

Az istállótrágya és műtrágya hatása a kukorica növekedésére és növekedési mutatóinak dinamikájára, eltérő évjáratokban

MICSKEI GYÖRGYI-JÓCSÁK ILDIKÓ-BERZSENYI ZOLTÁN
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár

Összefoglalás

Kukorica monokultúra tartamkísérletben, hatóanyag-azonosság elve alapján összehasonlítottuk az istállótrágya és a műtrágya hatását a kukorica növekedési mutatóira, három éven keresztül, 2005–2007-ben. Az istállótrágya és a műtrágya hatásának jellemzésére a növekedésanalízis mutatói közül vizsgáltuk a kukoricanövény szárazanyag-termelésének és levélterületének abszolút növekedési rátáját (AGR), a nettó asszimilációs rátáját (NAR) és a levélterület arányát (LAR). Az eredmények értékeléséhez *Hunt* és *Parsons* (1974) által kidolgozott növekedésanalízis programot használtuk, amely magában foglalja a matematikai és statisztikai számításokat is.

Az évjáráthatás elemzése elsősorban a csapadékhiány jelentős terméslimitáló hatására mutatott rá, amelynek következtében, a kísérleti kezelések hatása a kedvezőtlen évjáratokban kevésbé, vagy egyáltalán nem volt mérhető a terméseredményekben. Ugyanakkor az évjáráthatás jól jellemezhető volt a szárazanyag-termelés dinamikájával és a levélterület eltérő szezonizációjával.

Kulcsszavak: kukorica, szárazanyag-termelés, növekedési mutatók, Hunt-Parsons modell

Effect of farmyard manure and mineral fertiliser on the growth and the dynamics of the growth parameters of maize in different years

GY. MICSKEI-I. JÓCSÁK-Z. BERZSENYI

Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

Summary

The effect of farmyard manure (FYM) and mineral fertiliser on the growth parameters of maize was compared on the principle of the equality of active ingredients during a three year interval in a long-term experiment on continuous maize, in 2005–2007. Among the parameters of growth analysis, the absolute growth rate (AGR), net assimilation rate (NAR) and the leaf area ratio (LAR) of the dry matter accumulation and the leaf area were determined in order to characterise the effect of farmyard manure and mineral fertiliser. A growth analysis program was used to evaluate the results developed by *Hunt* and *Parsons* (1974) that involves mathematical and statistical analysis.

The analysis of the year effects mainly elucidated that drought has a major yield limiting consequence in unfavourable years and as a result of which the outcome of the experimental treatments was only partially- or not, measurable on the yield. The year effect could be well characterised by the dynamics of dry matter accumulation with the different seasonal dynamics of leaf area.

Key words: maize, dry matter production, growth parameters, Hunt-Parsons model

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A növekedésanalízis különösen alkalmas módszer a kukoricánövény fejlődésének – mint biomassza produkciónak – és az azt befolyásoló ökológiai és agronómiai faktoroknak komparatív, összehasonlító vizsgálatára. A növekedésanalízis, amely összekötő híd a növényi produkció pusztá leírása és a fiziológiai módszereket alkalmazó analízisek között (*Hunt* 1978) magába foglalja a növények vagy növényi szervek produkciójának kvantitatív tanulmányozását, integrálva a vizsgált rendszerekben és az ökológiailag vagy agronómiailag értelmezhető intervallumokban. A növekedésanalízis és az ökofiziológiai vizsgálatok képezik a gerincét

a növénytermesztési kutatások korszerű termesztésfiziológiai irányzatának. Kukorica kísérletek eredményei alapján *Berzsenyi* (1996) állapította meg, hogy a növekedésanalízis mutatói közül a N-hiány stressz mérésére elsősorban a termésmnövekedés sebessége (CGR) és a levélterület-index (LAI) alkalmas. A kísérleti kezelések termésstabilitását jól jellemezhetjük a stabilitásanalízis variancia és a regresszió módszerével is.

Berzsenyi és *Gyórfy* (1997) megállapították, hogy azokban a kezelésekben volt legnagyobb a termés, amelyekben az istállótrágya hatóanyag-tartalmát fele arányban, illetve teljes egészében NPK-műtrágya formájában juttatták ki. *Árendás* és *Csathó* (2002) eredményei szerint az istálló- és műtrágya együttes alkalmazásának hatékonysága jobb, mint az istállótrágyáé, jól megközelíti, de nem múlja felül a műtrágyáét. A talaj termékenysége istállótrágyázás nélkül is növelhető rendszeres műtrágyázással, kukorica monokultúrában. A jó nitrogén-ellátottság mellett tovább fenntartható az optimális levélfelület index érték és a biomassza tartóssága, ami az asszimilátáknak a szemtermésbe történő áramlása szempontjából kedvező (*Berzsenyi et al.* 2007). Agronómiai szempontból a szárazanyag felhalmozódásnak van a legnagyobb jelentősége, ezért általánosan használják a növekedés dinamikájának mutatójaként.

Vizsgálatunk célja az volt, hogy a hatóanyag-azonosság elvén beállított trágyázási tartamkísérletben adatokat kapjunk az istálló-, ill. a műtrágyázás különböző szintjeinek a kukoricánövény növekedésére gyakorolt hatásáról, valamint a növekedési mutatók dinamikájáról monokultúrában, eltérő évjáratokban.

Anyag és módszer

Kísérleti kezelések

A kisparcellás tartamkísérletet Martonvásáron, az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének kísérleti területén, részben erodált erdőmaradványos csernozjom talajon állították be, 1959-ben. A kísérlet az alábbi 7 kezelést tartalmazza: (1) Kontroll; (2) 35 t/ha istállótrágya; (3) 17,5 t/ha istállótrágya + $N_{1/2}P_{1/2}K_{1/2}$ műtrágya; (4) $N_1P_1K_1$ műtrágya; (5) 70 t/ha istállótrágya; (6) 35 t/ha istállótrágya + $N_1P_1K_1$ műtrágya; (7) $N_2P_2K_2$ műtrágya (a továbbiakban: 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7. kezelés). Az évenként kijuttatott hatóanyag mennyisége (kg/ha) a 2–4. kezelésben: N 66, P_2O_5 38, K_2O 75; az 5–7. kezelésben: N 132, P_2O_5 76, K_2O 150. Az istállótrágyát, valamint a P- és K-műtrágyákat 4 évente összettel juttatjuk ki, legutóbb 2006-ban. A N-műtrágyát 4 évre egyenletesen elosztva adagoljuk.

A kísérletbe a Norma SC, FAO 380-as tenyészidejű maratonvásári kukorica hibridet vetettünk el.

Az évjáráthatás

A vizsgált három év csapadék és hőmérsékleti adatai rendkívül nagy eltéréseket mutatnak egymáshoz, valamint a 30 éves átlaghoz viszonyítva is.

2005-ben igen kedvezően alakult az időjárás a kukorica számára mind a csapadék, mind a hőmérséklet tekintetében a vetés körüli időszakban, ami elősegítette az ideális kelést. 2006-ban a vetés körüli időszakban a szokásos csapadékmennyiségnek csak a fele hullott, ám összességében átlagos évről beszélhetünk. A 2007-es év rendkívül forró volt, minden hónap átlaghőmérséklete 2°C-kal meghaladta a sokéves átlagot.

Mérések

A vizsgálatokat a növekedésanalízis destruktív (direkt) és indirekt módszereivel végeztük. A mintavételt a kukoricánövények 4 leveles fejlettségénél kezdtük meg (a vetéstől számított 22–37. napon), és a fiziológiai érésig folytattuk. A destruktív vizsgálatok során minden kezelésből és ismétlésből mintavételként 3 kukoricánövényt vágunk ki a talaj felszínénél, 14 napos intervallumokban. A növényeket a következő részekre osztottunk fel: zöld levéllemez, szár a levélhüvellyel, címer, buroklevél, csószár, cső és szemtermés. Mértük a növényi részek nedves, illetve száraz tömegét, a levélfelületet, meghatároztuk a levélszámot. Indirekt módszerekkel növényállományban mértük a cső melletti levél területét és klorofill-tartalmát.

Adatelemezés

A kísérleti adatok biometriai értékelését *Sváb* (1973) módszere alapján végeztük és a kapott eredmények kiértékelésére *Hunt-Parsons* (1974) növekedésanalízis programját (HP modell) használtuk. A *Hunt-Parsons* növekedésanalízis program a stepwise regressziós módszer alapján elsőfokú, másodfokú vagy harmadfokú polinomot illeszt az egész növény száraztömegéhez (Y) és az összes levélterülethez (Z), az idő (X) függvényében, illetve megadja a standard hibát és a 95%-os konfidencia határokat (*Berzsenyi* 2000). A különböző trágyázási kezelések hatásának jellemzésére a HP programmal a növekedésanalízis alábbi mutatóit számítottuk ki: (1) abszolút növekedési ráta (AGR, ALGR), (2) relatív növekedési ráta (RGR), (3) nettó asszimilációs ráta (NAR), (4) levél-

terület arány (LAR). A kísérleti adatok feldolgozása IBM kompatibilis számítógépen, SPSS 11.0. for Windows és MSTAT-C programokkal történt.

Kísérleti eredmények

1. Az istállótrágya és műtrágya hatása a terméseredményekre

Mind a három vizsgált évben a kontroll kezelésben kaptuk szignifikánsan a legkisebb termést. 2005 és 2006-ban azonos tendencia mutatkozott a termés-eredményekben: szignifikánsan a legmagasabb terméseket (9,8 és 7,7 t/ha) a 70 t/ha istállótrágyát teljes mértékben helyettesítő NPK-dózisnál kaptuk (7. kezelés), míg 2007-ben az 5. kezelésben (3,4 t/ha), azaz a 70 t/ha istállótrágya alkalmazásakor, ami az istállótrágya pozitív hatásával magyarázható száraz évszabványban. 2007-ben a magas műtrágya dózisu kezeléseknél a termés-eredménye (2,4 t/ha) nem mutatott szignifikáns különbséget a kontroll kezelés termés-eredményével. Az első két vizsgálati évben az istállótrágya + műtrágya kombináció (3. és 6. kezelés) termésre gyakorolt hatása szignifikánsan felülmúlta az istállótrágya hatását (2. és 5. kezelés), azonban alulmaradt a műtrágya formájában kijuttatott azonos NPK-hatóanyag hatásától (4. és 7. kezelés). 2007-ben a kísérleti kezeléseknél hatása kevésbé vagy egyáltalán nem volt mérhető a termés-eredményekben. A terméslimitáló hatás a jelentős csapadékhánnal magyarázható, amely rendkívül rossz termékenyülést és igen nagymértékű termés kiesést okozott (60–85% a 2005-ös évhez képest). A kezeléseknél hatását a kukorica szemtermésére 2005 és 2007 között, az 1. táblázat szemlélteti.

2. Az istállótrágya és műtrágya hatása a kukoricanövény szárazanyag- produkciónak dinamikájára és növekedési sebességére

A Hunt-Parsons program harmadfokú függvényekkel jellemezte az összes szárazanyag-termelés dinamikáját (1. ábra). A növekedési görbék lefutásában jelentkező különbségek mutatják meg a kezeléseknél és az évszabvány hatásait a növény növekedésére. 2005 és 2006-ban jól elkülönültek a különböző kezelések hatásai: a legmagasabb szárazanyag-termelést (278 és 267 g/nap) a 6. és a 7. kezelésben, a legalacsonyabbat (145 és 150 g/nap) a kontroll és a 2. kezelésben kaptuk, míg a 3., 4., és 5. kezelés alkotta a közbelső értékeket.

2007-ben a különböző kezeléseknél kapott szárazanyag-termelés értékei jóval szűkebb határok között változtak, a legmagasabb szárazanyag-termelést (212 és 200 g/nap) 2. és 3. kezelésben, a legalacsonyabbat (178 és 181 g/nap)

a 6. és a kontroll kezelésben kaptuk. A görbék lefutását vizsgálva látható, hogy 2005-ben, az optimális csapadék ellátottságnak köszönhetően, a növekedési időszak végén a görbe nem mutatott maximum pontot, a növekedés tovább folytatódott.

1. táblázat. *A trágyázás hatása a kukorica szemtermésére eltérő évjáratokban Martonvásár, 2005–2007*

Kezelések (1)	Szemtermés t/ha (2)		
	2005	2006	2007
1. Kontroll	4,30	3,99	2,49
2. 35 t/ha istállótrágya	6,00	4,88	3,01
3. 17,5 t/ha istállótrágya + N _{1/2} P _{1/2} K _{1/2} műtrágya	7,70	6,01	3,18
4. N ₁ P ₁ K ₁ műtrágya	8,00	6,28	3,11
5. 70 t/ha istállótrágya	6,81	5,17	3,35
6. 35 t/ha istállótrágya + N ₁ P ₁ K ₁ műtrágya	9,22	6,25	2,44
7. N ₂ P ₂ K ₂ műtrágya	9,82	7,69	2,32
SzD _{5%} (3)	0,82	0,95	0,51

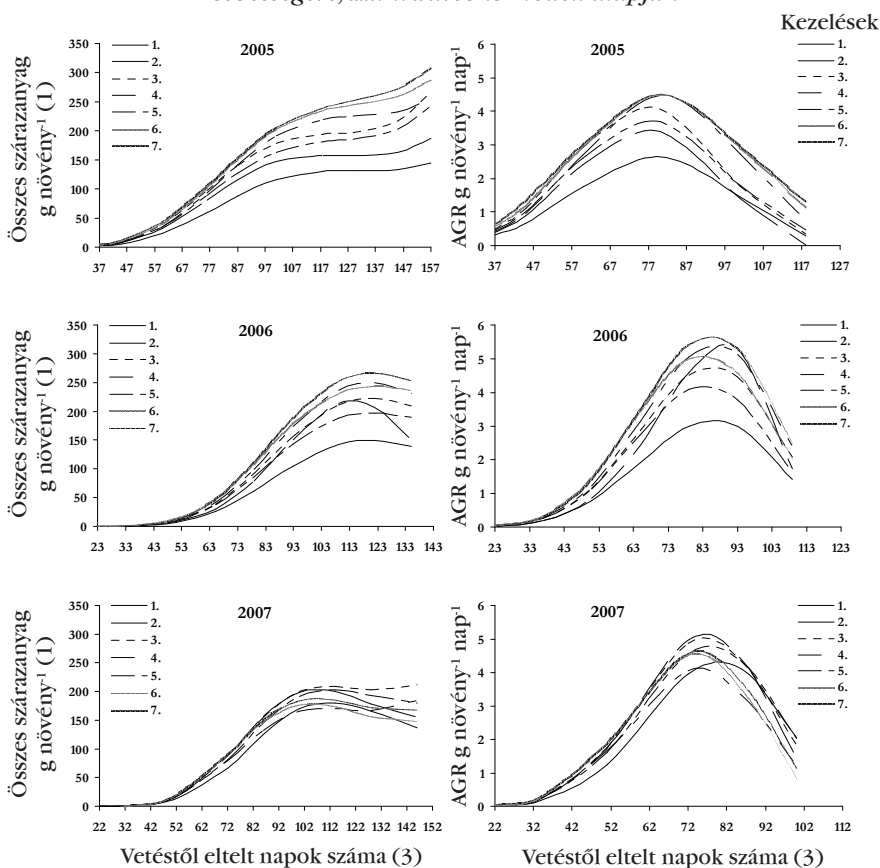
Table 1. Effect of fertilisation treatments on maize grain yield over years (Martonvásár, 2005–2007). (1) Treatments: 1. Control; 2. 35 t ha⁻¹ FYM; 3. 17.5 t ha⁻¹ FYM + N_{1/2}P_{1/2}K_{1/2}; 4. N₁P₁K₁; 5. 70 t ha⁻¹ FYM; 6. 35 t ha⁻¹ FYM + N₁P₁K₁; 7. N₂P₂K₂. (2) Grain yield t ha⁻¹, (3) LSD_{5%}.

A száraz 2006-os évben, a növekedési időszak végén a szárazanyag-produkció mindegyik trágyakezelésnél a maximum elérése után határozottan csökkent. A 2007-es, aszályos évjáratban a szárazanyag-produkció maximum értékei minden kezelésben alacsonyabbak voltak és a növény korábban érte el, mint 2006-ban. A statisztikai értékelés során mindhárom évben szignifikáns különbséget állapítottunk meg a kezelések között.

A szárazanyag-produkció dinamikájának trágyázástól függő eltéréseit pontosan visszatükrözi az abszolút növekedési sebesség. Az összes szárazanyag abszolút növekedési sebességének maximum és átlagos értékeivel jól lehet jellemezni az évjáratot is (2. táblázat). A abszolút növekedési sebesség dinamikájára jellemző, hogy fokozatosan nő a maximumig és ezt követően csökken (Berzsenyi 1996). 2005–2006-ban a kontrollkezelés abszolút növekedési sebességének görbéje jól elkülönült a többi trágyakezelés görbéjétől, de 2007-

ben értékei felülmúlták a 4. kezelés értékeit. A különböző kezelésekben kapott abszolút növekedési sebesség görbéire is jellemző volt, hogy szűkebb értékhatárok között változtak, mint 2005–2006-ban.

1. ábra. A trágyázási kezelések és az évjárat hatása (2005–2007) a kukoricánövény összes szárazanyag termelésének dinamikájára és abszolút növekedési sebességére, Hunt-Parsons modell alapján



(4) Kezelések: 1. Kontroll; 2. 35 t/ha istállótrágya; 3. 17,5 t/ha istállótrágya + $N_{1/2}P_{1/2}K_{1/2}$ műtrágya; 4. $N_1P_1K_1$ műtrágya; 5. 70 t/ha istállótrágya; 6. 35 t/ha istállótrágya + $N_1P_1K_1$ műtrágya; 7. $N_2P_2K_2$ műtrágya.

Figure 1. Effect of fertilisation and years (2005–2007) on the dynamics of total dry matter production and absolute growth rate of the maize plant based on the Hunt-Parsons model. (1) Dry matter g plant⁻¹, (2) Absolute growth rate (AGR) g plant⁻¹ day⁻¹, (3) Number of days from sowing, (4) Treatments: 1. Control; 2. 35 t ha⁻¹ FYM; 3. 17.5 t ha⁻¹ FYM + $N_{1/2}P_{1/2}K_{1/2}$; 4. $N_1P_1K_1$; 5. 70 t ha⁻¹ FYM; 6. 35 t ha⁻¹ FYM + $N_1P_1K_1$; 7. $N_2P_2K_2$.

2. táblázat. A trágyázás hatása a kukoricánövény növekedési mutatóira, eltérő évjáratokban
Martonvásár, 2005–2007

Növekedési mutatók (1)	Év (2)	Trágyázási kezelések (3)						
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Összes szárazanyag abszolút növekedési sebességének maximuma (AGR) g növény ⁻¹ nap ⁻¹ (4)	2005	2,60	3,42	4,10	4,33	3,68	4,39	4,41
	2006	3,00	5,26	4,51	5,11	4,08	5,00	5,42
	2007	4,09	4,97	4,87	4,06	4,54	4,51	5,57
Összes szárazanyag átlagos abszolút növekedési sebessége (AGR) g növény ⁻¹ nap ⁻¹ (5)	2005	1,19	1,63	1,83	2,05	1,72	2,26	2,35
	2006	1,48	2,16	2,20	2,47	1,95	2,40	2,63
	2007	1,92	2,13	2,18	1,75	2,13	1,83	1,93
Levélterület abszolút növekedési sebességének maximuma (ALGR) cm ² növény ⁻¹ nap ⁻¹ (6)	2005	107,77	81,46	102,76	113,66	109,39	132,92	89,88
	2006	91,51	118,26	133,69	150,64	118,68	148,22	158,16
	2007	111,67	122,66	142,44	130,25	102,80	118,83	129,42
Levélterület átlagos abszolút növekedési sebessége (ALGR) cm ² növény ⁻¹ nap ⁻¹ (7)	2005	58,11	52,03	68,51	78,87	67,91	86,57	68,60
	2006	49,19	64,30	72,39	80,29	62,99	78,70	84,28
	2007	60,63	61,64	71,67	61,38	47,62	59,29	64,35
Nettó asszimilációs ráta (NAR) g m ⁻² nap ⁻¹ (8)	2005	8,24	9,54	8,95	9,02	8,78	9,00	8,84
	2006	8,24	8,74	8,78	9,47	8,77	9,07	9,03
	2007	8,73	9,94	8,44	9,44	9,43	9,33	9,22
Levélterület arány (LAR) cm ² g ⁻¹ (9)	2005	53,85	50,12	54,13	53,36	51,89	48,31	50,95
	2006	78,54	77,28	79,41	75,47	78,93	76,78	78,17
	2007	82,10	77,38	90,71	88,57	84,60	89,10	89,00

Table 2. Effect of fertilisation treatments on the growth parameters of the maize plant over years (Martonvásár, 2005–2007). (1) Growth parameters, (2) Year, (3) Treatments: 1. Control; 2. 35 t ha⁻¹ FYM; 3. 17.5 t ha⁻¹ FYM + N_{1/2}P_{1/2}K_{1/2}; 4. N₁P₁K₁; 5. 70 t ha⁻¹ FYM; 6. 35 t ha⁻¹ FYM + N₁P₁K₁; 7. N₂P₂K₂. (4) Maximum absolute growth rate for total dry matter (AGR) g plant⁻¹ day⁻¹, (5) Mean absolute growth rate for total dry matter (AGR) g plant⁻¹ day⁻¹, (6) Maximum absolute growth rate of the leaf area (ALGR) cm² plant⁻¹ day⁻¹, (7) Mean absolute growth rate of the leaf area (ALGR) cm² plant⁻¹ day⁻¹, (8) Net assimilation rate (NAR) g m⁻² day⁻¹, (9) Leaf area ratio (LAR) cm² g⁻¹.

3. Az istállótrágya és műtrágya hatása a levélterület szezonális dinamikájára és növekedési sebességére

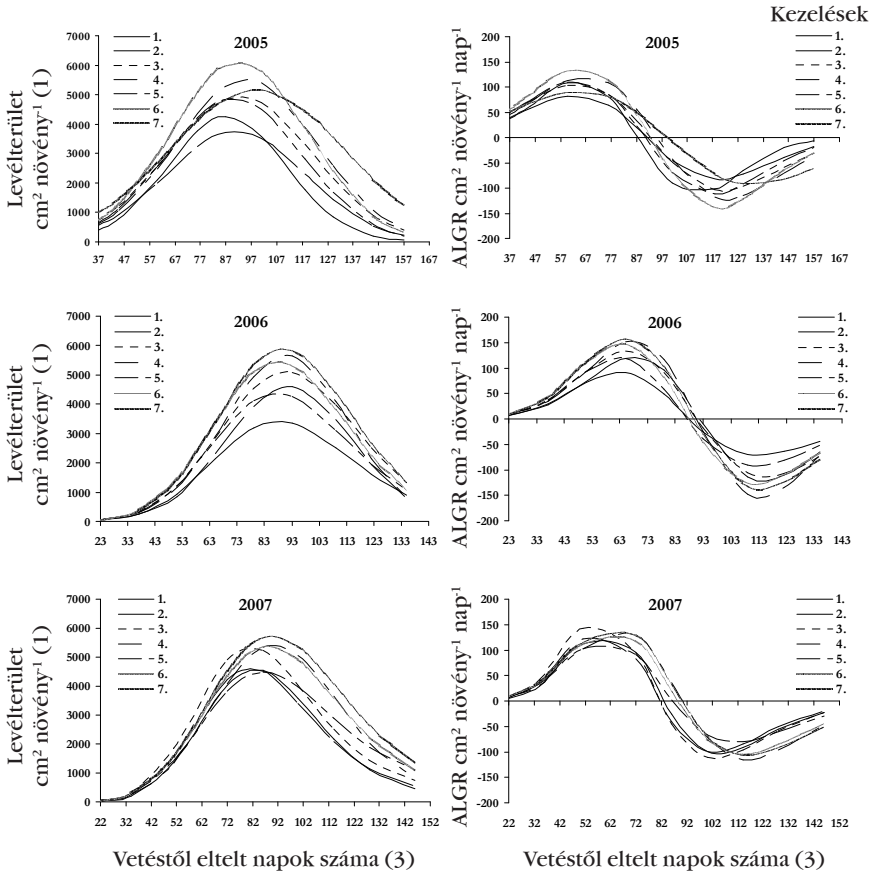
A trágyakezelések és az évjárat hatását a levélterület szezonális dinamikájával és az abszolút növekedési sebességgel (ALGR) is jellemeztük. A *Hunt-Parsons* program 2005-ben másodfokú, 2006-ban másod- és harmadfokú, 2007-ben harmadfokú függvényt illesztett a levélterület növekedés dinamikájához. A levélterület szezonális dinamikájában 2005-ben és 2006-ban a hét kezeléshatás jól elkülöníthető volt, míg 2007-ben a kezelések közötti különbségek jelentősen lecsökkentek (2. ábra). 2005-ben a maximális levélterület értékek az 1. és 2. kezelésben voltak a legalacsonyabbak (3716, 4241 cm²), és a 6. és 7. kezelésben a legmagasabbak (5390, 5990 cm²). 2005-ben a levélterület maximális értékei minden kezelésben négy hétig tartósan megmaradtak, ami biztosította az ideális körülményeket a termés kialakulásához. 2006-ban nőtt a kezelések közötti különbség a levélterület maximális értékében. Legalacsonyabb a kontroll kezelésben (3353 cm²), legmagasabb a 7. kezelésben (5845 cm²) volt. 2006-ban a 2. és 5. kezeléseknél a levélterület maximális értékei csak két hétig maradtak fenn, míg a többi kezelés esetében több, mint négy héten keresztül. 2007-ben a 7., 6. és 4. kezelésben kaptuk a legmagasabb levélterület maximum értékeket (5690–5346 cm²), amely csak igen rövid ideig maradt fenn, s a maximum elérése után hirtelen csökkenni kezdett. A 3. kezelésben kapott levélterület dinamikájának görbéje elkülönül a többi kezeléstől. A 2007 nyarán bekövetkezett jelentős csapadékhiány az 1., 2. és 5. kezelés esetében okozott jelentős csökkenést a levélterület maximum értékekben (4533–4486 cm²), ami jelentős kihatással volt a termésképződésre is. A varianciaanalízis a levélterület értékek szignifikáns különbségét mutatta ki a különböző kezeléseknél, minden vizsgált évben.

A levélterület növekedését jellemzi a növekedés fokozódása a maximumig, majd fokozatos csökkenése, egészen a növekedés befejeződéséig, azaz a 0 pont eléréséig. Ezt követően a levélterület erőteljes csökkenésének időszaka következik és tart a minimum pontig, amely után a leszáradás sebessége csökken. A levélterület abszolút növekedési sebességének maximum és átlagos értékeivel jól lehet jellemezni az évjáráthatást is (2. táblázat).

Az abszolút növekedési sebesség maximumát azonos időben mértük 2005-ben (vetés utáni 60. napon) és 2006-ban is (vetés utáni 65. napon) minden kezelésben, míg 2007-ben az 1., 2., 3. és 5. kezelés esetében három héttel korábban (a vetés utáni 50. napon), mint a 4., 6. és 7. kezelésben (vetés utáni

70. napon). 2006-ban a levélfelület növekedése minden kezelésben közel azonos időpontban fejeződött be (a vetés utáni 88–93. nap között).

2. ábra. A trágyázási kezelések és az évjárat hatása (2005–2007) a kukoricánövény levélfelület szezondinamikájára és abszolút növekedési sebességére, Hunt-Parsons modell alapján



(4) Kezelések: 1. Kontroll; 2. 35 t/ha istállótrágya; 3. 17,5 t/ha istállótrágya + $N_{1/2}P_{1/2}K_{1/2}$ műtrágya; 4. $N_1P_1K_1$ műtrágya; 5. 70 t/ha istállótrágya; 6. 35 t/ha istállótrágya + $N_1P_1K_1$ műtrágya; 7. $N_2P_2K_2$ műtrágya.

Figure 2. Effect of fertilisation and years (2005–2007) on the seasonal dynamics of the leaf area and the absolute growth rate of the maize plant based on the Hunt-Parsons model. (1) Leaf area $\text{cm}^2 \text{ plant}^{-1}$, (2) Leaf area growth rate (ALGR) $\text{cm}^2 \text{ plant}^{-1} \text{ day}^{-1}$, (3) Number of days from sowing, (4) Treatments: 1. Control; 2. 35 t ha^{-1} FYM; 3. 17.5 t ha^{-1} FYM + $N_{1/2}P_{1/2}K_{1/2}$; 4. $N_1P_1K_1$; 5. 70 t ha^{-1} FYM; 6. 35 t ha^{-1} FYM + $N_1P_1K_1$; 7. $N_2P_2K_2$.

4. Az istállótrágya és műtrágya hatása a növekedési mutatók átlagos és maximális értékeire

A mintavételi adatok feldolgozása során a növekedési mutatókat először trágyázási kezelésként számítottuk ki, mindegyik mintavételi időszakra. A növekedési mutatók közül az AGR, az ALGR, az RGR, a NAR, és a LAR mutatók átlagos és maximális értékeit határoztuk meg *Hunt et al.* (2002) módszere alapján.

A NAR (fiziológiai jellemző), és a LAR (morfológiai jellemző) átlagos értéket kezelésként és évenként a 2. táblázat tartalmazza. A nettó asszimilációs ráta a kezelések átlagában 2007-ben volt a legmagasabb (9,22 g/m²/nap), míg 2005 és 2006-ban alacsonyabb értékeket kaptunk (8,91 és 8,87 g/m²/nap), s közöttük szignifikáns különbséget nem találtunk. 2007-ben az aszályos, de igen meleg időjárás eredményezte a nagy levélfelületet, ami a levélterület arány értékeiben is megmutatkozott, a kezelések átlaga 85,92 cm²/g volt. 2006-ban a LAR átlagos értéke 77,80 cm²/g, 2005-ben 51,80 cm²/g értékkel volt jellemezhető.

Következtetések

A varianciaanalízis eredményei alapján megállapítottuk, hogy a különböző szintű istálló-, és műtrágya kezelések jelentősen befolyásolják a növény szárazanyag-felhalmozódásának dinamikáját és a levélterület növekedését. Az eltérő trágyakezelések szignifikánsan befolyásolják a szárazanyag termelés növekedési rátáját (AGR), a levélterület abszolút növekedési rátáját (ALGR), a nettó asszimilációs rátát (NAR) és a levélterület arányt (LAR). Az évjáráthatás jól jellemezhető a szárazanyag termelés dinamikájával és a levélterület eltérő szezonizációjával. Az összes szárazanyag és a levélterület abszolút növekedési sebességének maximum és átlagos értékei szintén jól jellemezik az eltérő évjáratok hatását.

IRODALOM

Árendás, T.–Csathó, P.: 2002. Comparison of the effect of equivalent nutrients given in the form of farmyard manure or fertilizers in Hungarian long-term field trials. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 30: 2861–2878.

- Berzsenyi Z.:* 1996. A N-műtrágyázás hatásának vizsgálata a kukorica (*Zea mays* L.) növekedésére Hunt-Parsons modellel. Növénytermelés. 45. 1: 35-52.
- Berzsenyi Z.-Gyórfly B.:* 1997. Az istállótrágya és a műtrágya hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és termésstabilitására monokultúra tartamkísérletben. Növénytermelés. 46. 4: 509-527.
- Berzsenyi, Z.:* 2000. Növekedésanalízis a növénytermesztésben. Egyetemi jegyzet PhD hallgatóknak. Pannon Agrártudományi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely.
- Berzsenyi, Z.-Lap, D. Q.-Micskei, Gy.-Sugár, E.-Takács, N.:* 2007. Effect of maize stalks and N fertilisation on the yield and yield stability of maize (*Zea mays* L.) grown in a monoculture in a long-term experiment. Cereal Res. Commun. 35: 249-252.
- Hunt, R.:* 1978. Plant growth analysis. Studies in Biology. No. 96. Arnold. London.
- Hunt, R.-Causton, D. R.-Shipley, B.-Askew, P.:* 2002. A modern tool for classical plant growth analysis. Annal of Botany. 90: 485-488.
- Hunt, R.-Parsons, I. T.:* 1974. A computer program for deriving growth-functions in plant growth analysis. J. Appl. Ecol. 11: 297-307.
- Sváb J.:* 1973. Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Micskei Györgyi-Jócsák Ildikó-dr. Berzsenyi Zoltán
MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete
Martonvásár
Brunszvik u. 2.
H-2462