termőképessége genetikailag meghatározottan eltérő nagyságú. A termőképességet az évjáráthatás és az alkalmazott agrotechnika egyaránt befolyásolja.

A környezeti feltételek változására a napraforgó hibridek eltérő módon reagálnak. Javuló vagy romló környezeti feltételek a terméseredmények növekedését vagy csökkenését eredményezik. Nem mindegy azonban, hogy a termésmennyiség változása milyen mértékű, és hogy az évjáráthatás következtében megváltozó környezeti feltételeket a hibridek milyen mértékben tudják tolerálni. Azok a hibridek, amelyeknél a környezeti hatások változása nagyobb termésingadozást okoz, kevésbé stabilak, azok pedig, melyek az évjáratok szélsőségeit jobb hatásokkal képesek ellensúlyozni, stabil hibrideknek tekintjük. A stabilitás mértéke különböző lehet nagyobb termőképességű és kisebb termőképességű hibrideknél egyaránt. A napraforgó-termesztés szempontjából a legjobb hibrideknek a nagy és kiegyenlített termőképességű hibrideket tekintjük. A stabilitásanalízis során a minden kísérleti évben szereplő két hibrid (*Aréna/PR*, *Alexandra/PR*) termésstabilitását hasonlítottuk össze lineáris trendfüggvény és trendvonal segítségével, a

vizsgálatban szereplő állománysűrűségi szinteken. A lineáris trendvonal meredeksége a hibrid termőképességének stabilitását ábrázolja. A hibridek trendvonalainak metszéspontja az a pont, ahol a környezeti hatás nagysága, valamint a termésmennyiség a két hibridnél azonos. Minden állománysűrűségi szinten az *Alexandra/PR* hibrid volt a kiegyenlítettebb. A különböző tőszámsűrűségi szinteken a két hibrid termésstabilitása eltérő volt. Mindkét hibrid esetében a stabilitás mértéke 65000 tő ha⁻¹ tőszámnál volt a legnagyobb, és 35000 tő ha⁻¹ tőszámnál a legalacsonyabb. Az *Alexandra/PR* hibrid kiegyenlítetttsége 75000 tő ha⁻¹ és 55000 tő ha⁻¹ tőszámnál kismértékben, 45000 tő ha⁻¹ állománysűrűségnél jelentősebben csökkent. Az *Aréna/PR* hibrid termésingadozása 75000 tő ha⁻¹ tőszámsűrűségnél valamelyest nőtt. 45000-55000 tő ha⁻¹ tőszámnál hasonlóan alakult, a termésstabilitás jelentősebb csökkenése mellett. A két hibrid trendvonalai eltérő termésszinteken metszették egymást. 65000 tő ha⁻¹ tőszámnál volt ez az érték a legmagasabb. A tőszám növekedésével a metszéspont termésszintje csökkent (35000 tő ha⁻¹-nál 2973 kg ha⁻¹, 45000 tő ha⁻¹-nál 3612 kg ha⁻¹, 55000 tő ha⁻¹-nál 3936 kg ha⁻¹, 75000 tő ha⁻¹ tőszámnál 3617 kg ha⁻¹ volt). A metszéspont fölött a javuló környezeti feltételekre az *Aréna/PR* hibrid termésnövekedés üteme nagyobb volt, mint az *Alexandra/PR* hibridé. A trendvonalak metszéspontja alatt ennek az ellenkezője érvényesült (1-3. ábra).

1. ábra: Az *Aréna/PR* és *Alexandra/PR* hibridek termésstabilitásának vizsgálata Kang-féle stabilitásanalízissel (35000 tő ha⁻¹) (Debrecen, 1999-2005)

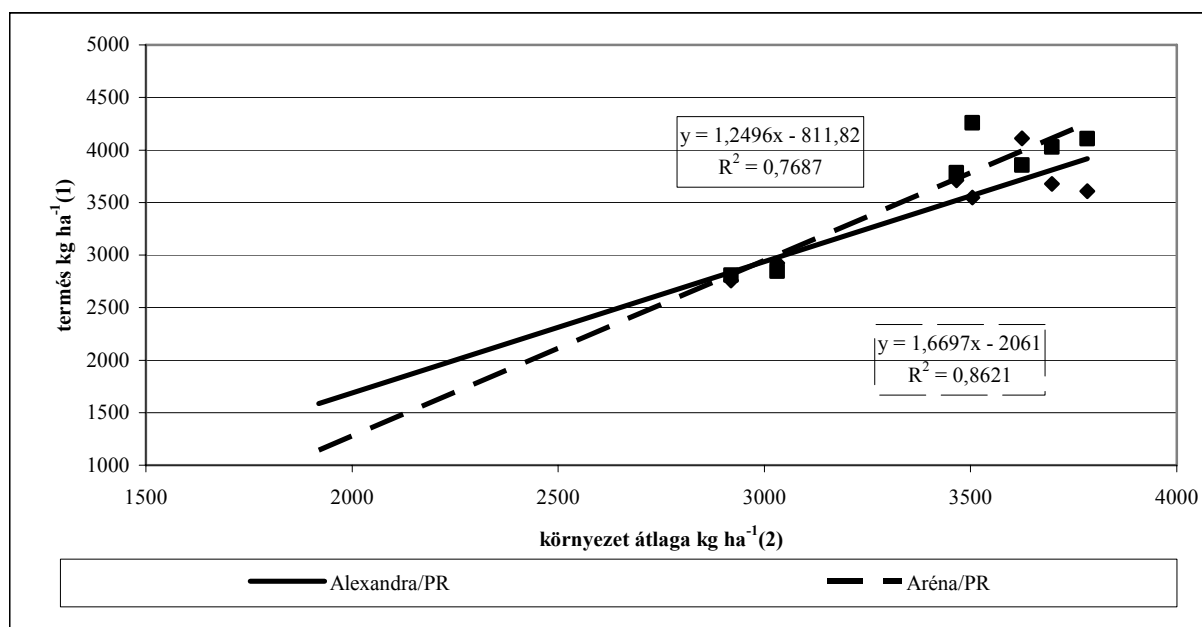


Figure 1: Evaluation the yield stability of the *Aréna/PR* and *Alexandra/PR* hybrids (35000 plant hectare⁻¹) (Debrecen, 1999-2005) yield (kg ha⁻¹)(1), average for the experiment (kg ha⁻¹)(2)

2. ábra: Az Aréna/PR és Alexandra/PR hibridek termésstabilitásának vizsgálata Kang-féle stabilitásanalízissel (55000 tő ha⁻¹) (Debrecen, 1999-2005)

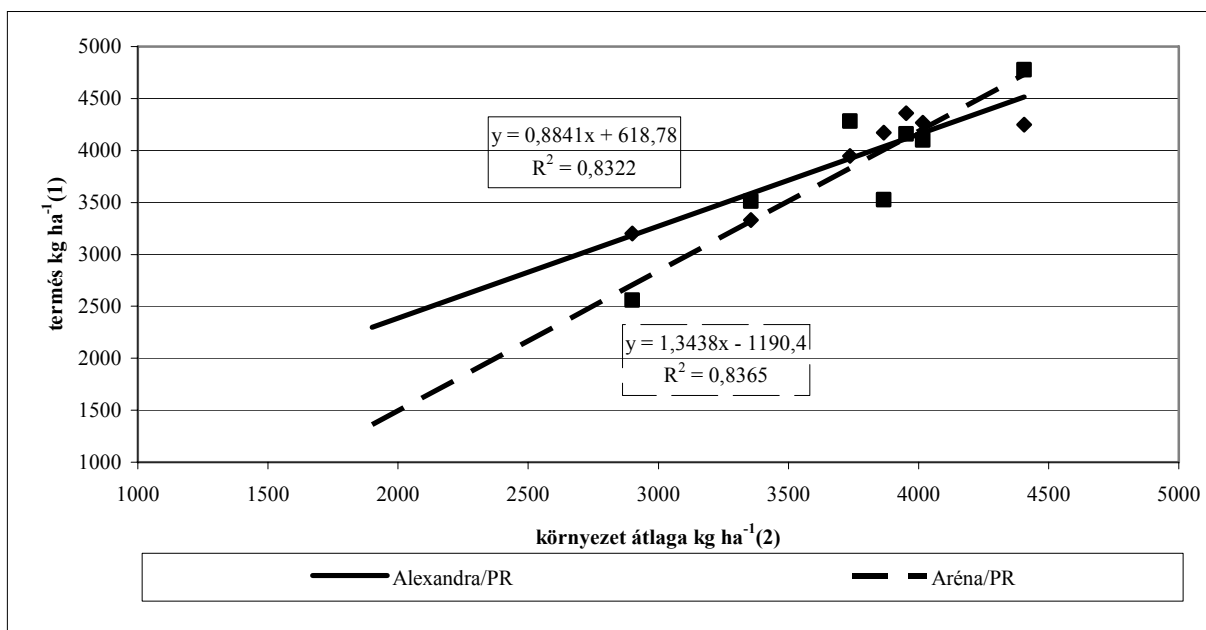


Figure 2: Evaluation the yield stability of the Aréna/PR and Alexandra/PR hybrids (55000 plant hectare⁻¹) (Debrecen, 1999-2005) yield (kg ha⁻¹)(1), average for the experiment (kg ha⁻¹)(2)

3. ábra: Az Aréna/PR és Alexandra/PR hibridek termésstabilitásának vizsgálata Kang-féle stabilitásanalízissel (75000 tő ha⁻¹) (Debrecen, 1999-2005)

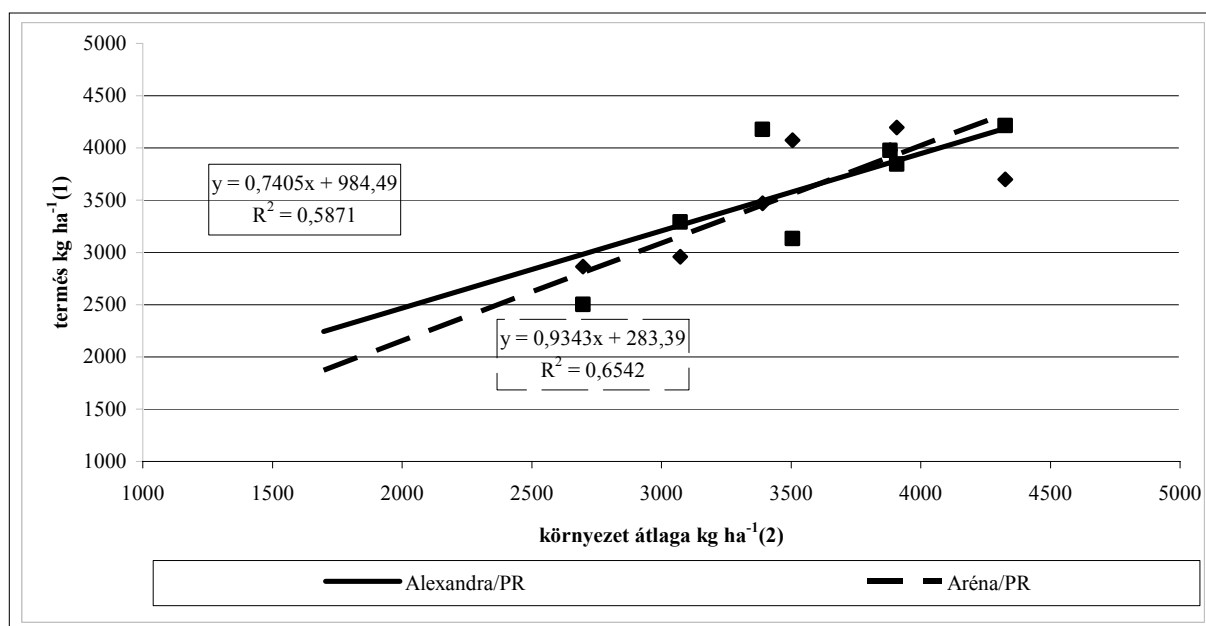


Figure 3: Evaluation the yield stability of the Aréna/PR and Alexandra/PR hybrids (75000 plant hectare⁻¹) (Debrecen, 1999-2005) yield (kg ha⁻¹)(1), average for the experiment (kg ha⁻¹)(2)

A termés és tőszám közötti összefüggések vizsgálata regresszióanalízissel

Az állománysűrűség változása a napraforgó hibridek termésmennyiségének nagyságát befolyásolja. A legnagyobb terméshez tartozó állománysűrűséget tekintjük optimálisnak. Az

optimális tőszámsűrűségtől való bármilyen irányú eltérés (a tőszám növelése vagy csökkentése) egyaránt terméseszkendést okoz. A különböző napraforgó hibrideknél az optimális állománysűrűség, valamint a tőszámváltozás következtében kialakuló terméseszkendés mértéke eltérő. A hibridek tőszámreakciója másodfokú

regressziós függvénnyel írható le, és grafikusán ábrázolható koordináta rendszerben a pontokra illesztett polinomiális trendvonal segítségével. A parabolikus függvény maximumpontja a termésmaximumot mutatja meg. A függvény meredeksége a hibrid termésstabilitását jelzi. Ha a parabola lefutásának meredeksége nő, akkor a tőszámváltozás hatására bekövetkező termésingadozás is erősebb. A függvény és a trendvonal statisztikai megbízhatósága érdekében a vizsgálatban csak olyan hibridek szerepeltek, melyek három, vagy annál több évben vettek részt a kísérletsorozatban. A *Lympil* és *Hysun 321* (1999-2001. évek), a *Louidor* (2002-2004. évek), a *PR63A82* és a *PR64A63* (2003-2005. évek) hibridek tőszámreakcióját három egymást követő évben

vizsgáltuk. A regresszióanalízis eredményeiből kiderült, hogy a *Lympil* és *Hysun 321* hibridek a termésmaximumot 60000 tő ha⁻¹ tőszámnál érték el. A többi hibrid tőszámoptimuma alacsonyabb állománysűrűségnél található (*Louidor*-54000 tő ha⁻¹; *PR63A82*-49000 tő ha⁻¹; *PR64A63*-47000 tő ha⁻¹). A statisztikai értékelés során legnagyobb termésmennyiséget a *Lympil* és *PR64A63* hibrideknél kaptuk. Az optimális tőszámintervallum, melyen belül a termésingadozás nem szignifikáns, a *Lympil* és *Hysun 321* hibrideknél alacsonyabb, a *Louidor*, a *PR63A82*, a *PR64A63* hibrideknél magasabb tőszámsűrűségnél helyezkedett el. A legkiegyenlítettebb hibridek a *Louidor* és *Lympil* hibridek voltak (1. táblázat, 4. ábra).

1. táblázat

A termés és a tőszám közötti összefüggés vizsgálata napraforgó hibrideknél
(Debrecen, 1999-2005)

	Lympil	Louidor	Hysun 321	PR63A82	PR64A63
Maximális termésmennyiség (kg ha ⁻¹)(1)	4613	3917	3965	4087	4547
Optimális alsó határ (tő ha ⁻¹)(2)	53000	43000	54000	40000	40000
A max. terméshez tartozó tőszám (tő ha ⁻¹)(3)	60000	54000	60000	49000	47000

Table 1: Correlation of crop yield and crop density of sunflower hybrids (Debrecen, 1999-2005)
optimum yield (kg ha⁻¹)(1), low optimum level (kg ha⁻¹)(2), plant density at maximum yield (plant hectare⁻¹)(3)

4. ábra: A termés és a tőszám közötti összefüggés vizsgálata napraforgó hibrideknél
(Debrecen, 1999-2005)

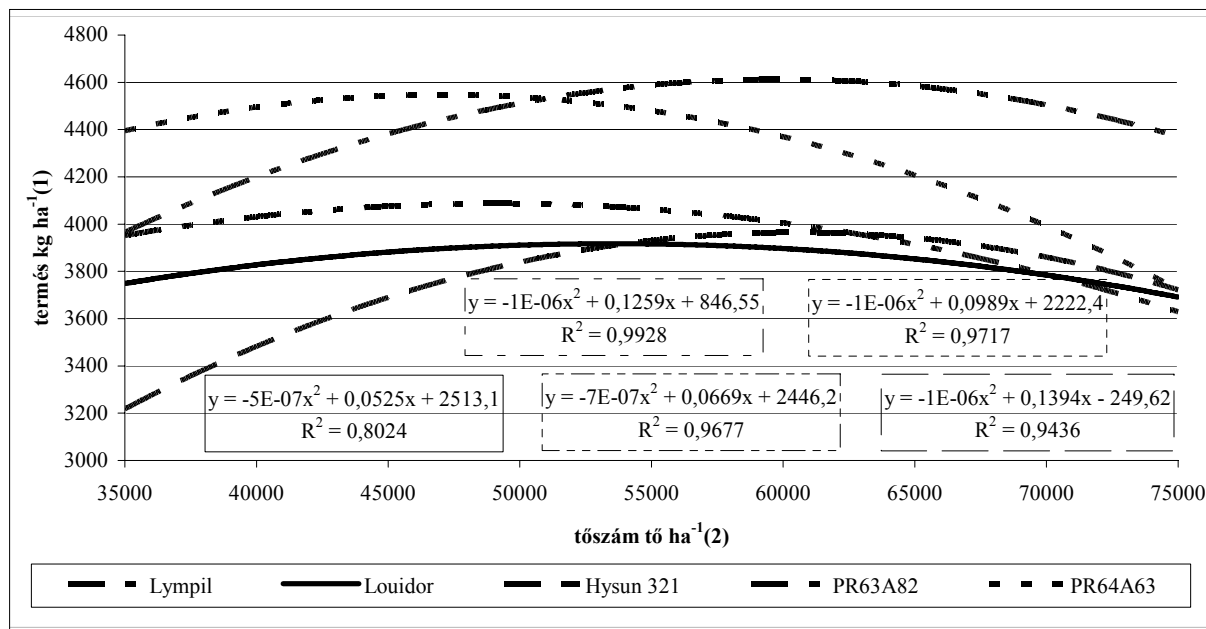


Figure 4: Correlation of crop yield and crop density of sunflower hybrids (Debrecen, 1999-2005)
yield (kg ha⁻¹)(1), plant density (kg ha⁻¹)(2)

A *Rigasol/PR* (1999-2003. év) és a *Diabolo* (2001-2005. év) hibridek 5 évben, a *Larisol* (2000-2003. év) hibrid 4 évben szerepelt a kísérletben.

A regresszióanalízissel történő értékelés során megállapítható, hogy a *Rigasol/PR* és *Larisol* hibridek tőszámoptimuma (58000 tő ha⁻¹) nagyobb állománysűrűségnél található, mint a *Diabolo* (46000 tő ha⁻¹) hibrid esetében. Optimális

állománysűrűségénél a *Larisol* hibrid termőképessége volt a legmagasabb. A legstabilabb termőképességű hibridnek a *Diabolo* bizonyult. A *Larisol* és a *Rigasol/PR* hibridek tőszámváltozás okozta

termésingadozása nagyobb volt. Az optimális tőszámintervallum a *Diabolo* hibrid esetében volt a legszélesebb (21000 tő ha⁻¹) (2. táblázat, 5. ábra).

2. táblázat

A termés és a tőszám közötti összefüggés vizsgálata napraforgó hibrideknél
(Debrecen, 1999-2005)

	Diabolo	Rigasol/PR	Larisol
Maximális termésmennyiség (kg ha ⁻¹)(1)	3587	3710	3845
Optimális alsó határ (tő ha ⁻¹)(2)	36000	51000	49000
A max. terméshez tartozó tőszám (tő ha ⁻¹)(3)	46000	58000	58000

Table 2: Correlation of crop yield and crop density of sunflower hybrids (Debrecen, 1999-2005)
optimum yield (kg ha⁻¹)(1), low optimum level (kg ha⁻¹)(2), plant density at maximum yield (plant hectare⁻¹)(3)

5. ábra: A termés és a tőszám közötti összefüggés vizsgálata napraforgó hibrideknél
(Debrecen, 1999-2005)

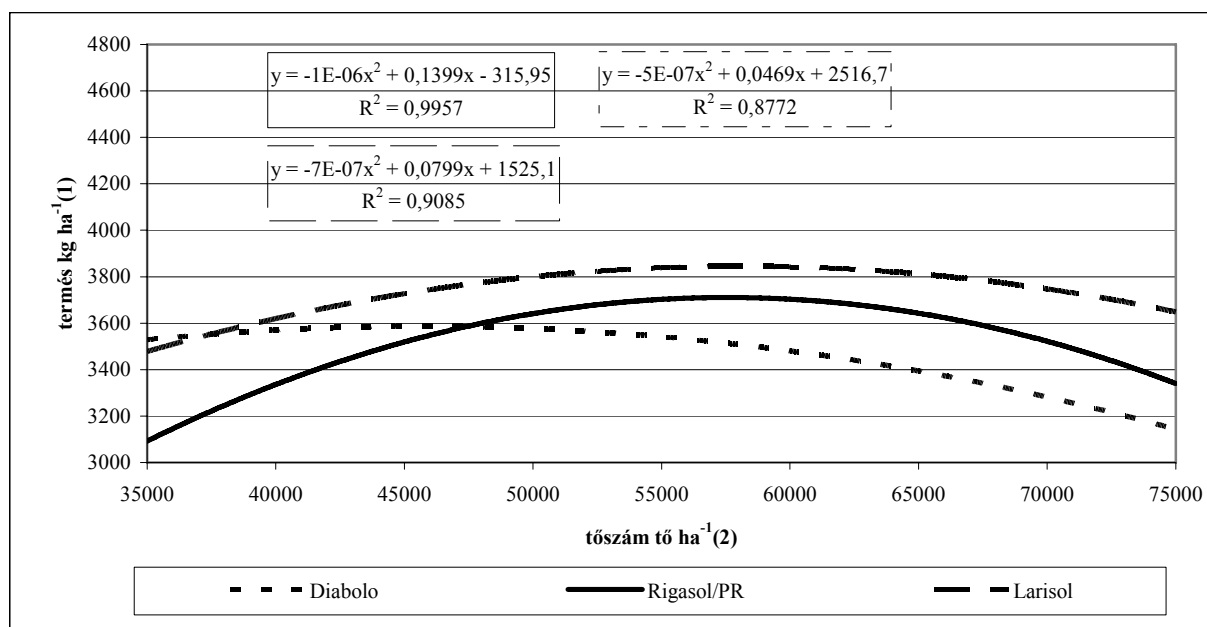


Figure 5: Correlation of crop yield and crop density of sunflower hybrids (Debrecen, 1999-2005)
yield (kg ha⁻¹)(1), plant density (kg ha⁻¹)(2)

Az *Aréna/PR* és *Alexandra/PR* hibridek minden vizsgált évben szerepeltek (1999-2005. év) a kísérletben. Az *Aréna/PR* hibrid termésstabilitása jobb, mint az *Alexandra/PR* hibridnek, azonban a termésmennyisége elmarad tőle. Az *Aréna/PR* hibrid

tőszámoptimuma alacsonyabb, mint az *Alexandra/PR* hibridé. Az optimális tőszámintervallum az *Aréna/PR* hibridnél tág (22000 tő ha⁻¹). Az *Alexandra/PR* hibridnél ez az érték kisebb (3. táblázat, 6. ábra).

3. táblázat

A termés és a tőszám közötti összefüggés vizsgálata napraforgó hibrideknél
(Debrecen, 1999-2005)

	Alexandra/PR	Aréna/PR
Maximális termésmennyiség (kg ha ⁻¹)(1)	3898	3768
Optimális alsó határ (tő ha ⁻¹)(2)	47000	36000
A max. terméshez tartozó tőszám (tő ha ⁻¹)(3)	55000	46000

Table 3: Correlation of crop yield and crop density of sunflower hybrids (Debrecen, 1999-2005)
optimum yield (kg ha⁻¹)(1), low optimum level (kg ha⁻¹)(2), plant density at maximum yield (plant hectare⁻¹)(3)

6. ábra: A termés és a tőszám közötti összefüggés vizsgálata napraforgó hibrideknél
(Debrecen, 1999-2005)

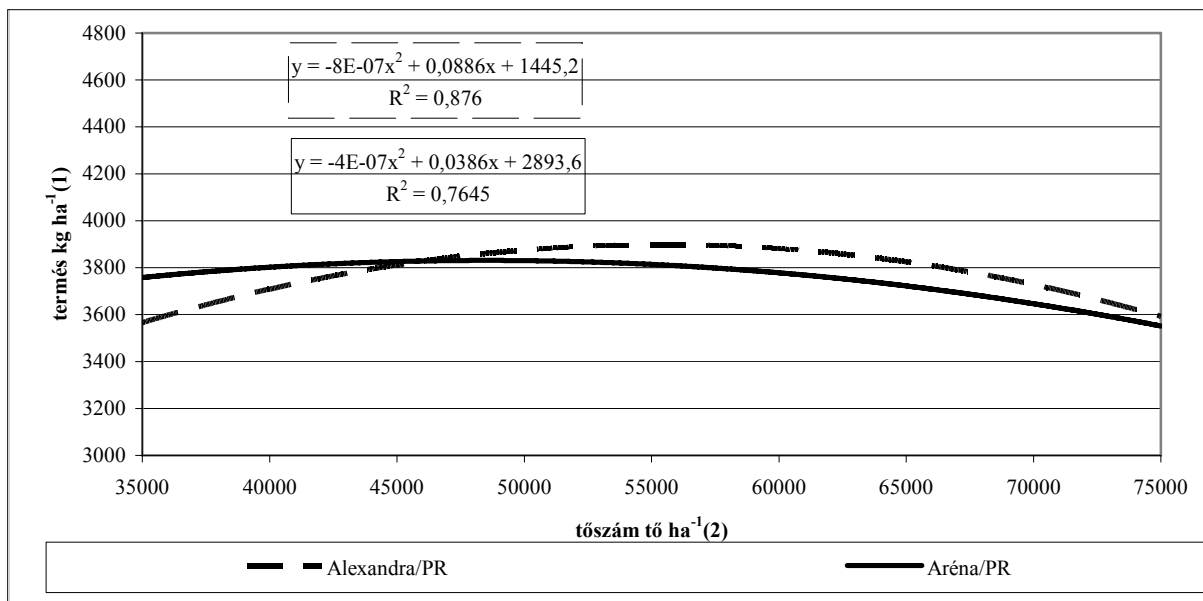


Figure 6: Correlation of crop yield and crop density of sunflower hybrids (Debrecen, 1999-2005)
yield (kg ha⁻¹)(1), plant density (kg ha⁻¹)(2)

IRODALOM

- Berzsényi Z.-Györfly B. (1995): Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. Növénytermelés, 44. 5-6. 507-517.
- Csajbók, J.-Hunyadi Borbély, É.-Kutasy, E. (2003): Yield stability of sunflower on chernozem soil. Alps-Adria Scientific Workshop, Trogir, Croatia, 108-112.
- Csajbók, J.-Kutasy, E.-Hunyadi Borbély, É. (2004): Effect of irrigation on the yield stability of maize in a long term experiment. Alps-Adria Scientific Workshop, Dubrovnik, Croatia 72-76.
- Eberhart, S. A.-Russel, W. A. (1966): Stability parameters for comparing varieties. Crop Science 6. 36-40.
- Frank J. (1984): A napraforgótermelés fajtakérdései és vetőmagbázisa Magyarországon. Vetőmag. 11. 1. 22-25.
- Frank J. (1989): A napraforgó, Magyarország kultúrflórája. 6. 1-413.
- Frank J. (1999): A napraforgó biológiája, termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1-422.
- Guertal, E. A.-Raun, W. R.-Westerman, R. L.-Boman, R. K. (1994): Applications of stability analysis for single-site, long-term experiments. Agronomy Journal, 86. 6. 1016-1019.
- Kang, M. S.-Gauch, H. G. (1996): Genotype – by – environment interaction. Boca Raton: CRC Press
- Kang, M. S. (1993): Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. Agronomy Journal, 85. 3. 754-757.
- Lin, C. S.-Binns, M. R.-Lefkovich, R. L. (1986): Stability analysis: Where do we stand? Crop Science, 26. 894-900.
- Mead, R.-Riley, K.-Dear, K.-Singh, S. P. (1986): Stability comparison of intercropping and monocropping systems. Biometrics. 42. 253-266.
- Pepó P. (1999): A genotípus szerepe a napraforgó termesztésben. V. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest. 95.
- Pepó P.-Borbélyné H. É.-Zsombik L.-Szabó A. (2003): A napraforgó-termesztés biológiai alapjainak vizsgálata a Hajdúságban. Gyakorlati Agrofórum. 14. 11. 7-15.
- Székrenyes G. (2000): Az államilag elismert napraforgó hibridek kísérleti eredményeinek tapasztalatai. Gyakorlati Agrofórum 11. 4. 25-28.