

## A levélterület és a fotoszintézis szerepe a kukorica vetésidőjének optimalizálásában

Bene Enikő – Sárvári Mihály

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Növénytudományi Intézet, Debrecen  
beneeniko@agr.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Vetésidő kísérletünket a Debreceni Egyetem MÉK Növénytudományi Intézetének Bemutatókertjében 2012–2014 években állítottuk be. A dolgozat a 2014-es vizsgálati év adatait tartalmazza. Célunk számos egyéb vizsgálat elvégzése mellett annak megfigyelése volt, hogy a vetésidő miképpen befolyásolja a kukorica hibridek levélterületének alakulását és fotoszintézisének aktivitását, valamint ezek a tényezők milyen hatással vannak a termés képződésre. A kísérletben négy eltérő tenyészidejű hibrid levélterületének és fotoszintézisének változását figyeltük meg.

A kísérleti eredmények alapján megállapítható, hogy a vizsgált hibridek zömében a harmadik vetésidőben érték el a legalacsonyabb levélterület értékeket, emellé pedig a legnagyobb termés eredmények párosultak. A legnagyobb levélterülettel a Da Sonka hibrid rendelkezett ( $4,10 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ ), a legmagasabb termés eredményt ( $13,16 \text{ t/ha}$ ) pedig a DKC 4590 hibrid adta a harmadik vetésidőben.

A fotoszintetikus kapacitás vizsgálata során nagyon szembetűnő a harmadik vetésidőben a legfiatalabb növények kimagaslóan nagy teljesítménye, ami az eltérő érésidőkkel magyarázható. A fotoszintetikus kapacitás és a termés közötti összefüggés lineáris regresszió analízissel való vizsgálata is bizonyítja, hogy a fotoszintézisnek jelentős szerepe van a termés képzésben.

A kapott eredmények igazolják, hogy a termésmennyiség alakulását nem csak a tenyészidőszak során ható környezeti és agrotechnikai tényezők befolyásolják, hanem egyéb tényezők, mint a levélterület és a fotoszintézis alakulása is meghatározó elem, és mindezen tényezők együtt, egymás hatását módosítva alakítják a termésátlagokat.

**Kulcsszavak:** vetésidő, hibrid, levélterület-index, fotoszintetikus kapacitás

### SUMMARY

Our sowing date experiment took place in the Demonstration Garden of Institution of Plant Sciences, Agricultural Center of University of Debrecen, in 2012–2014. The thesis contains data of test year 2014. Our purpose, besides several other examinations, was to observe how sowing date influences leaf area index and activity of photosynthesis of maize hybrids, and how those factors affect fruiting. In the experiment we monitored the change of the leaf area index and the photosynthesis of hybrids with four different growing seasons.

Based on the results, it can be concluded that most of the examined hybrids reached their smallest leaf area with the third sowing date and with the highest yield results. Hybrid Da Sonka had the largest leaf area ( $4.10 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ ), and hybrid DKC 4590 produced the highest yield ( $13.16 \text{ t ha}^{-1}$ ) with the third sowing date.

During testing the photosynthetic capacity, the extremely high performance of the youngest plants with the third sowing date is outstanding, which can be explained by the different ripening periods. Examination of the correlation between the photosynthetic capacity and the yield, by linear regression analysis, also proves that photosynthesis has a determinative role in fruiting.

The results obtained confirm that not only the environmental and agricultural factors in the growing season have effect on the yield, but also other factors like the leaf area index and the photosynthesis are determinative parameters, and all those factors together, modifying effects of each other, develop average yields.

**Keywords:** sowing date, hybrid, leaf area index, photosynthetic capacity

### BEVEZETÉS

A földfelszín globális felmelegedése következtében gyakrabban és intenzívebben fordulnak elő időjárási szélsőségek, amelyek kihatnak a szántóföldi növények, így a kukorica fejlődésére, növekedésére is. Ezen kedvezőtlen hatások mérséklésében fontos szerepe van a termesztéstechnológia szakszerű alkalmazásának. Korszerű biológiai alapok használatával nemcsak a termés mennyisége lesz kedvezőbb, de a termésbiztonság is. Az agrotechnikai tényezők közül kiemelt szerepe van a vetésidőnek, amelynek optimális megválasztása jelentős mértékben befolyásolja a termesztés hatékonyságát.

A növekedésanalízis a növénytermesztésben alkalmazható tudományos módszer, amely lehetővé teszi, hogy a kísérleti kezelések és a környezeti tényezők hatását ne csak a végső produktumban (szemtermés, biomassza) mérjük, hanem vizsgáljuk a fotoszintetikus

produkciónak dinamikájában bekövetkezett változásokat a növény növekedésének és fejlődésének teljes időszakában. A növekedésanalízis különböző mutatóinak, valamint a kiegészítő agronómiai, ökológiai és fiziológiai méréseknek az alkalmazásával válik lehetővé a növénytermesztési kísérletek eredményeinek tudományos, többparaméteres értékelése (Berzsenyi, 2009).

Minden szervesanyag-felhalmozás, a biomassza, és ezen belül a termés képzésének alapja a fotoszintézis. A termésmaximumok eléréséhez elengedhetetlen a megfelelő mennyiségű relatív klorofilltartalom, hiszen a fotoszintézis folyamatának első lépéseként a karotinoidek és klorofillok megkötik a fényt. Emiatt a megfelelő nagyságú levélterület szerepe is jelentős, hiszen a fotoszintetikus pigmentek a zöld növényi szövetek fotoszintetikusán aktív részeiben helyezkednek el. A kukorica termését a fotoszintézis és annak hatékonysága jelentősen meghatározza (Vári, 2014). A fotoszin-

tézis értéke térben és időben rendkívül változatos, köszönhetően annak, hogy mind a környezet, mind a növény biológiai sajátosságai együttesen befolyásolják alakulását. Az egyes levélemeletek fotoszintézis-intenzitása jelentősen eltér a levelek kora és fénynek való kitettsége – kifejlett állomány alsóbb leveleinek önárnyékolása – következtében (Löke, 2004). A vetésidő módosításával változnak a napsugárzási és hőmérsékleti viszonyok a kukorica tenyészidejében. A hasznos hőösszeg és a fotoszintetikus aktív sugárzás is csökken a késői vetésidőben. Ez a tény alapvetően meghatározta Berzsenyi et al. (1998ab) 1995–1996. évi kísérleteiben a kukorica termésének alakulását. Megfigyelték, hogy a reprodukív tömeg növekedésének időszaka két részre osztható. Az első szakaszban a később vetett állományok reprodukív tömege volt nagyobb. A második szakaszban ezzel szemben kisebb volt a reprodukív tömeg a késői vetésidő esetében. A vetésidő befolyásolta a szemtelítődés szakaszában a növekedés mértékét, illetve időtartamát egyaránt. Szignifikánsan kevesebb idő állt rendelkezésre a késői vetésű hibrideknek a szemtelítődésre mindkét évben.

Ding et al. (2007) eredményei alapján az új kukorica hibrideknél a virágzás után a fotoszintetikus aktivitás és a klorofilltartalom sokkal lassabban csökkent, mint a régi típusú hibrideknél. Janda et al. (1998) eltérő hidegtűrő képességű beltenyészett kukorica vonalaknál vizsgálta a növekedési hőmérséklet hatását a nettó fotoszintetikus rátára. Megállapították, hogy optimális hőmérsékleten nevelkedett kukoricánövényeknél nem volt a vonalak között jelentős különbség a nettó fotoszintetikus rátában, azonban a hidegkezelés után a gyengébb hidegtűrő képességű vonalak fotoszintetikus rátája jelentősen csökkent.

Hegyí et al. (2005ab) három éves kísérletükben vizsgálták az évszámot és a termőhely hatását a kukorica a cső feletti asszimiláló levélfelület nagyságára. Szoros összefüggést találtak a növényi produkció és a cső feletti levélterület között ( $R^2=0,658$ ). A legnagyobb cső feletti levélterületű hibridekhez a legnagyobb csőtömeg párosult. Nagyobb levélterület esetén jobban hasznosul a Nap energiája, egy bizonyos szint fölött azonban az önárnyékolás következtében akadályozott az alsóbb levelek fotoszintézise. Emellett nagyobb levélterülettel a párolgatás mértéke is növekszik (Futó, 2003). Sárvári (2003) eredményei alapján ideális éghajlati és talajadottságok mellett a termés egészen 5,5–6  $m^2 m^{-2}$  LAI értékig nőhet, elérve a maximális produktívot. Abban az esetben, ha az ökológiai feltételek kedvezőtlenek, akkor alacsonyabb LAI értékkel párosul a maximális termés.

Az agronómiai szempontok szerint kialakított, rendszerszemléletű kukoricatermesztési modellek lehetőséget adnak az eltérő termőhelyekhez és genotípusokhoz való kedvezőbb adaptációra; a növénytermesztés biológiai, agronómiai és ökonómiai hatékonyságának javítására. Ezzel megalapozva a nagyobb termésnyerés, jobb termésminőség és kedvezőbb termésbiztonság elérését (Pepó és Sárvári, 2013).

**ANYAG ÉS MÓDSZER**

A vetésidő kísérleteket a Debreceni Egyetem MÉK Növénytudományi Intézetének Bemutatókertjében 2012–

2014 években állítottuk be. A kísérleti terület talajtípusa kilúgozott csernozjom. A feltalaj meszet nem tartalmaz, az altalaj 7–9 m mélységben helyezkedik el. A talaj felső szintje a mészhiány miatt száraz, aszályos évszaktokban cserespedésre hajlamos. A humuszszint vastagsága 50–70 cm, a talaj szervesanyag-tartalma 2,57%.

Az elővetemény kukorica, a tápanyagellátás egy-egyesen N 120; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 80; K<sub>2</sub>O 110 kg/ha hatóanyag, az alkalmazott hektáronkénti tőszám pedig 73 ezer volt. A kísérlet kéttényezős véletlen blokk elrendezésű. A dolgozat a 2014-es vizsgálati év adatait tartalmazza.

Célunk számos egyéb vizsgálat elvégzése mellett annak megfigyelése volt, hogy a vetésidő miképpen befolyásolja a kukorica hibridek levélterületének alakulását és fotoszintézisének aktivitását, valamint ezek a tényezők milyen hatással vannak a terméskezletképzésre. A kísérletben négy eltérő tenyészidejű hibrid levélterületének és fotoszintézisének változását vizsgáltunk.

Az 1  $m^2$ -re eső levélterületet SunScan Canopy Analysis Systems hordozható levélterület mérő segítségével mértük, vetésidőnként 8 mérést végezve. A levelek relatív klorofill koncentrációjának meghatározására SPAD 502 Plus készüléket használtunk, vetésidőnként 30 méréssel, mely eredményeket a dr. Pepó Péter professzor úr által kidolgozott fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) mutató alapján számoltunk át. A számítás alapját a levélterület-index, a relatív klorofilltartalom és a termés maximális értékei adják. A méréseket fenológiai fázisokhoz kötöttük, 2014-ben négy-négy alkalommal.

A vetésidő kísérletből származó eredmények kiértékelését Sváb (1981) féle kéttényezős variancia-analízissel, lineáris és parabolikus regresszió-analízissel, Microsoft Office Excel (2013) programmal dolgoztuk fel.

A 2014. évben a kísérleti parcellák vetése az alábbi időpontokban történt:

- I. vetésidő: március 27.,
- II. vetésidő: április 14.,
- III. vetésidő: május 08.

A betakarítás egységesen 2014. október 7-én volt.

A csapadékelátás a kukoricatermesztés számára megfelelően alakult 2014-ben, azonban annak eloszlása kedvezőtlen volt, hiszen június hónapban csak minimális csapadék hullott. Az előző évekhez képest kedvezőbb csapadékelátottságú hónapok elősegítették a kukorica egyenletes fejlődését és növekedését. A csapadékhiányt követően a nyári félév időjárása az előző évek aszályos július, augusztus hónapjaihoz képest ellentétesen alakult. A 2014. évben ugyanis jelentős mennyiségű csapadék hullott ezekben a generatív fejlődés szempontjából is kritikus hónapokban. 2014-ben júliusban 9,4 mm-rel, augusztusban 35 mm-rel hullott több csapadék a 30 éves átlaghoz viszonyítva (1. ábra).

**EREDMÉNYEK**

**A kukorica hibridek levélterületének alakulása a vetésidők függvényében**

A levélterület index mérése során hasonló tendencia érvényesült a mért négy hibrid esetében a vetésidők függvényében, azonban a levélterület értékekben nagy különbségek mutatkoztak.

1. ábra: A csapadék és a hőmérséklet eltérése a 30 éves átlagtól (Debrecen, 2014)

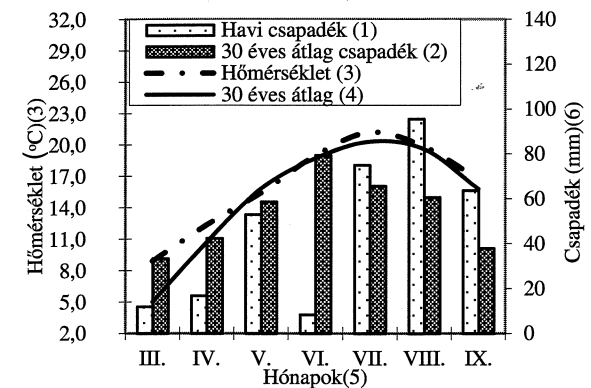


Figure 1: Differences in precipitation and temperature from the 30 year average (Debrecen, 2014) Monthly precipitation(1), 30 year average precipitation(2), Temperature(3), 30 year average(4), Months(5), Precipitation(6)

A P9578 hibrid esetében mért LAI értékek vetésidőtől függően 0,98–3,99  $m^2 m^{-2}$  között változtak. A június 20-i első mérés során a legnagyobb levélterülettel az első vetésidő (2,10  $m^2 m^{-2}$ ) rendelkezett, ehhez viszonyítva a harmadik vetésidőben szignifikánsan kisebb értékeket mértünk, hiszen a levélterület nem érte el az 1  $m^2 m^{-2}$ -t. Mindhárom vetésidőben a maximális levélterületet a harmadik, július 25-i mérési időpontra érték el a növények. Ekkor azonban a második és harmadik vetésidő levélterülete (3,99  $m^2 m^{-2}$ ; 3,94  $m^2 m^{-2}$ ) szignifikánsan meghaladta az első vetésidő (3,46  $m^2 m^{-2}$ ) aktív levélterületének nagyságát. Ezután mindhárom vetésidőben megindult az alsó levelek fokozatos öregedése, ami az augusztus 23-i mérés eredményeiből is kitűnik, hiszen az első és második vetésidőben az egy hónappal korábbi adatokhoz képest már szignifikánsan kisebb LAI értékeket mértünk. A legnagyobb mértékű leszáradás a második vetésidőben mutatkozott, ahol a július végén mért értékhez viszonyítva 1,59  $m^2 m^{-2}$ -rel alacsonyabb volt a hibrid levélterület-indexe.

A mérések átlagában a három vetésidőben nem volt lényeges eltérés. A vetésidő és a levélterület közötti összefüggés szorosságát mutatják a regresszió analízis  $R^2$  értékei (0,9671–0,9999) is (2. ábra).

2. ábra: A kukorica hibridek (P9578, DKC4590) levélterület-index (LAI) alakulása különböző vetésidők esetén (Debrecen, 2014)

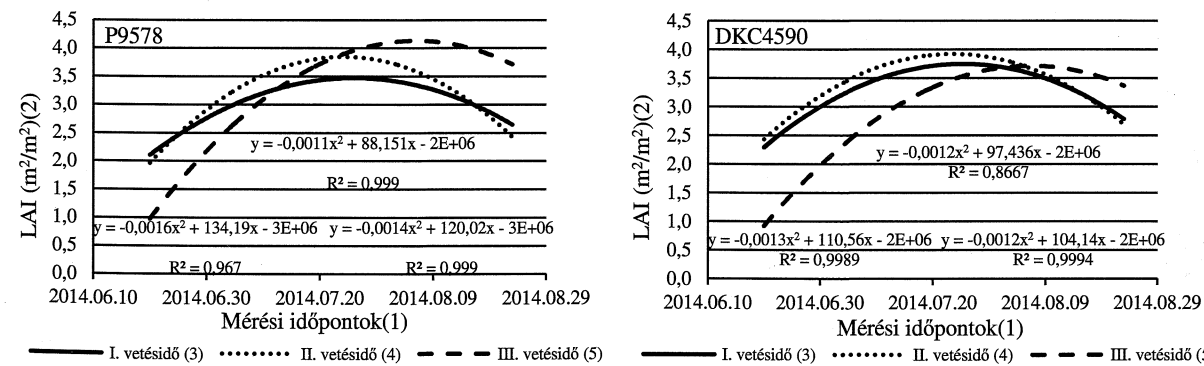


Figure 2: The leaf area index (LAI) of corn hybrids (P9578, DKC4590) sown at different sowing times (Debrecen, 2014) Dates of measurements(1), Leaf area index(2), 1<sup>st</sup> sowing date(3), 2<sup>nd</sup> sowing date(4), 3<sup>rd</sup> sowing date(5)

A hosszabb tenyészidejű DA Sonka a harmadik vetésidő esetén ezután még nem kezdte meg a leszáradást, ugyanis az augusztus 23-i mérés során 3,91 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> LAI értéket mértünk, ami szignifikánsan magasabb volt az első és második vetésidő levélterület értékeihez képest. A trendvonalak illeszkedése ebben az esetben is rendkívül szoros volt, hiszen minden esetben az R<sup>2</sup> értéke 0,9 feletti (3. ábra).

A LAI és a termés közötti összefüggés vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a hibridek zömében a leg-

nagyobb LAI értékekhez a legalacsonyabb termés-eredmények párosultak. A zömében harmadik vetésidőben elért termésmaximumok mellé pedig alacsonyabb levélterület tartozott.

A LAI és termés közötti összefüggés az eltérő vetésidőkben szintén érvényesül, azonban az összefüggés csak közepesen szoros (R<sup>2</sup>=0,3995), mivel a termésmennyiség alakulását a levélterület csak részben határozza meg, a termés kialakításában több tényező együttesen játszik szerepet.

3. ábra: A kukorica hibridek (Kamaria, DA Sonka) levélterület-index (LAI) alakulása különböző vetésidők esetén (Debrecen, 2014)

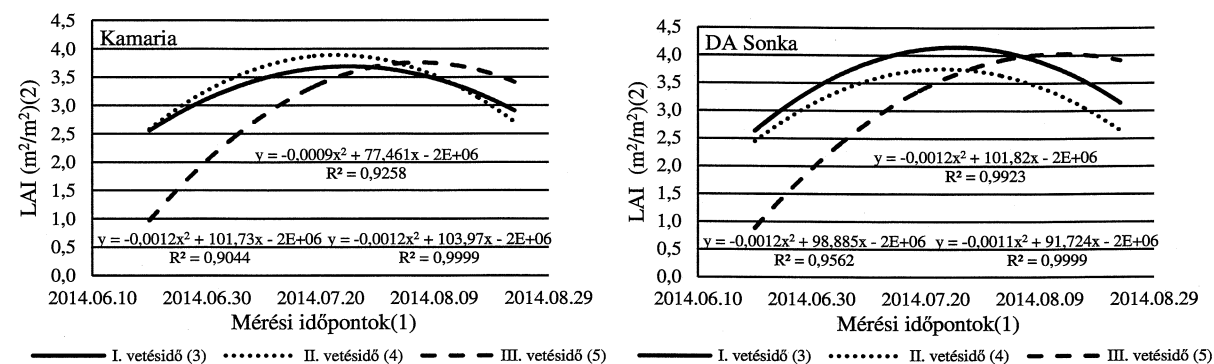


Figure 3: The leaf area index (LAI) of corn hybrids (Kamaria, DA Sonka) sown at different sowing times (Debrecen, 2014). Dates of measurements(1), Leaf area index(2), 1<sup>st</sup> sowing date(3), 2<sup>nd</sup> sowing date(4), 3<sup>rd</sup> sowing date(5)

**A kukorica hibridek fotoszintetikus kapacitásának (Ph.C.) változása a vetésidők függvényében 2014-ben**

A vizsgálat során arra kerestük a választ, hogy a fotoszintézis hatékonyságát hogyan befolyásolják az egyes vizsgálati tényezők, úgymint a vetésidő és a genotípus. A kukorica fotoszintetikus kapacitását a vetésidő és a hibrid egyaránt nagymértékben befolyásolta. Az I. vetésidőben 511–821; a második vetésidőben 473–625; a harmadik vetésidőben 591–869 közötti Ph.C. értéket kaptunk. Az egyes hibridek között statisztikailag is igazolható szignifikáns különbségeket állapítottunk meg, amely az eltérő tenyészidőkkel magyarázható.

A legintenzívebb fotoszintetikus aktivitással a DKC 4590 hibrid rendelkezett. Az időjárási szélsőségekre legjobban reagáló hibrid, hiszen minden vetésidőben szignifikánsan magasabb fotoszintézis-értékekkel rendelkezett, mint a másik három vizsgált hibrid. Az első és harmadik vetésidők esetén szignifikánsan magasabb értékeket kaptunk, mint a második vetésidőben, azonban ez az értéke nem volt megbízható. Ezen hibridhez hasonló tendenciát mutatott a DA Sonka hibrid is, azonban itt már az első vetésidő is szignifikánsan kisebb fotoszintetikus kapacitás értékeket mutatott a harmadik vetésidőhöz képest.

A másik két vizsgált hibrid esetében is szignifikáns különbségek voltak az eltérő vetésidők között, azonban itt már más tendencia érvényesült. A P9578 hibrid fotoszintézise az első vetésidőben volt a legmagasabb, ehhez viszonyítva az második és harmadik vetésidőben azonban szignifikánsan alacsonyabb volt ez az érték. A Kamaria hibrid esetében is szintén az első vetésidőben mértük a maximális fotoszintézis értéket, azonban itt a harmadik vetésidő is hasonló aktivitást mutatott (4. ábra).

4. ábra: A hibridek fotoszintetikus kapacitás alakulása a különböző vetésidőkben (Debrecen, 2014)

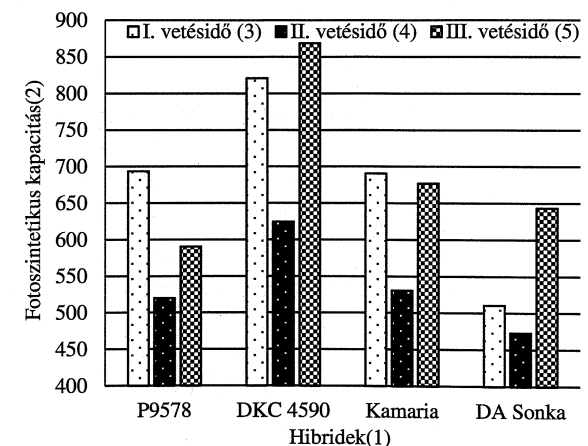


Figure 4: The photosynthetic capacity (Ph.C.) of corn hybrids sown at different sowing times (Debrecen, 2014). Hybrids(1), Photosynthetic capacity(2), 1<sup>st</sup> sowing date(3), 2<sup>nd</sup> sowing date(4), 3<sup>rd</sup> sowing date(5)

**A kukorica hibridek fotoszintetikus kapacitása (Ph.C.) és termése közötti összefüggés**

A DKC 4590 a vetésidőt legjobban toleráló hibrid, hiszen a négy vizsgált hibrid közül minden vetésidőben a legmagasabb Ph.C. értékek mellé a legmagasabb termés-eredmények párosultak (5. ábra). A hibrid a harmadik vetésidőben érte el a termésmaximumát, ehhez képest az első és második vetésidőben megbízhatóan 0,74 t/ha-ral és 1,38 t/ha-ral alacsonyabb eredményeket ért el. A fotoszintézis aktivitása is a termés-eredményekhez hasonló tendenciát követett, ami azt is bizo-

nyítja, hogy a fotoszintézisnek nagy szerepe van a szervesanyag felhalmozódás által a termésképzésben.

A P9578 fotoszintetikus kapacitása már az első vetésidő alkalmával volt a legmagasabb, a legnagyobb termést (11,77 t/ha) viszont a harmadik vetésidőben érte el. A Kamaria hibrid Ph.C. értékeihez hasonlóan termésmennyisége is közel azonos volt az első (11,72 t/ha) és harmadik (11,61 t/ha) vetésidőben. A második vetésidőben a fotoszintézis aktivitásának csökkenésével a termése is szignifikánsan csökkent (10,61 t/ha).

Szintén szignifikáns volt a különbség a DA Sonka hibrid termése között a három vetésidőben. Termés-

maximumát (11,88 t/ha) a fotoszintetikus kapacitáshoz hasonlóan a harmadik vetésidőben érte el. Az első és második vetésidőben elért alacsonyabb Ph.C. értékek mellé alacsonyabb termés-eredmények is párosultak vetésidőtől függően (10,28 t/ha; 10,64 t/ha).

A fotoszintetikus kapacitás és a termés közötti összefüggést lineáris regresszió analízissel is megvizsgáltuk. Az analízis során megállapítható, hogy a fotoszintézisnek nagy szerepe van a termésképzésben. A 6. ábrán is látható, hogy a két tényező közötti kapcsolat igen szoros (R<sup>2</sup>=0,8593).

5. ábra: A termés és a fotoszintézis közötti összefüggés (Debrecen, 2014)

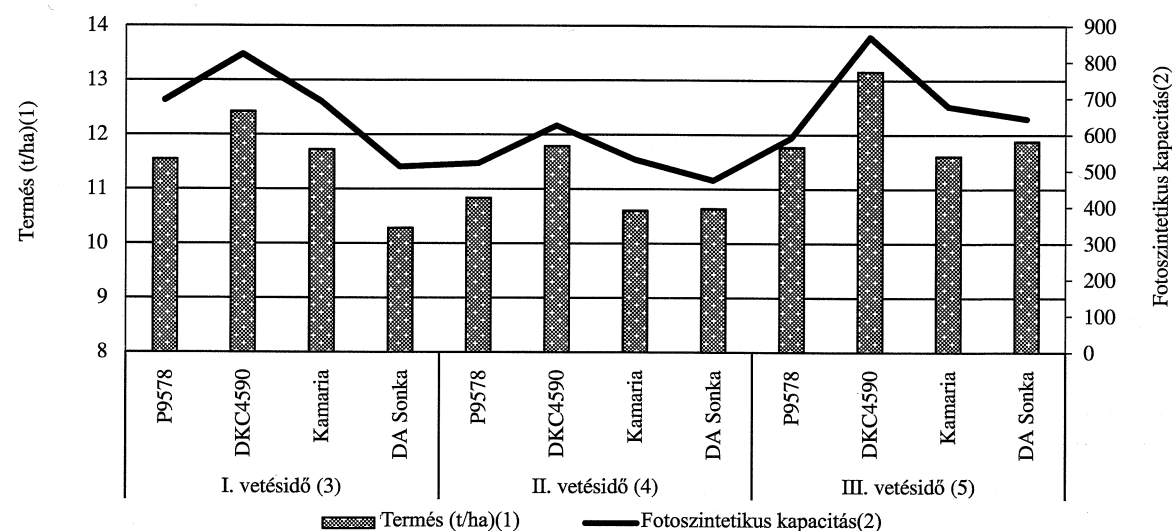


Figure 5: Correlation between of the yield and photosynthesis (Debrecen, 2014). Yield (t ha<sup>-1</sup>)(1), Photosynthetic capacity (Ph.C.)(2), 1<sup>st</sup> sowing date(3), 2<sup>nd</sup> sowing date(4), 3<sup>rd</sup> sowing date(5)

6. ábra: A termés és a fotoszintetikus kapacitás (Ph.C.) közötti lineáris regresszió (Debrecen, 2014)

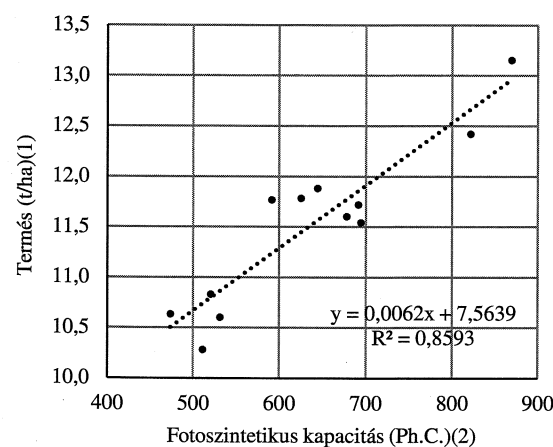


Figure 6: Linear regression between of the yield and photosynthetic capacity (Debrecen, 2014). Yield (t ha<sup>-1</sup>)(1), Photosynthetic capacity (Ph.C.)(2)

**KÖVETKEZTETÉSEK**

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható a levélterület meghatározó szerepe a kukorica hibridek termésképzésében az eltérő vetésidőkben. A vizsgált hibridek zömében a harmadik vetésidő esetén érték el a legalacsonyabb levélterület értéket, emellé pedig a legnagyobb termés-eredmények párosultak. A maximális levélterület-értékek viszont szignifikánsan alacsonyabb termésmennyiség tartozott. Irodalmi adatokkal (Futó, 2003) is összehasonlítva ennek magyarázata lehet, hogy a levélterület növekedésével a szervesanyag-termelés is javul. Egy bizonyos érték elérése után azonban az önárnyékolás és az intenzívebb párologtatás hatására lassul a szervesanyag-felhalmozódás, ezáltal mérséklődik a termésnövekedés.

A fotoszintetikus kapacitás vizsgálata során nagyon szembevető a harmadik vetésidőben a legfiatalabb növények kimagaslóan nagy teljesítménye, ami az eltérő érésidőkkel magyarázható. A korábban vetett növények érése hamarabb indul meg, mint a késői vetésű állományoknak. Egy megkésztet vetésidőben az érés időszaka is elhúzódik, ezáltal a CO<sub>2</sub> megkötése is élénkebb ugyanabban az időszakban a korábbi vetésidőkhöz képest.

Ezáltal a késői vetésű növények vízleadása lassabb, a magasabb terméseredmények mellé magasabb betakarításkori szemnedvesség párosul.

A kukoricatermesztésben a vetésidőt is csak hibrid-specifikus módon célszerű alkalmazni, hiszen ez nem csak a terméseredményt, hanem a termesztés hatékonyságát is nagymértékben képes befolyásolni. Az ered-

ményekből látható, hogy a terméseredmények alakulását nem csak a tenyészidőszak során ható környezeti és agrotechnikai tényezők befolyásolják, hanem egyéb tényezők, mint a levélterület és a fotoszintézis alakulása is meghatározó elem, és mindezen tényezők együtt, egymás hatását módosítva alakítják a termésmennyiséget.

#### IRODALOM

- Berzsenyi Z. (2009): Új kihívások és módszerek a növénytermesztési kutatásban. *Növénytermelés*. 58. 1: 77–91.
- Berzsenyi Z. – Ragab, A. Y. – Lap, D. Q. (1998a): A vetésidő hatása a kukoricahibridek növekedésének dinamikájára 1995-ben és 1996-ban. *Növénytermelés*. 47. 2: 165–180.
- Berzsenyi Z. – Ragab, A. Y. – Lap, D. Q. (1998b): A vetésidő hatása a kukoricahibridek reproductív növekedésének dinamikájára és a szemtermés-komponensekre. *Növénytermelés* 47. 4: 423–436.
- Ding, L. – Wang, K. J. – Jiang, G. M. – Liu, M. Z. – Gao, L. M. (2007): Photosynthetic rate and yield formation in different maize hybrids. *Biologia Plantarum*. 51. 1: 165–168.
- Futó Z. (2003): A levélterület hatása a kukorica terméseredményére trágyázási kísérletben. *Növénytermelés*. 52. 3–4: 317–328.
- Hegyvi, Z. – Spitzkó, T. – Pintér, J. (2005b): Effect of location and year on some agronomical characters of maize hybrids. *Acta Agronomica Hungarica*. 53. 3: 251–259.
- Hegyvi, Z. – Spitzkó, T. – Szőke, C. – Rácz, F. – Berzy, T. – Pintér, J. – Marton, L. Cs. (2005a): Studies on the adaptability of maize hybrids under various ecological conditions. *Cereal Research Res. Communications*. 33. 4: 689–696.
- Janda, T. – Szalai, G. – Ducruet, J. M. – Páldi, E. (1998): Changes in photosynthesis in inbred maize lines with different degrees of chilling tolerance grown at optimum and suboptimum temperatures. *Photosynthetica*. 35. 2: 205–212.
- Lőke, Zs. (2004): Measurement and modelling average photosynthesis of maize. *Journal of Central European Agriculture*. 5. 4: 281–288.
- Pepó P. – Sárvári M. (2013): Agrotechnikai változások. *Magyar Mezőgazdaság*. 68. 14: 24–31.
- Sárvári M. (2003): A tőszám hatása a kukoricahibridek termésére és minőségére. [In: Szász G. et al. (szerk.) 135 éves a debreceni agrár-felsőoktatás.] Debrecen. 306–310.
- Sváb J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest.
- Vári E. (2014): Ökológiai és agrotechnikai tényezők hatásának összehasonlító vizsgálata eltérő fiziológiájú gabonanövényeknél. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem. Debrecen.