

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A TÁPANYAGELLÁTÁS HATÁSA A SILÓCIROK
(*SORGHUM BICOLOR L. /MOENCH*) TÁPELEM-FELVÉTELÉRE,
SZÁRAZANYAG-FELHALMOZÁSÁRA ÉS TERMÉSHOZAMÁRA**

Készítette:

NÉMETH TAMÁS

Témavezetők:

Dr. Izsáki Zoltán

mezőgazdaság tudományok kandidátusa

Dr. Pepó Péter

MTA doktora



DEBRECENI EGYETEM

Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok

Doktori Iskola

Debrecen, 2009

PhD thesis

**EFFECT OF NUTRIENT SUPPLY ON NUTRIENT UPTAKE, DRY MATTER
ACCUMULATION AND YIELD OF SWEET SORGHUM
(*SORGHUM BICOLOR L. /MOENCH*)**

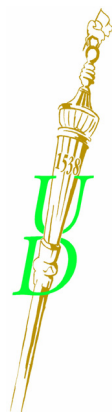
By:

NÉMETH TAMÁS

Supervisors:

Dr. Izsáki Zoltán DSc

Dr. Pepó Péter DSc



UNIVERSITY OF DEBRECEN

Hankóczy Jenő Doctoral School of Plant Production, Horticulture and Food Science

Debrecen, 2009

1. BEVEZETÉS

A cirok világviszonylatban az ötödik legfontosabb gabonaféle a búza, rizs, kukorica és az árpa után, s mintegy 30 országban több mint 500 millió ember számára alapvető élelmezési cikk, amelyet napjainkban 42 millió hektáron termesztnek a világ 98 országában. Földünk teljes cirok termőterületének 59%-a Afrikában található, 25%-a Ázsiában, 11%-a Észak- és Közép-Amerikában, valamint 4%-a Dél-Amerikában. Európa cirok termesztése 1% alatti, Dél-Európában az összes vetésterület nem éri el az 1 millió hektárt. A megtermelt mennyiség alapján Ázsia 46%-kal, Afrika 27%-kal, Észak-és Közép-Amerika 21%-kal, míg Dél-Amerika 6%-kal részesedik a világ cirok termesztéséből (ICRISAT; THE WORLD SORGHUM AND MILLET ECONOMIES, 2007).

A cirokfélék rendkívül értékes növények, melyek közül kiemelt jelentőséggel bír az értekezésem fókuszában lévő silócirok, amely amellet, hogy értékes tömegtakarmányt ad, a cukorcirok típusú fajtáknál a szárlé magas, akár 17-20%-os cukortartalma révén hektáronként jelentős mennyiségű cukor is megtermelhető vele. A fajták e csoportját édescirokként vagy cukorcirokként (sweet sorghum) ismeri a hazai és nemzetközi szakzsargon.

A silócirokkal foglalkozó viszonylag szűk, de annál elhivatottabb és kvalifikáltabb kutatói, nemesítői réteg jól ismeri e növény legendás ellenálló képességét, szárazságtűrését, növekedési erélyét, nagyszerű beltartalmi paramétereit, amelyek alkalmassá teszik kiváló minőségű szilázs készítésére. Az utóbbi években több jeles szakember hívta fel a figyelmet hazánk cirok termesztésének várható fellendülésére. HARMATI (1997) szerint a szárazabbá, melegebbé váló időjárásunk és a megváltozott tulajdon - és közgazdasági viszonyok a kukorica vetésterület kényszerű csökkenését idézhetik elő napjainkban. A gyengébb termékenységű aszályos termőhelyeken a takarmány szükséglet bizonyos hányadát a biztonságosabban termesztető takarmánycirokkal lehet érdemes fedezni, ami a vetésterület növekedését eredményezheti.

Van egy másik aspektusa is a ciroktermesztésnek, ami csak az utóbbi évtizedben került a szűk szakmai berkeken kívül is a közérdeklődés fókuszába. Ez pedig a cukorcirok energianövényként való hasznosítása. A kutatás e témában a nemzetközi

trendekhez hasonlóan hazánkban is elindult, s agrár- valamint műszaki szakemberek, kutatók, vegyészek kezdték meg éveken tartó munkájukat, hogy feltárják e sokat ígérő növény tucatnyi érdekes jellemzőjét és eldöntsék, valóban alkalmas-e a cukorcirok Magyarországon bioenergia gazdaságos előállítására.

A Tessedik Sámuel Főiskola Mezőgazdasági, Víz- és Környezetgazdálkodási Kara részt vett az „Integrált technológiai rendszer kifejlesztése a megújuló energiaforrások környezetbarát hasznosítására (NKFP 3/012)”, valamint a „Biomasszára alapozott, komplex, kapcsolt hő- és villamosenergia előállítási technológia” kutatási projektekben, amelyben minden résztvevő partnerre egy-egy kutatási résztevékenység várt. Ránk részben a cukorcirok tápanyagellátásának kutatása hárult. Karunk Mezőgazdaságtudományi Intézetének Kísérleti Telepén Izsáki Zoltán professzor vezetésével volt szerencsém részt venni ebben a kutatómunkában, melynek célja a Róna 4 cukorcirok típusú silócirok hibrid tesztelése volt az Intézet műtrágyázási tartamkísérletében.

2. CÉLKITŰZÉS

A cukorcirokkal foglalkozó szakirodalom széles vertikumát feldolgozva arra a következtetésre jutottam, hogy számos neves kutató és gyakorlati szakember (Surányi, Józsa, Bajai, Barabás, Bányai, Faragó, Bárdossy, Batári, Kósa, Bács, Fazekas, Harmati, Gyuris, Lazányi, Keresztesy, Mikes, Siklósiné) foglalkozott és jelenleg is foglalkozik hazánkban e több szempontból is ígéretes növénnyel, azonban a cukorcirok szárazanyag-felhalmozásával, növekedés-dinamikájával, tápelem-felvételének ütemével kapcsolatos kutatási eredmények száma viszonylag alacsony.

Ph.D. kutatásom célkitűzéseit e felismerés alapján fogalmaztuk meg Dr. Izsáki Zoltán és Dr. Pepó Péter témavezetőimmel a 2002-2004-es kísérleti évekre, amelyeket az alábbiakban foglalok össze:

- Szabadföldi vizsgálatok során kéthetente végzett mérésekkel meghatározni a tápanyagellátottság hatását cukorcirok zöldtermésére, valamint meghatározni a zöldtömeg növekedésének dinamikáját;
- Kéthetente végzett mérésekkel meghatározni a tápanyagellátottság hatását a cirok szárazanyag-hozamára, valamint meghatározni a szárazanyag-felhalmozás dinamikáját;

- A begyűjtött mintákból megvizsgálni a növényi szövetek aktuális tápelemtartalmát (az alábbi elemekre: N, P, K, Na, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe), s feltérképezni a tápelemtartalom változásának ütemét;
- A jellemző fejlődési fázisban mért szárazanyagtartalom és a tápelemtartalom ismeretében meghatározni a cukorcirok tápelemfelvételét, valamint tápelemfelvételi dinamikáját a tenyészidő folyamán;
- Összefüggések feltárása a cukorcirok vizsgált paraméterei és a különböző évjáratok hatásai között;
- Megvizsgálni a tápanyagellátottság cukortartalomra és hektáronkénti cukorhozamra gyakorolt hatását;
- Meghatározni a cukorcirok cukor felhalmozási dinamikáját;
- A vizsgált N-P-K kezelés kombinációkból meghatározni illetve pontosítani a cukorcirok fajlagos és hektáronkénti tápanyagigényét.

3. A VIZSGÁLATOK ANYAGA ÉS MÓDSZERE

3.1. A kísérlet kezelése és elrendezése

A Tessedik Sámuel Főiskola Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kara Mezőgazdaságtudományi Intézete 1989-ben műtrágyázási tartamkísérletet állított be Szarvason, csernozjom réti talajon 4-4 N, P és K-ellátottsági szinten, teljes kezeléskombinációban, azaz $4^3 = 64$ trágyakezeléssel, kétszeresen osztott parcellás elrendezésben, három ismétlésben, évente négy jelzőnövényel, kiterített vetésforgóban. A cukorcirok a tartamkísérletben 2001-2005 között szerepelt, előveteménye rostkender volt. Dolgozatomban a 2002-2004-es kísérleti évek adatait dolgoztam fel.

Kísérletünkben a N-, P- és K-ellátottság külön tényezőként szerepelt a következő kezelésekkel:

"A" tényező kezelése:

K_0 = K-trágyázás nélkül

K_1 = 100 kg ha⁻¹ K₂O évente

K_2 = 600 kg ha⁻¹ K₂O 2001 őszén, a 8. év után megismételt feltöltő trágyázás

K_3 = 1200 kg ha⁻¹ K₂O 2001 őszén, a 8. év után megismételt feltöltő trágyázás

"B" tényező kezelései:

$P_0 = \text{P-trágyázás nélkül}$

$P_1 = 100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ évente}$

$P_2 = 500 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ 2001 őszen, a 8. év után megismételt feltöltő trágyázás}$

$P_3 = 1000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ 2001 őszen, a 8. év után megismételt feltöltő trágyázás}$

A K_2 és K_3 és P_2 és P_3 nagy adagú feltöltő trágyázás célja az egymástól jól elkülönülő tápelem ellátottsági szintek kialakítása volt a tápláltsági szituációk tanulmányozásához.

"C" tényező kezelései:

$N_0 = \text{N-trágyázás nélkül}$

$N_1 = 80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N évente}$

$N_2 = 160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N évente}$

$N_3 = 240 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N évente}$

A 64 trágyakezelésből 15-öt jelöltünk ki a kísérleti feladatok megvalósításához, melyek az alábbiak voltak:

$N_0P_0K_0$

$N_1P_1K_1$

$N_0P_3K_3$

$N_1P_0K_0$

$N_0P_2K_2$

$N_2P_3K_0$

$N_2P_0K_0$

$N_1P_2K_0$

$N_2P_0K_3$

$N_3P_0K_0$

$N_1P_0K_2$

$N_2P_3K_3$

$N_1P_1K_0$

$N_1P_2K_2$

$N_3P_3K_3$

A parcellák bruttó területe 20 m^2 , nettó területe pedig $10,4 \text{ m}^2$ volt. A kísérletben a 64 kezelés 3 ismétlésben került beállításra, így a 192 parcellából álló kísérleti terület $0,4 \text{ ha}$ -t tett ki.

Az alkalmazott fajta

Az alkalmazott fajta Róna 4 cukorcirok típusú középérésű silócirok hibrid volt, melyet a Szegedi Gabonakutató KHT bocsátott rendelkezésünkre.

3.2. Talajadottságok

A Mezőgazdaságtudományi Intézet Galambosi Kísérleti Telepének talaja mélyben karbonátos csernozjom réti talaj, a humuszos réteg vastagsága $85\text{-}108 \text{ cm}$, a művelt réteg $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ -ja $5,0\text{-}5,2$, humusztartalma $2,8\text{-}3,2 \%$, CaCO_3 -ot nem tartalmaz, kötöttsége (K_A) 50 , agyagtartalma 32% . A talajvíz átlagos mélysége $300\text{-}350 \text{ cm}$. A talaj

tápanyagtartalmának vizsgálatát 60 cm mélységig 10 cm -enként Eikelkampf típusú talajmintavevővel minden év őszén, valamint a N-vizsgálatokat minden év tavaszán is elvégeztük. A talajminták vizsgálatát a békéscsabai DANAV laboratórium végezte el számunkra. A talaj tápelemellátottsági szintjeit trágyakezelésenként a három kísérleti évben az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat. A talaj N-, P- és K-ellátottsága trágyázási szintenként (Szarvas, 2001-2004)

Vizsgálat ideje	NO ₃ -N kg ha ⁻¹ a 0-60 cm-es talajrétegben			
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
2001. ősz	41	43	54	84
2002. tavasz	63	90	182	206
2002. ősz	27	31	48	55
2003. tavasz	37	56	64	79
2003. ősz	44	63	69	88
2004. tavasz	59	97	142	195
	AL-P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹ a művelt rétegben			
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
2001. ősz	120	153	176	295
2002. ősz	128	183	195	339
2003. ősz	139	198	222	362
	AL-K ₂ O mg kg ⁻¹ a művelt rétegben			
	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃
2001. ősz	229	323	334	425
2002. ősz	215	347	394	465
2003. ősz	206	321	367	453

3.3. A kísérlet metodikája, a mintavételezések módja, ideje

A silócirok vetésére mindhárom kísérleti évben április 30-án került sor 65 cm-es sortávolság mellett, folyóméterenkénti 25-26 db maggal, 4 cm-es vetési mélységben. A vetőmag aktuális használati értéke mellett ez hektáronkénti 282600-286160 db csírárt jelentett, ami az egyes kísérleti években a betakarításig 5-10%-kal csökkent (263-265 ezer tő ha⁻¹), amit azonban az állomány a bokrosodással kompenzált (5-6 mellékhajtás db tő⁻¹). A száraz, meleg időjárás miatt az állomány 2003-ban olyan mértékben hiányos volt, hogy a méréseink eredményei nem lettek volna megfelelőek és ezért az állományt felszámoltuk. A második vetésre azonos magmennyiség mellett június 12-én került sor.

A kelés utáni 30. napot követően kezdtük meg az állomány mintázását, amit kéthetente végeztünk el a viaszérettségben végzett betakarításig.

A mintavételezések során SVÁB, 1973; ELEK és KÁDÁR, 1980; KÁDÁR, 1980; KÁDÁR és ELEK, 1983; KÁDÁR, 1987 mintavételezésre vonatkozó módszertani leírásait és ajánlásait alapul véve kezelésként és ismétlésként 15 növényt gyűjtöttünk be, a középső sorokból 5-5 db-ot véletlenszerűen kiválasztva. A mintázott kezelésekből így minden mintavételkor 45 db növényt vizsgáltunk meg.

Vizsgálataink során meghatároztuk a területegységre jutó növényszámot, a bokrosodás mértékét, növénymagasságot, a zöldtömeget és a minták fóliasátorban történő szárítását követően a száraztömeget. Ezután a mintákból az Intézetünk laboratóriumában, szárítószekrényben súlyállandóságig történő szárítással határoztuk meg a szárazanyagtartalmat. A földfeletti növényi részek átlagos tápelemtartalmát gyűjtött mintákból a békéscsabai DANAV laboratórium határozta meg számunkra 10 tápelemre (N, P, K, Na, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe).

A cukortartalmat a virágzáskor, majd a viaszérés kezdetén és a viaszérés végén határoztuk meg a csak nitrogén ellátásban részesült kezelésekből. Ekkor a begyűjtött mintákból kiválasztottunk 15 növényt, a szárákról a leveleket eltávolítottuk, s a csupasz cirok szárazakat 15 cm -es darabokra aprítottuk fel. A mintákat azonnal hűtőtáskában a Szegedi Egyetem Gyógyszerészeti Karának Laboratóriumába szállítottuk a szárlé mennyiségének és cukortartalmának vizsgálatára.

A vizsgálati eredmények matematikai-statisztikai értékelését SVÁB (1973) szerinti variancia analízis módszerével végeztük.

A betakarítás 2002-ben augusztus 22-én kezdődött, 2003-ban szeptember 23-án, 2004-ben pedig augusztus 21-én, a viaszérés fázisában.

3.4. Időjárási viszonyok

A 2002-es év tenyészidőszakának csapadékösszege kielégítő volt, a csapadék eloszlása azonban problémákat okozott. A téli és nyári félév csapadékösszege 471 mm volt, ami a sokévi átlag alatt volt 12 %-al, a 40 mm öntözővízzel (az öntözővíz hasznosulás határfoka: 80%) korrigálva az összeg 510 mm-re módosult. A 2002-es évjárat nyári félévének átlaghőmérséklete 1 °C-kal haladta meg a sokévi átlagot, a május 3 °C-kal, a június és a július 2-2 °C-kal volt melegebb a sokévi átlagnál. A 2003-as kísérleti év rendkívül száraz és aszályos volt. A téli félév csapadékösszege az 1901-1975 -ös átlagnak megfelelően alakult (212 mm), a nyár azonban rendkívül száraz volt. A nyári félév csapadékösszege csupán 96,4 mm volt, szemben a 313 mm-es sokévi

átlaggal. A téli és nyári félév csapadékösszege 410 mm volt, amelyet az öntözés 490 mm-re módosított, ami így a sokévi átlagtól több mint 40%-kal maradt el. A tenyészidőszak átlaghőmérséklete májusban és júniusban 4-4 °C-kal, júliusban 1 °C-kal, augusztusban pedig 3 °C-al haladta meg az átlagot. A 2004-es kísérleti év téli félévében 10%-kal több csapadék hullott a sokévi átlagnál. A nyári félévben is elegendő eső esett, azonban az áprilisi csapadék mennyisége mintegy 12 mm-rel meghaladta a sokévi átlagot, s a párás mikroklíma erőteljes levéltetű fertőzést eredményezett. A május kifejezetten száraz volt, a regisztrált 38 mm csapadék a hónap utolsó napjaiban hullott. Az említett tényezők visszavetették a cirok kezdeti fejlődését. A június átlagos volt, míg júliusban és augusztusban együttesen a sokévi átlaghoz képest mintegy 90 mm-rel több csapadék hullott. Hőmérséklet tekintetében a 2004-es évjárat átlagosnak volt mondható.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Az N-, P- és K-ellátottság hatása a silócirok terméshozamára

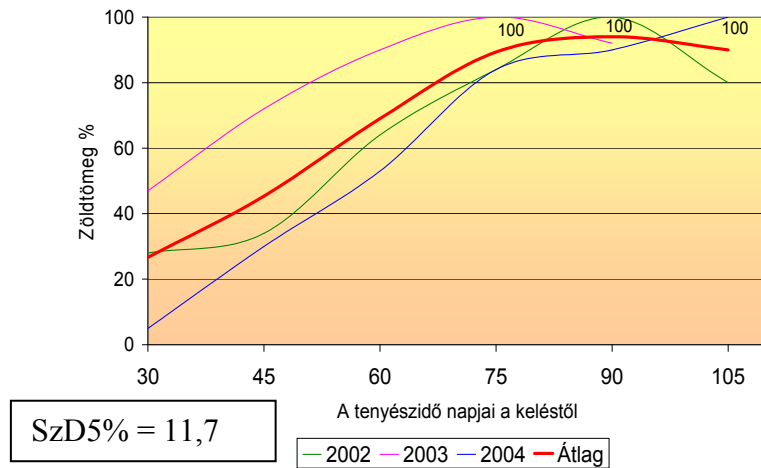
Zöldhozam

A kelést követő 45 nap (május – június) a cirok mérsékelt fejlődési időszaka. Ezt követően indul intenzív fejlődésnek és 30 nap alatt halmozza fel földfeletti biomassza tömegének több mint 60 % -át. Az egyes kísérleti években eltérő volt a zöldtömeg tetőzésének időpontja. 2002-ben a kelést követő 85. napon (átlagosan $55,47 \text{ tha}^{-1}$), 2003-ban az újravetett és intenzívebben fejlődő állományban a 75. napon (átlagosan $53,47 \text{ tha}^{-1}$), az átlagos hőmérsékleti és csapadékviszonyokkal jellemezhető 2004-es évben pedig a 103. napon (átlagosan $59,55 \text{ tha}^{-1}$). A három kísérleti évben a zöldhozam maximumaként kezelésátlagban $56,16 \text{ tha}^{-1}$ terméshozamot mértünk (1. és 2. ábra).

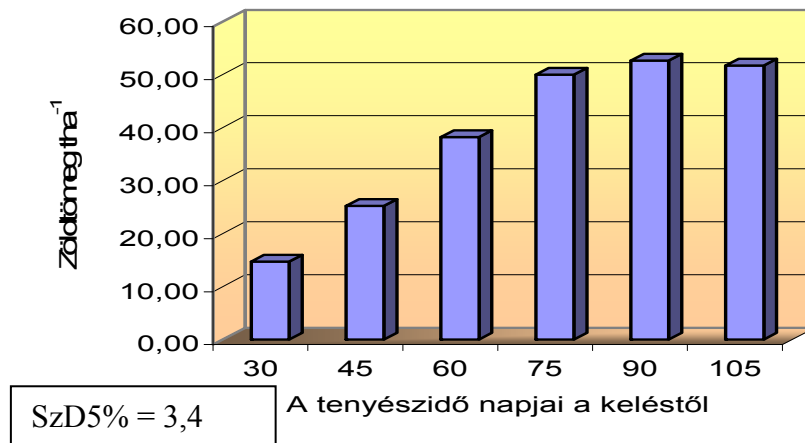
A 3. ábra a tápanyagellátás zöldtömegre gyakorolt hatását szemlélteti a 15 mintázott kezelés kombinációban és a három vizsgálati év átlagában. 2002-ben és 2004-ben a 80 kgha^{-1} N-trágyázás (N_1) a kontrollhoz képest szignifikáns hozamnövekményt eredményezett, azonban a N-trágyaadag további növelése (N_2 , N_3) már nem vezetett statisztikailag igazolható zöldtömeg gyarapodáshoz. 2003-ban a 160 kgha^{-1} adagú N-trágyázás (N_2) eredményezett a kontrollhoz képest szignifikáns zöldhozam növekedést. Amikor az egyoldalú P-K-trágyázást nitrogénnel egészítettük ki, szintén megbízható zöldtömeg gyarapodást tapasztaltunk ($P_2K_2-N_1P_2K_2$; $P_3K_3-N_2P_3K_3$). A túlzott N-ellátottság (240 kgha^{-1}), a talaj felső 60 cm-es rétegének 200 kgha^{-1} -os $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalma felett termésdepressziót okozott.

A foszforellátottság $120\text{-}136 \text{ mgkg}^{-1}$ AL- P_2O_5 tartományában a növekvő P-szint általában nem eredményezett szignifikáns különbséget a zöldtömegben, bár tendencia jellegű hozamnövekedést minden évben tapasztaltunk. Kivételt képez ezalól a 2003-as száraz évjárat, amikor az N_1P_2 parcellák talajának 222 mgkg^{-1} AL- P_2O_5 szintjén megbízhatóan nagyobb zöldtermést kaptunk a gyengébb P-ellátottságú kezelések terméséhez képest.

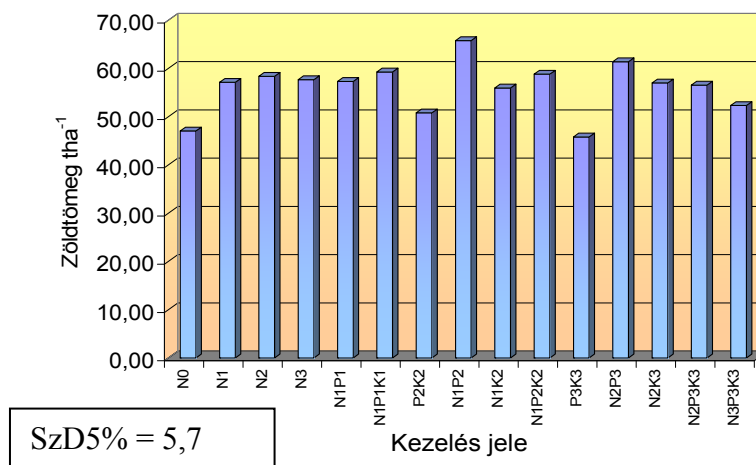
A művelt réteg $205\text{-}465 \text{ mgkg}^{-1}$ AL- K_2O intervallumában K-ellátottság szintje statisztikailag igazolhatóan a hozamot nem befolyásolta. A túlzott P- és K-ellátottság – főként N-trágyázás nélkül - a zöldtermést csökkentette a termésmaximumhoz képest.



1. ábra. A silócirok zöldtömeg növekedési dinamikája a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



2. ábra. A silócirok zöldtömegének változása a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



3. ábra. A silócirok zöldtömege 15 N-P-K kezelés kombinációban (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)

Szárazanyaghozam

A silócirok zöld –és szárazanyag-felhalmozási dinamikájában jelentős különbségek mutatkoztak. 2002-ben a 106 napos tenyészidő utolsó 35 napja alatt képződött a szárazanyag 52%-a, 2003-ban az első 47 nap alatt a szárazanyagnak kevesebb, mint fele alakult ki, s a következő 45 nap alatt tetőzött a hozam. 2004-ben a 103 napos tenyészidőszak utolsó 40 napja alatt képződött a szárazanyag 68 %-a. Tehát a szárazanyag-beépülés fő időszaka a tenyészidőszak utolsó harmada, hiszen ezalatt képződött a cirok szárazanyag tömegének közel 60 %-a (4. ábra).

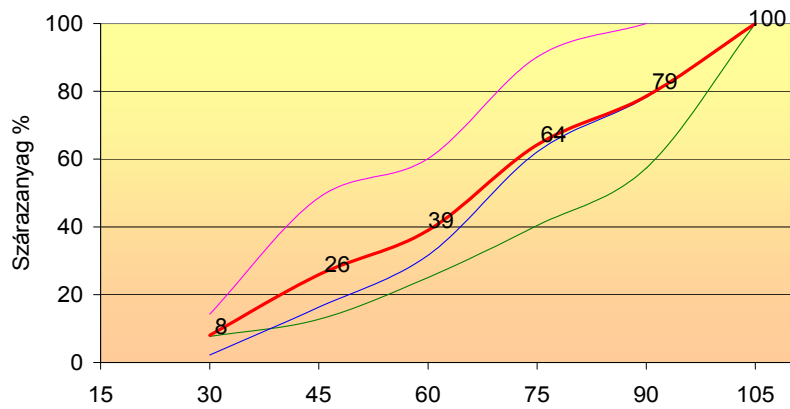
Mindhárom kísérleti évben a viaszérés végére érte el a silócirok szárazanyag hozamának maximumát. 2002-ben a tenyészidő 106. napján a kezelések átlagában $17,63 \text{ tha}^{-1}$ -on tetőzött a szárazanyag tömeg, 2003-ban a 92. napon $17,93 \text{ tha}^{-1}$ -os, 2004-ben pedig a 103. napon $18,58 \text{ tha}^{-1}$ -os értékeket mértünk. A három év átlagában a szárazanyag-tömeg 18 tha^{-1} volt (5. ábra).

A tápanyagellátottság szárazanyaghozamra gyakorolt hatását a 6. ábra elemzésével követhetjük nyomon. A nitrogénellátottság hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy a szárazanyag-tömeg maximumánál a trágyázatlan kontroll parcellák $13,17\text{-}14,88 \text{ tha}^{-1}$ szárazanyag-termést értek el, míg az N_1 ellátottsági szinten 80 kgha^{-1} trágyaadag hatására a kontrollhoz képest $3\text{-}5 \text{ tha}^{-1}$ -ral megbízhatóan növekedett a szárazanyag-tömeg mindhárom kísérleti évben. A N-ellátottság javulása már további szignifikáns hozamnövekedést nem eredményezett.

A foszforellátottság szárazanyaghozamra gyakorolt hatását vizsgálva arra a megállapításra jutottunk, hogy statisztikailag igazolható szárazanyaghozam-növekmény csak 2003-ban volt kimutatható az $N_1\text{-}N_1P_2$ kezelések között. A zöldsúlyhoz hasonlóan a szárazanyaghozam értékelése során sem tapasztaltuk a foszfortrágyázás szignifikáns hatását a kontroll parcellák talajának $120\text{-}140 \text{ mgkg}^{-1}$ AL- P_2O_5 ellátottsági szintjén.

A K-ellátottság $205\text{-}465 \text{ mgkg}^{-1}$ AL- K_2O szintjén jelentős K-hatás a silócirok szárazanyag hozamában nem volt kimutatható.

Csernozjom réti talajon a 120 mgkg^{-1} AL- P_2O_5 és 200 mgkg^{-1} AL- K_2O ellátottság a silócirok számára a jó szintet jelenti.

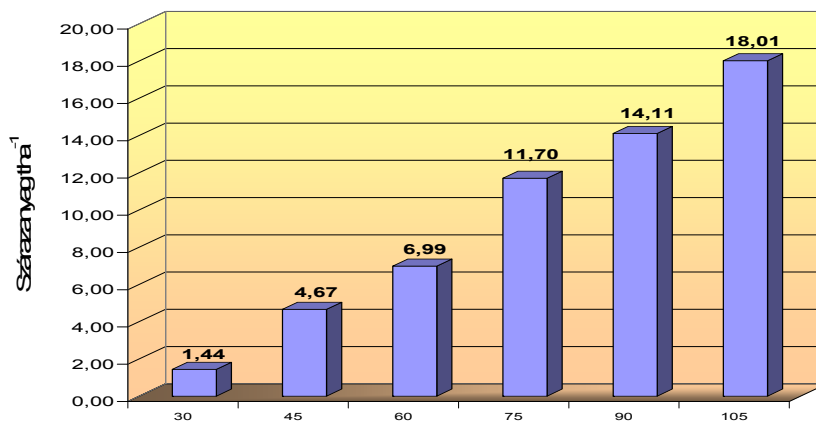


SzD5% = 12,2

A tenyésztő napjai a keléstől

— 2002 — 2003 — 2004 — Átlag

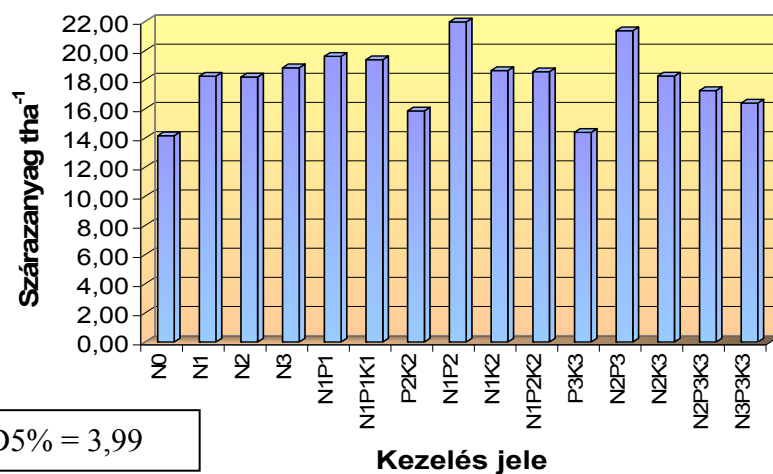
4. ábra. A silócirok szárazanyag felhalmozási dinamikája (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



SzD5% = 2,1

A tenyésztő napjai a keléstől

5. ábra. A silócirok szárazanyag tömegének változása a tenyésztő folyamán a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



SzD5% = 3,99

Kezelés jele

6. ábra. A silócirok szárazanyag hozama 15 N-P-K kezelés kombinációban a 2002-2004-es évek átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)

Cukortartalom, cukorhozam

Közepes, illetve jó K-ellátottságú talajokon a nitrogéntrágyázás növeli legnagyobb mértékben a cukortermést a zöldtömegre gyakorolt erőteljes hatásán keresztül. Kísérleti tapasztalataink szerint a nitrogén túltáplálás viszont kedvezőtlen mind a cukortartalomra, mind pedig a hektáronkénti cukortermésre.

A cukorcirok cukortartalmát és cukorhozamát 2002-ben és 2003-ban a virágzáskor, a viaszérés kezdetén és végén vizsgáltuk a csak nitrogéntrágyázásban részesült kezelésekben.

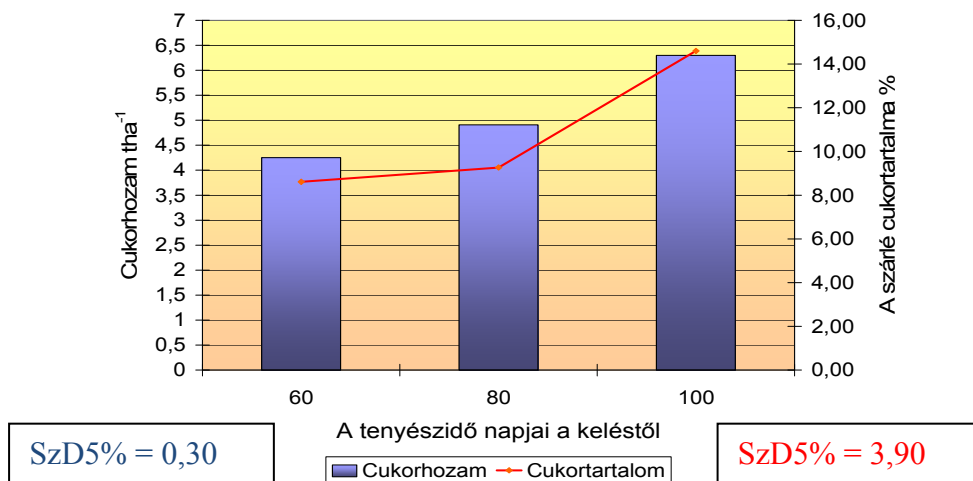
A 7. ábra a cukorcirok cukortartalmának és cukorhozamának változását mutatja be a tenyészidő folyamán. Tapasztalataink szerint virágzáskor (60-70. nap) és a viaszérés kezdetén (75-85. nap) a cukortartalom csaknem azonos, a két év átlagában 8,6% és 9,3% volt, a viaszérés végén (92-106.nap) pedig már 14,6% -ot mértünk a N-trágyázott kezelések átlagában.

A hektáronkénti cukortermés virágzáskor átlagosan $4,25 \text{ tha}^{-1}$, a viaszérés kezdetén $4,91 \text{ tha}^{-1}$ volt, maximális értékét pedig a N-trágyázási kezelések átlagában a viaszérés végén érte el ($6,3 \text{ tha}^{-1}$).

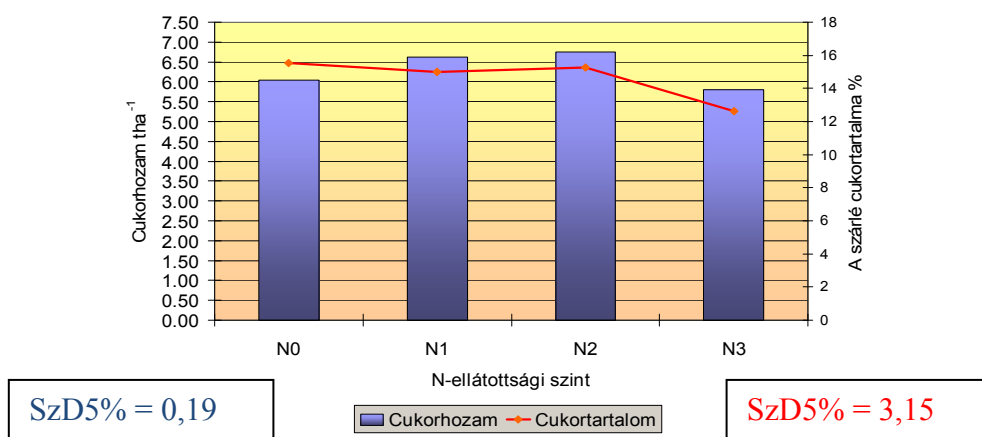
A 8. ábra szemlélteti a javuló N-ellátás cukortartalom csökkentő, valamint cukorhozam növelő hatását 160 kg ha^{-1} N-trágyadózisig. Tapasztalataink szerint N_1 - N_2 ellátottsági szintig a cukortartalom csökkenést (0,25-0,5%) kompenzálta a javuló N-ellátottság által nyert zöldtermés-többség. N-túltáplálás esetén (N_3) jelentősen visszaesett a szárlé cukortartalma (12,6%).

A legnagyobb cukortermést 2002-ben az N_1 kezelésekben, 80 kg ha^{-1} nitrogén trágyaadag alkalmazása esetén tapasztaltuk, $6,57 \text{ tha}^{-1}$ -os értéket mérve, 2003-ban pedig az N_2 kezelésekben 160 kg ha^{-1} trágyaadag alkalmazása esetén ($7,06 \text{ tha}^{-1}$). Túlzott N-ellátottságnál (240 kg ha^{-1}) a cukorhozam statisztikailag igazolhatóan csökkent ($5,80 \text{ tha}^{-1}$).

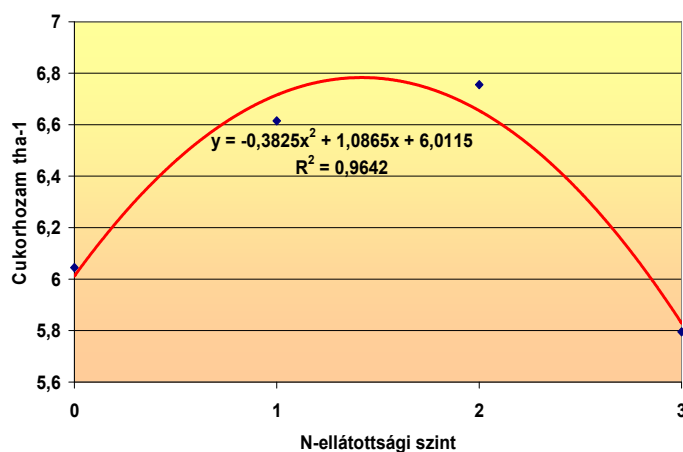
A 9. ábra a cukorcirok N-ellátottsága és cukorhozama közötti összefüggést szemlélteti. A korreláció analízis során készített trendvonal jól jellemzi a 240 kg ha^{-1} trágyaadag hatására fellépő cukorhozam csökkenést. A korreláció analízis során nyert $R^2 = 0,964$.



7. ábra. A cukorcirok cukortartalmának és cukorhozamának változása a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2003-as évek átlaga)



8. ábra. A N-ellátottság hatása a cukorcirok tenyésztő alatti cukortartalmára és cukorhozamára (Szarvas, 2002-2003-as évek átlaga)



9. ábra. Összefüggés a cukorcirok N-ellátottsága és cukorhozama között (Szarvas, 2002-2003-as évek átlaga)

4.2. Tápelemtartalom, tápelemfelvétel

Vizsgálataink szerint a növényi szövetek tápelem koncentrációja a növekvő trágyaadagok hatására szignifikánsan nőtt. A tenyészidőszak végéig azonban a kezdeti tápelem koncentráció – elemenként eltérő mértékben – jelentősen csökkent.

A 10. ábra a silócirok N-, P- és K-tartalmának változását mutatja be a tenyészidő folyamán. A kezdeti fejlődés (30 nap) tápelemkoncentráció értékéhez képest a szárazanyagfelhalmozást kísérő koncentráció hígulás a N-esetében 57%-os, a P-esetében 46%-os volt, míg a K-tartalomnál 68%-os volt.

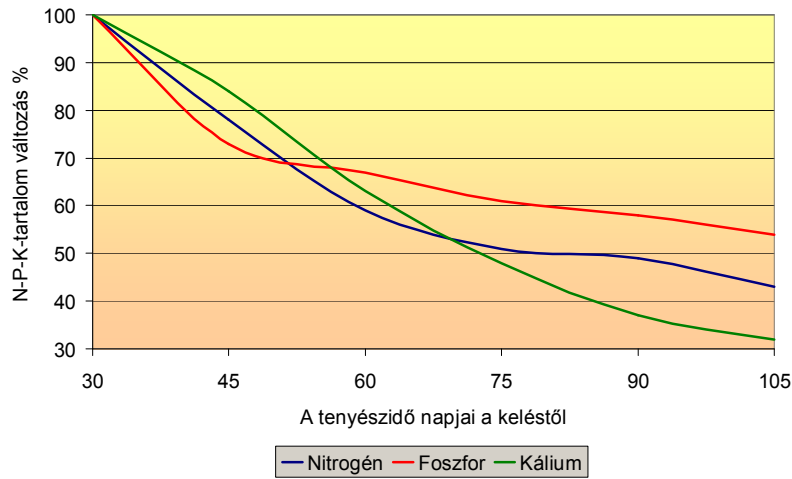
A silócirok tápanyagfelvételének dinamikáját a 11. ábra elemzése során ismerhetjük meg. Kísérleti tapasztalataink szerint a nitrogént folyamatosan, a tenyészidő végéig veszi fel a növény, s a felvétel maximuma a viaszérés végén van.

A foszfort a legintenzívebben a tenyészidőszak elején, majd a generatív fázisban veszi fel a cirok, a felvétel maximuma a viaszérétségekben van.

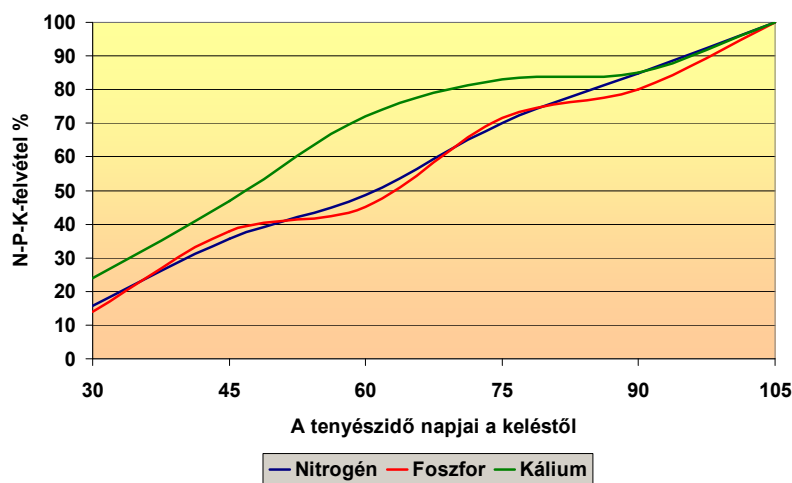
A káliumfelvétel legintenzívebb periódusa a szárbaindulás időszaka, hiszen a teljes felvett mennyiség 60 % -át ezen időszak alatt vette fel az állomány. A virágzást követően a növénybe épült kálium mennyisége egyes kezelésekben csökkent.

A cirok által felvett tápanyagok mennyiségét az egyes mintavételezési időpontokban a 12. ábrán mutatjuk be. Méréseink szerint a tenyészidőszak 30. napjáig az állomány mintegy 43 kg ha^{-1} nitrogént, 7 kg ha^{-1} foszfort, és 69 kg ha^{-1} káliumot vett fel. A viaszérés végéig a N-felvétel 260 kg ha^{-1} , a P-felvétel 57 kg ha^{-1} , míg a K-felvétel 270 kg ha^{-1} értéken érte el maximumát.

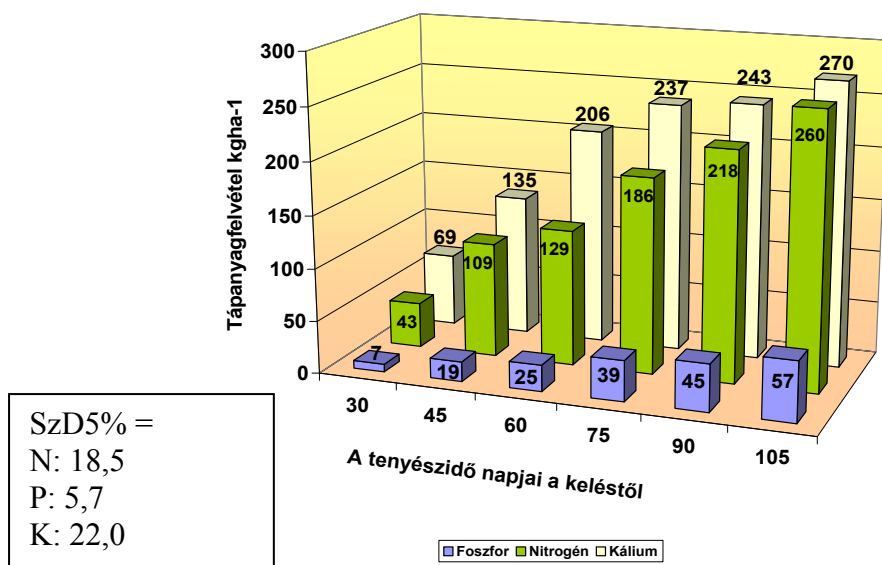
A legtöbb N-, P- és K –tápanyagot nem a legnagyobb N-, P- és K –trágyadózissal beállított kezelések, hanem a nagyhozamú parcellák növényállománya vette fel.



10. ábra. A növényi szövetek N-P-K-koncentráció változás dinamikája a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



11. ábra. A silócirok N-P-K-felvételi dinamikája a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



SzD5% =
 N: 18,5
 P: 5,7
 K: 22,0

12. ábra. A silócirok N-P-K-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)

A silócirok hektáronkénti és fajlagos tápelemfelvétele optimális tápelem-ellátottsági szinten.

2. táblázat. A silócirok hektáronkénti és fajlagos tápanyagigénye
(Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)

Tápelem	Tápelemfelvétel 57 tha⁻¹ zöldtömeg eléréséhez (kg ha⁻¹)	Fajlagos tápelemfelvétel egységnyi zöldtömegre (kg 10t⁻¹, g 10t⁻¹)
N	253,00	44,00
P	57,00 (130 kg P ₂ O ₅)	10,00 (22,9 kg P ₂ O ₅)
K	258,00 (311 kg K ₂ O)	45,00 (54 kg K ₂ O)
Na	13,40	2,35
Ca	44,00	7,70
Mg	43,00	7,50
Cu	0,10	18,00*
Zn	0,38	66,00*
Mn	1,00	175,00*
Fe	1,74	305,00*

* - grammal kifejezve

5. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Közepes N-ellátottságú csernozjom réti talajon, ahol sokévi átlagban a 0-60 cm-es talajréteg vetés előtti $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma $40\text{-}60 \text{ kg ha}^{-1}$, 80 kg ha^{-1} -os N-trágyázással a termésmaximum 85-90%-át el lehet érni mind zöld-, mind szárazanyaghozamban. Ezen a N-ellátottsági szinten kedvező a cirok cukortartalma (15%) és cukorhozama ($6,6 \text{ tha}^{-1}$). A N-túltáplálás csökkenti a terméshozamot, cukortartalmat és cukorhozamot.
2. A savanyú kémhatású, mélyben karbonátos agyagos-vályog talajon, melynek P-ellátottsága P-trágyázás nélkül $120\text{-}140 \text{ mg kg}^{-1} \text{ AL-P}_2\text{O}_5$ a silócirok terméshozamát a P-trágyázás, a növekvő P-ellátottsági szint ($150\text{-}360 \text{ mg kg}^{-1} \text{ AL-P}_2\text{O}_5$) jelentősen nem befolyásolta. A talaj művelt rétegének $120 \text{ mg kg}^{-1} \text{ AL-P}_2\text{O}_5$ -tartalma jó ellátottsági szintnek felel meg, ahol a P-trágyázás még nem indokolt.
3. A kontroll parcellák $206\text{-}229 \text{ mg kg}^{-1} \text{ AL-K}_2\text{O}$ kálium ellátottsága mellett a K-trágyázás és a növekvő K-ellátottsági szint ($321\text{-}465 \text{ mg kg}^{-1} \text{ AL-K}_2\text{O}$) a silócirok zöld- valamint szárazanyag hozamát nem befolyásolta szignifikánsan.
4. A silócirok fajlagos tápanyagigénye $44 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ nitrogén, $10 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ foszfor és $45 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ kálium, $2,35 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ nátrium, $7,7 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ kalcium és $7,5 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ magnézium, $18 \text{ g } 10\text{t}^{-1}$ réz, $66 \text{ g } 10\text{t}^{-1}$ cink, $175 \text{ g } 10\text{t}^{-1}$ mangán és $305 \text{ g } 10\text{t}^{-1}$ vas, amely alapul szolgálhat a trágyázás üzemi gyakorlatahoz és a trágyázási szaktanácsadási rendszer fejlesztéséhez.
5. A kelést követő 45 nap a cirok mérsékelt fejlődési időszaka. Ezt követően indul intenzív fejlődésnek és 30 nap alatt képezi földfeletti biomassza tömegének több mint 60 %-át. Mindhárom kísérleti évben a viaszérettség fázisában, a tenyészidő 75-100. napja között érte el a cirok a föld feletti biomassza tömeg maximumát. A három év és a kezelések átlagában a zöldhozam maximumaként $56,16 \text{ tha}^{-1}$ terméshozamot mértünk.
6. A június közepén, végén másodvetésben termesztett silócirok növekedésdinamikája öntözött körülmények között igen intenzív, 75 napos tenyészidő alatt a fővetésben termesztett cirok hozamát ($50\text{-}55 \text{ tha}^{-1}$) képes megteremni.

6. A GYAKORLAT SZÁMÁRA HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

1. Közepes N-ellátottságú csernozjom réti talajon 80 kg ha^{-1} -os N-trágyázással a termésmaximum 85-90 %-át el lehet érni mind zöld-, mind szárazanyaghozamban ($55\text{-}60 \text{ t ha}^{-1}$ zöld-, 20 t ha^{-1} szárazanyaghozam). Ezen az ellátottsági szinten a szárlé cukortartalma 15% körül alakul, a hektáronkénti cukorhozam pedig mintegy $6,5 \text{ t ha}^{-1}$.
2. A talaj művelt rétegének 120 mg kg^{-1} AL- P_2O_5 –tartalma a silócirok számára jó ellátottsági szintnek felel meg, ahol a P-trágyázás még nem indokolt.
3. A kontroll parcellák $200\text{-}230 \text{ mg kg}^{-1}$ AL- K_2O kálium ellátottsága mellett a K-trágyázás nem eredményez hozamnövekedést.
4. A silócirok fajlagos tápanyagigénye $44 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ nitrogén, $10 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ foszfor és $45 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ kálium, $2,35 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ nátrium, $7,7 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ kalcium, $7,5 \text{ kg } 10\text{t}^{-1}$ magnézium, $18 \text{ g } 10\text{t}^{-1}$ réz, $66 \text{ g } 10\text{t}^{-1}$ cink, $175 \text{ g } 10\text{t}^{-1}$ mangán és $305 \text{ g } 10\text{t}^{-1}$ vas.
5. Viaszérettségben, a tenyészidő 75-100. napja között érte el a cirok a föld feletti biomassza tömeg maximumát.
6. A másodvetésben termesztett silócirok növekedésdinamikája öntözött körülmények között igen intenzív, 75 napos tenyészidő alatt a fővetésben termesztett cirok hozamát ($50\text{-}55 \text{ t ha}^{-1}$) képes megteremni.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Lektorált közlemények

Közlemények hazai impaktfaktoros folyóiratban idegen nyelven

1. Németh T. – Izsáki Z.:2005. Effect of N-supply on the dry matter accumulation and nutrient uptake of silage sorghum (*Sorghum bicolor* L./Moench). Cereal Research Communications Vol. 33. No. 1. 81-84.p. IF: 0,274
2. Németh, T. – Z. Izsáki: 2006. Relationship between nitrogen supply, dry matter accumulation and micro element content of silage sorghum (*Sorghum bicolor* L./Moench.). Cereal Research Communication, 34. 1. 593-596.p. IF: 1,037
3. Izsáki, Z. – T. K. Németh: 2007. Use of chlorophyll meter to determine the nitrogen status of winter barley (*Hordeum vulgare* L.). Cereal Research Communications, 35. 2. 521-522.p. IF: 1,190
4. Németh, T. – Z. Izsáki: 2007. Effect of nutrient supply on the green mass, dry matter accumulation and nutrient uptake of silage sorghum (*Sorghum bicolor* L./Moench). Cereal Research Communications, 35. 2. 841-844.p. IF: 1,190
5. Tamás K. NÉMETH - Zoltán IZSÁKI: 2008. Effect of nitrogen supply on the green crop, sugar content and sugar yield of silage sorghum (*SORGHUM BICOLOR L./MOENCH*) Cereal Research Communications, 36. 2051-2054.p. IF: 2,66
6. Gabriella K NÉMETH-Zoltán IZSÁKI-Tamás K. NÉMETH: 2008. Influence of nutrient supply on tuber yieldof Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Cereal Research Communications, 36. 1899-1902.p. IF: 2,66

Közlemények hazai nem impaktfaktoros folyóiratban magyarul

7. Németh T.: 2002. Tavaszai árpa fajták összehasonlító értékelése a Dél-Alföldi régióban. Tessedik Sámuel Főiskola – Tudományos közlemények. 2002. Tom.2. No 1. 47.p.
8. Németh T.: 2003. A tápanyagellátás hatása a silócirok (*Sorghum bicolor* L./Moench) tápelem – tartalmára, szárazanyag-hozamára és tápelem-felvételére csernozjom réti talajon. TSF Tudományos Közlemények 2003. Tom.3. No. 1. 61-76.p.

9. Izsáki Z. – Németh T. – Otta E.: 2007. A Dél-Alföldi Régió biomassza eredetű megújítható energiaforrás potenciálja. Tessedik Sámuel Főiskola, Tudományos Közlemények, Tom. 7.1.1.. 55-61.
10. K. Németh T. – Izsáki Z.: 2007. A nitrogénellátás hatása a cukorcirok (*Sorghum bicolor* L./Moench) cukorhozamára. Acta Agronomica Óváriensis, 49. 2. 321-324.

Közlemények nem impaktfaktoros folyóiratban idegen nyelven

11. Németh, K. T. – Z. Izsáki: 2007. Development of silage sorghum (*Sorghum bicolor* (L./Moench)). Tessedik Sámuel Főiskola, Tudományos Közlemények, Tom. 7. 1.3. 655-660.
12. Németh, K. T. – Z. Izsáki: 2007. Effect of nutrient supply on the yield of forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L./Moench) fertilization. Tessedik Sámuel Főiskola, Tudományos Közlemények, Tom. 7. 1.3. 649-654.

Nem lektorált közlemények

Kongresszus Proceedings kiadványban teljes terjedelemben magyarul megjelent közlemények

13. Németh T.: 2002. Tavaszai árpa fajták összehasonlító értékelése Szarvas térségében. VIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely 2002.március 28.
14. Németh T.: 2002. Silócirok fajták kisparcellás összehasonlító értékelése Szarvas térségében. „JUTEKO 2002.” – Tessedik Sámuel Jubileumi Mezőgazdasági Víz – és Környezetgazdálkodási Tudományos Napok, TSF. Szarvas. 2002. augusztus 29-30. 193-195.p.
15. Németh T.-Izsáki Z. –Némethné Kádi G.: 2003. A tápelemellátottság hatása a silócirok szárazanyag-felhalmozására és növekedés-dinamikájára. III. Növénytermesztési Tudományos Nap, Szent István Egyetem – Gödöllő. 2003. május 15. 406-410.p.
16. Némethné Kádi G.-Izsáki Z. –Németh T.: 2003. A tápanyagellátás hatása a Tápíói korai csicsóka fajta növekedés-dinamikájára és szárazanyag-hozamára. III. Növénytermesztési Tudományos Nap, Szent István Egyetem – Gödöllő. 2003. május 15. 244-247.p.

17. Németh T.-Izsáki Z. –Némethné Kádi G.: 2003. A tápelemellátottság hatása a silócirok szárazanyag-felhalmozására és növekedés-dinamikájára. Magyar Tudomány Napja, TSF MVK Szarvas 2003. november 3.
18. Némethné Kádi G.-Izsáki Z. –Németh T.: 2003. A tápanyagellátás hatása a Tápíói korai csicsóka fajta növekedés-dinamikájára és szárazanyag-hozamára. Magyar Tudomány Napja, TSF MVK Szarvas 2003. november 3.
19. Németh T.:2003. A tápelemellátottság hatása a silócirok szárazanyag-felhalmozására és növekedés-dinamikájára csernozjpm réti talajon. Magyar Tudomány Napja,TSF MVK Szarvas 2003. november 3.
20. Németh T.- Izsáki Z. – Némethné Kádi G.: 2004. A silócirok (*Sorghum bicolor* /L./ Moench) trágyázásának fejlesztése. IX. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös. 2004. március 25-26. 332.p.
21. Némethné Kádi G. – Izsáki Z. – Németh T.: 2004. A csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) tápanyagellátásának fejlesztése. IX. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös. 2004. március 25-26. 333.p.
22. Németh T. – Izsáki Z.: 2006. A nitrogén ellátás hatása a silócirok energetikailag hasznosítható komponenseire. X. Nemzetközi Agrárökonómiai Napok, 2006. március 30-31. Gyöngyös. Tudományos Napok előadásai és poszterei, 1-4.
23. Némethné Kádi G.-Németh T. 2006. :A trágyázás hatása a csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) gumó – és cukorhozamára. XII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, 75-76.p.
24. Némethné Kádi G.-Németh T. 2006. : Összefüggés a csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) tápanyagellátása, valamint gumó és cukorhozama között. V. Alföldi Tudományos Tájégzdálkodási Napok, Mezőtúr, 2006. október 26-27. 126.

Kongresszus Proceedings kiadványban teljes terjedelemben angolul megjelent közlemények

25. Nemeth T. : 2005. Effect of nutrient supply on the dry matter yield of silage sorghum.XI. Ifjúsági Tudományos Fórum, Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely 2005. március 24.

26. T. Németh - Kádi G. Németh: 2006. Effect of nutrient supply on the dry matter accumulation and micro nutrient uptake of silage sorghum. XII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely
27. K. Németh T.: 2007. Development of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L./MOENCH/) fertilization. XIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, NYME Georgikon Mezőgazdasáttudományi Kar, Keszthely. 2007. március 22. CD kiadvány
28. K. Németh T.: 2007. Effect of nitrogen supply on the green mass of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L./MOENCH/). XIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, NYME Georgikon Mezőgazdasáttudományi Kar, Keszthely. 2007. március 22. CD kiadvány

Kongresszus Abstract kiadványában idegen nyelven megjelent közlemények

29. Németh T.- Némethné Kádi G.: 2004. The development of silo sorghum manure. IV. Alföldi Tudományos Tájgazdálkodási Napok, TSF Mezőgazdasági Főiskolai Kar, Mezőtúr. 2004. október 21-22. 135.p.
30. Izsáki, Z. – T. Németh: 2006. Effect of N- P- K fertilisation on the dry matter accumulation and micro nutrient uptake of silage sorghum. 14th World Fertilizer Congress, 22-27 January, 2006. Chiang Mai, Thailand. Abstracts, 144.
31. T. Németh - Kádi G. Németh: 2006.: Relationships among the nutrient supply, dry matter accumulation and the micro nutrient uptake of silage sorghum. 5th International Scientific Days of Land Management in the Great Hungarian Plain, 26-27 October, 2006. Mezőtúr, Hungary 127.

Tudományos könyv, könyvrészlet

32. Izsáki Z.- Iványiné Gergely I. – Németh Tamás – Otta E.: 2007. Biomassza. In: Patay I. (Szerk.): Mindentudás a megújuló energiaforrásokról a Dél-Alföldi Régióban. Békés Megyei Kereskedelmi és Iparkamara. 29-54.

Tudományos ismeretterjesztő közlemények

33. Németh T.: 2002. Zab – csupaszon is. Magyar Mezőgazdaság 57. évf. 9. szám.14.p.

34. Németh T.: 2002. A silócirok, mint alternatív tömegtakarmány-termő növény. Gyakorlati agrofórum füzetek 6. szám, 54-55.p.
35. Izsáki Z. – Németh T. – Otta E.: 2007. Biomassza-források a Dél-Alföldön. Magyar Mezőgazdaság, 62. 45. 12-13.
36. Németh T. - Izsáki Z. — Némethné Kádi G.: 2005. Energianövények szénhidrát akkumulációjának vizsgálata. Kutatási altéma. In: Integrált technológiai rendszer kifejlesztése a megújuló energiaforrások környezetbarát hasznosítására. NKFP - 3/012, zárójelentés. TSF MVKK, Szarvas, 1-38.