



DEBRECENI EGYETEM  
AGRÁR- ÉS MŰSZAKI TUDOMÁNYOK CENTRUMA  
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR  
NÖVÉNYTUDOMÁNYI INTÉZET



HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI  
ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

*Doktori iskola vezető:*

**Dr. Győri Zoltán**  
MTA doktora

*Témavezetők:*

Dr. Izsáki Zoltán  
mezőgazdaság tudományok kandidátusa

Dr. Pepó Péter  
MTA doktora

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

*Készítette:*  
NÉMETH TAMÁS

DEBRECEN  
2009

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

*Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében  
a mezőgazdaság tudományában*

Írta: Németh Tamás doktorjelölt

Készült a Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és  
Élelmiszertudományok doktori iskolája keretében

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Dr. ....

tagok: Dr. ....  
Dr. ....

A doktori szigorlat időpontja: 200.....

Az értekezés bírálói:

Dr. ....  
Dr. ....  
Dr. ....

A bírálóbizottság:

elnök: Dr. ....

tagok: Dr. ....  
Dr. ....  
Dr. ....  
Dr. ....

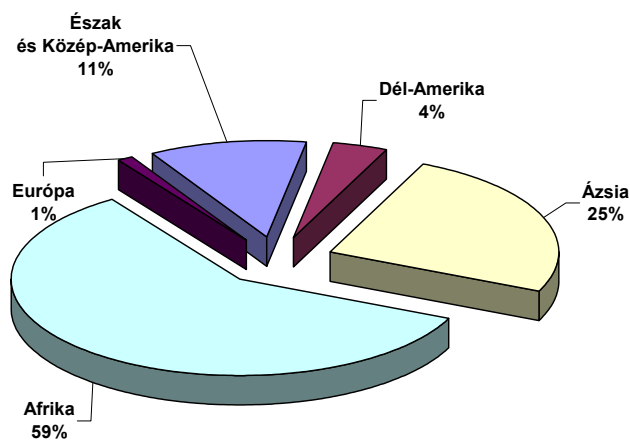
Az értekezés védésének időpontja: 200.....

## Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés .....	4
2.	Irodalmi áttekintés .....	7
2.1.	A cirok eredete, elterjedése .....	7
2.2.	A cirok rendszertana .....	8
2.3.	A tápelemfelvételre ható tényezők .....	9
2.3.1.	A tápelemfelvételre ható biológiai tényezők .....	10
2.3.1.1.	Gyökérrendszer .....	10
2.3.1.2.	Hajtásrendszer .....	11
2.3.2.	A tápelemfelvételre ható környezeti tényezők .....	13
2.3.2.1.	Hőmérséklet .....	13
2.3.2.2.	Vízellátottság .....	13
2.3.2.3.	Talaj .....	14
2.3.3.	A tápelemfelvételre ható agrotechnikai tényezők .....	15
2.3.3.1.	Tápanyagellátás .....	15
2.3.3.2.	Vetésváltás .....	23
2.3.3.3.	Talajelőkészítés .....	24
2.3.3.4.	Vetés .....	25
2.3.3.5.	Növényvédelem .....	26
2.3.3.6.	Betakarítás .....	27
2.4.	A silócirok kémiai összetétele .....	29
2.4.1.	Zöld növény .....	29
2.4.2.	Szemtermés .....	29
2.5.	A silócirok takarmányértéke és hasznosítási lehetőségei .....	31
3.	Célkitűzés .....	34
4.	Anyag és módszer .....	35
4.1.	A kísérlet kezelése és elrendezése .....	35
4.2.	Az alkalmazott fajta .....	36
4.3.	Talajadottságok .....	36
4.4.	A kísérlet metodikája, a mintavételezések módja, ideje .....	37
4.5.	Időjárási viszonyok .....	39
5.	Vizsgálati eredmények és azok értékelése .....	41
5.1.	Az N-, P- és K-ellátottság hatása a silócirok biomassza tömegére .....	41
	<i>Zöldtömeg felhalmozás</i> .....	41
	<i>Száranyaghozam</i> .....	49
5.2.	Cukortartalom, cukortermés .....	56
5.3.	Nitrogéntartalom .....	59
5.4.	Nitrogénfelvétel .....	64
5.5.	Foszfortartalom .....	70
5.6.	Foszforfelvétel .....	75
5.7.	Káliumtartalom .....	80
5.8.	Káliumfelvétel .....	85
5.9.	A silócirok Na-, Ca-, Mg –és mikroelemtartalma .....	90
5.10.	A silócirok Na-, Ca-, Mg –és mikroelemfelvétele .....	93
5.11.	A silócirok tápanyagigénye .....	96
6.	Következtetések .....	97
7.	Új és újszerű tudományos eredmények .....	101
8.	A gyakorlat számára hasznosítható eredmények .....	102
9.	Összefoglalás .....	103

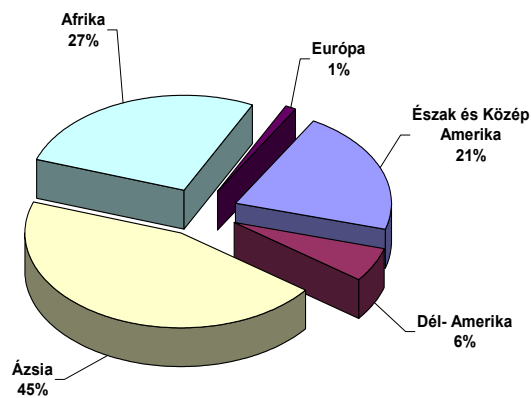
## 1. BEVEZETÉS

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 termesztenek 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 (ICRISAT; THE WORLD SORGHUM AND MILLET ECONOMIES, 2008).



1. ábra. A világ cirok termőterületének megoszlása 2007- ben (ICRISAT, 2008)

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.



2. ábra. A világ cirok termesztésének megoszlása a megtermelt mennyiség alapján 2007-ben (ICRISAT, 2008)

A cirokfélék rendkívül értékes növények, legyen szó szemescirokról, amelynek szemtermése jó beltartalmi paramétereit miatt a humán táplálkozásban is fontos szerepet tölt be, valamint a fejlett országok egyik jelentős abraktakarmány növénye, vagy a szudánifűről, amely kiváló sarjadzó képessége révén évente többször kaszálható tömegtakarmány növény. Említést érdemel emellett a seprűcirok is, amely jellegzetes bugája miatt – a szemtermés takarmányértéke mellett – a seprűkészítés nélkülözhetetlen alapanyaga. Szintén fontos a silócirok, amely amellett, hogy értékes tömegtakarmányt ad, a cukorcirok típusú fajtáknál a szárlé 17-20%-os cukortartalma révén hektáronként jelentős mennyiségű cukor is megtermelhető vele. A fajták e csoportját édescirokként vagy silócirokként (sweet sorghum) ismeri a hazai és nemzetközi szakirodalom.

A silócirokkal foglalkozó viszonylag szűk, de annál elhivatottabb és kvalifikáltabb kutatói, nemesítői réteg jól ismeri e növény 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 termesztendő 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 silócirok energianövényként való hasznosítása. A kutatás e témában a nemzetközi trendekhez hasonlóan hazánkban is elindult, s agrár-, valamint műszaki szakemberek, kutatók, vegyészek kezdték el munkájukat, hogy feltárják e sokat ígérő növény tucatnyi érdekes jellemzőjét és eldöntsék, valóban alkalmas -e a silócirok 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 projekteknél,

amelyben minden résztvevő partnerre egy-egy kutatási résztevékenység várt. Ránk részben a silócirok tápanyagellátásának kutatása hárult. Karunk Mezőgazdaságtudományi Intézetének Kísérleti Telepén Izsáki Zoltán professzor vezetésével vettem részt ebben a kutatómunkában, melynek célja a Róna 4 cukorcirok típusú silócirok hibrid tesztelése volt az Intézet 1989-ben négy jelzőnövénnyel, kiterített vetésforgóban, három ismétlésben beállított műtrágyázási tartamkísérletében.

Kutatási feladatom volt a tápanyagellátás hatásának vizsgálata a silócirok tenyészidő alatti tápelemfelvételére, szárazanyag-felhalmozására, zöldtermésére és cukorhozamára. A téma szükségességét indokolja a cirok jó takarmányértéke mellett napjaink energiaiparának változása, s a megújuló energiaforrások hasznosításának előtérbe kerülése. A silócirok tápanyagellátásával foglalkozó hazai kutatások és publikációk száma – a növény periférikus jellege miatt érthető módon – a nagy termőterülettel rendelkező növényeinkhez hasonlítva lényegesen kisebb.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Dolgozatom témájául szolgáló silócirok éppen származási helye, növényrendszertani hovatartozása, valamint morfológiai és élettani adottságai együttes eredőjeként vált az emberiség ötödik legfontosabb kultúrnövényévé. Emiatt kezdem a szakirodalmi elemzést a növény ezen jellemzőinek bemutatásával.

### 2.1. A cirok eredete, elterjedése

A cirok melegévi eredetének köszönhetjük e növények kiváló szárazságtűrő és alkalmazkodó képességét. A cirokfélék eredetét tekintve megoszlanak a vélemények, hiszen LINNÉ (1753) és kortársai a származási helyet India nyugati részére teszik, más szerzők Etiópia és Szudán területére, míg Vavilov a cirok géncentrumának a kínai és az abesszíniai központot is megjelöli. Európába - Plinius adatai alapján - a rómaiak hozták be Indiából időszámításunk kezdetén. Az USA-ban a XIX. század második felében kezdték meg az Afrikából, Indiából és Franciaországból bevitt különböző fajták honosítását. Ettől kezdve az USA-ban elsősorban a száraz övezetekben igen fontos növényé vált, olyannyira, hogy a letelepedők néhány új várost – mint például Feterita, Milo, Kafir, és Sudan – egy-egy ciroktípusról nevezték el.

A takarmánycirok-termesztésben új perspektívát jelentett 1954-ben a citoplazmás hímsterilitás felfedezése, amely két amerikai nemesítő, Stephens és Holland nevéhez fűződik. Így vált lehetővé a hibridek nemesítése, amelyek – pozitív heterózishatásuk révén – termőképességben lényegesen túlszárnyalják a fajtákat. DOGETT (1968) szerint az USA-ban már 1956-ban megindult az első szemescirok hibridek termesztése, és – a jelentős termésnövekedés következtében – ezt követően ugrásszerűen megnőtt a vetésterületük. Elterjedésük gyors ütemének oka, hogy előnyös a szár-levél arányuk, vékony szárúak, jól bokrosodnak, a harmadrendű rügyeikből is kitűnően sarjadnak és kiváló szárazság- és hőtűrő képességűek. A felsorolt tulajdonságaikhoz párosult a fajták ízletessége, ami az etethetőségüket nagyban elősegíti (MESTYÁN és HARANGOZÓ, 1982).

Hazánkba minden bizonnyal Olasz- vagy Franciaországból került be. Magyarországi termesztésről először CSAPÓ (1795) írt. Az 1800-as évek végén a hazai irodalom a cukor-, a fenyércirok, valamint a seprűcirok termesztésével már elég részletesen foglalkozik. Szalay János az 1890-es években, Váradi Szabó János az 1910-es években, míg az 1920-as évektől kezdődően Surányi János a takarmánycirok

termesztési és hasznosítási módjainak széleskörű elterjesztésével szerzett érdemeket. Surányi nevéhez fűződik a tervszerű hasznosítás megkezdése, kinek első jelentős dolgozata 1914-ben jelent meg "A milo, kafir és durra" címen, mely az első hazai fajtafelmérő tanulmány, majd 1946 után Surányi honosította meg a szemescirkot és az édes szudáni cirokfüvet. Kísérleti eredményei alapján felhívta a termelők figyelmét a termesztés jelentőségére, s ezt követően Bajai, Barabás, Bács, Józsa és más kutatók érték el mind a nemesítés, mind az agrotechnikai kutatás területén értékes eredményeket, amelyek jó alapul szolgálnak a takarmánynövény eredményes termesztéséhez (LÁNG 1970; MIKES és HORVÁTH 1977; FAZEKAS, 1997; BERÉNYI és SZABÓ, 2001).

Az 1950-es évektől vált lehetővé hazánkban is a hibridek előállítása, ami Magyarországon elsőként Barabás Zoltánnak sikerült. Ez a Hybar Mv 301 szudánifű volt, mely közel 30 évig maradt köztermesztésben. A később előállított rövidebb tenyészidejű, újabb hibridek bevezetésével a cirok vetésterülete északabbra tolódott. Hazánkban csak jóval később, az 1970-es évek közepén – az Ócsai Cirok Termelési Rendszer szervezésében – indulhatott meg az olcsó tömegtakarmány igény kielégítése céljából a takarmánycirok nagyüzemi termesztése, amikor a megfelelő műszaki, gazdasági háttér már adott volt (BÁLINT, 1966; IVÁNYINÉ 1989; SIKLÓSINÉ és HARMATI, 2001).

## 2.2. A cirok rendszertana

A cirok LINNÉ műveiben (1753, 1763) a *Holcus* nemzetség fajai között található - mutat rá PRISZTER (1985) a faj rendszertani hányattatásaira -, majd MOENCH (1794) választotta le a *Holcus sorghum*nak nevezett cirkot a *Holcus* nemzetségről, megalkotva a *Sorghum* nemzetséget. A cirok tehát a *Sorghum* nemzetségbe, az egyszikűek osztályába (*Monocotyledonopsida*), a pázsitfűfélék családjába (*Gramineae*) és a kölesfélék (*Panicoideae*) alcsaládjába tartozik. Az egyik közismert rendszerezés Persoon nevéhez fűződik, aki szerint az összes termesztett cirok egy fajba tartozik, s ez a *Sorghum vulgare Pers.* és ezen belül varietásokat, változatokat különböztetünk meg.

- Seprűcirok: *Sorghum vulgare Pers var. technicum*
- Silócirok: *Sorghum vulgare Pers var. saccharatum*
- Szemescirok: *Sorghum vulgare Pers var. frumentaceum*
- Szudánifű: *Sorghum vulgare Pers var. sudanense*

1982 óta a külföldi szakirodalommal való azonosítás elősegítése miatt új rendszertani besorolást alkalmazunk. A termesztett cirkokat külön fajokba tartozóknak tekintjük.

- *Sorghum bicolor* (L.) MOENCH. - Szemescirok
- *Sorghum dochna* (FORSK) SNOWDEN provar. *dochna*. – Silócirok
- *Sorghum dochna* (FORSK) SNOWDEN provar. *technicum* – Seprűcirok
- *Sorghum sudanense* (PIPER) STAPF – Szudánifű

Napjainkban *Sorghum bicolor* L. MOENCH fajba tartozónak tekintjük a szemescirokot, silócirokot és a seprűcirokot, a szudánifűnek *Sorghum sudanense* L. PIPER/STAPF a tudományos neve (LÁNG, 1966; IVÁNYI, 2004; SIKLÓSINÉ és HARMATI, 2001).

### 2.3. A tápelemfelvételle ható tényezők

A növények tápelemfelvételét, terméshozamát és minőségét számos tényező befolyásolja, melyeket GYŐRI és GYŐRINÉ (1998) a következőképpen csoportosított:

<b>Belső tényezők</b>	<b>Külső tényezők</b>	
<b>Növények genetikai tulajdonságai</b>	<b>Klimatikus tényezők</b>	<b>Termesztéstechnológia</b>
<i>Biológiai erőforrás</i>	<i>Környezeti erőforrások</i>	<i>Technikai erőforrások</i>
	időjárás	trágyázás
	víz	öntözés
	talaj	talajművelés
		növényvédelem
		talajjavítás
		vetésváltás
		betakarítás
		szállítás
		szárítás
		tárolás

## **2.3.1. A tápelemfelvételre ható biológiai tényezők**

### **2.3.1.1. Gyökérrendszer**

LOCH (1992) szerint a tápanyagfelvételt a növényfajok eltérő tápanyagigénye és a növények fiziológiai, morfológiai tulajdonságai is módosítják. A víz- és tápanyagfelvétel döntő része a gyökércsúcsok közelében elhelyezkedő gyökérszőrökön keresztül történik. Mivel a ciroknak rendkívül nagy az aktív gyökérfelülete, ezáltal nagy a tápanyagfelvevő képessége, valamint rövidek a diffúziós utak is. A gyökérfelület nagysága megszabja az élő gyökérfelületen kiválasztott és az elhalt gyökerekből a mikroszervezetek által termelt szén-dioxid mennyiségét, ami a tápanyagok oldódásában játszik fontos szerepet. Ez határozza meg a növény tápanyagfeltáró képességét.

A cirok gyökérrendszere, mint azt számos kutató vizsgálata alátámasztja, nagyon erős, mélyreható. Kutatási tapasztalataink szerint ennek köszönhető, hogy a talaj felső 60 cm-es rétegében mért tápanyagtartalomnál lényegesen többet képes felvenni a tenyészidő folyamán. Erőteljes gyökérzetnek köszönhető, hogy jól hasznosítja a mélyre mosódott nitrogént és ezáltal megakadályozza a talajvízbe jutását, ami környezetvédelmi szempontból előnyös (PERNIOLA et al., 1999), valamint szárazságtűrő képessége is abból adódik, hogy gyökérzetével a talaj mélyebb rétegeből is fel tudja venni a vizet.

A dúsan elágazó másodlagos gyökerek a növénytől távolodva kezdetben a felszínhez közel, vízszintesen haladnak, majd lefelé fordulnak és a főgyökérrel közel párhuzamosan a talaj felső 100-120 cm-es rétegét sűrűn átszövik. A mellékgyökerek fő tömege azonban a talaj felső 30 cm-es rétegében van, nagyszámú gyökér csupán 10-15 cm mélyen helyezkedik el (BÁNYAI, 1967.; DOGETT, 1968.; SCHERTZ, 1979).

Hazai vizsgálatok szerint (BARABÁS és FARAGÓ, 1980) a terebélyes gyökérrendszernek tulajdonítható a laza, homokos talaj megkötése. A talajban lévő nagy mennyiségű gyökérmaradvány pedig – megfelelő tápanyagellátottság mellett – kedvez a mikroorganizmusok tevékenységének, amelynek haszna az utóveteménynél is jelentkezik. A cirokra jellemző lassú kezdeti fejlődés tulajdonképpen csak látszólagos, mert ilyenkor csak a hajtásrendszer növekedése stagnál, viszont annál inkább fejlődik a gyökérzet. A kukoricához hasonlóan a cirokszár talaj közeli nóduszain gyakran előtörnek az ún. támasztó-, lég- vagy harmatgyökerek, és némelyik a talajt elérve le is gyökerezik (TEARE et al. 1973; BLUM et al. 1977).

### 2.3.1.2. Hajtásrendszer

Itt mutatom be a silócirok gazdasági értelemben vett termését a hajtásrendszerét, amely a földfeletti biomassza tömeget adja. Kutatásom során ez volt vizsgálataim fókuszában, figyelemmel kísértük a zöldtömeg és a szárazanyag hozam alakulását, a szárlé cukortartalmát, valamint a földfeletti részek átlagos tápelem koncentrációjának változását a tenyészidőszak folyamán. PEPÓ (2005) vizsgálatai szerint a képződött szárazanyag-tömeget, a levélterületet és a termésmennyiséget alapvetően az évjárat jellege határozza meg, mely hatásokat elsősorban a trágyázás, kisebb mértékben a fajta módosította.

#### *Szár*

A cirok talajfelszín feletti részeinek kezdeti fejlődése – ahogyan arra vizsgálataim során is többször utalok - igen lassú és a tápelemfelvétel is mérsékelt. A főhajtáskezdemény ilyenkor még nagyon rövid szártagokból áll, amelyeket a levélhüvelyek elfednek, így a szárat nem is láthatjuk, csak amikor a buga már megjelent. Később a szárbaindulás fázisában a legnagyobb a napi tömeggyarapodás és ennek megfelelően a növény tápanyagigénye is.

A kifejlett ciroknövényen egy főhajtást és több-kevesebb mellékhajtást különböztetünk meg. A ciroknak szárcsomókkal tagolt, merev, kórószerű, erőteljes szára van, amely belül tömött. A cukorcirok típusú fajták szára nem válik üreges és szivacsos állományúvá, s szárukban nagy mennyiségű cukor (szaharóz, 17-20 % refrakciós érték) rakódhat le. A mellékhajtások száma részben örökletesen meghatározott, részben a tenyészterület függvénye. A szemescirok főhajtásából 2-3, a silócirokéból 3-7 és a szudánifűéből 3-10 mellékhajtás képződik. A szár (hajtástengely) hosszúsága a buga nélküli szárat jelenti, de a gyakorlatban azt is beleszámítva mérik. A ciroknövény magasságát elsősorban a szártagok hossza és nem a szártagok száma határozza meg. A leggyakoribbak a 140-200 cm közötti növénymagasságok (JÓZSA, 1981).

#### *Levél*

A ciroknövénynek jellemző tulajdonsága, hogy levelein és szárán fehér viaszbevonat van. Ez a viaszréteg csökkenti a párolgást, növelve a növény szárazságtűrését. Leveleik 40-100 cm hosszúak, 4-8 cm szélesek, szélük kissé hullámos.

A levéllemez sima felületű. Egy növényen az oldalhajtásokkal együtt 40 levél is előfordulhat (IVÁNYI, 2004).

Gazdasági növényeink többsége (búza, árpa, cukorrépa, bab, burgonya stb.) a fotoszintézis típusa alapján a C3-as kategóriába sorolható, mivel a légköri szén-dioxidot Calvin-ciklus segítségével kötik meg, amelynek végterméke három szénatomú cukor. A C4-es növények (kukorica, köles, cirok stb.) ezzel szemben az úgynevezett dikarbonsav-ciklusban kötik meg a szén-dioxidot, amelynek négy szénatomú cukor a végterméke. Noha a fotoszintézis optimális hőmérséklete magasabb a C4-es növények esetében, vízigényük mégis csak mintegy 50 százaléka a C3-as növénykének. LÁSZTITY (1995; 1997) szerint a C4-es típusú növények intenzív asszimilációs képességét jól jellemzi a köles és a cirok esetében a generatív fázisban tapasztalt rendkívül intenzív szárazanyag beépülés.

#### *Virágzat*

A ciroknak végálló bugavirágzata van. Egy száron csak egy buga helyezkedik el, így a növényenkénti bugaszám azonos a fő- és oldalhajtások számával. A kalászkapelyvák színe érett állapotban fajtameghatározó bélyeg, lehet sárga, barna, meggyvörös és fekete. A virágok hőhatásra nyílóak, ezért kedvező, ha június végén és júliusban az átlaghőmérséklet 20-25 °C. A virág a felnyílás után a szél segítségével termékenyül. Az egyes bugákon a levirágzás felülről lefelé és kívülről befelé, a virágzat tengelye felé történik, amellyel a növény az öntermékenyülés ellen védekezik. (HELLER, 1944; MILLER et al., 1964; BÁNYAI, 1967; DOGETT, 1968; MUMMIGATTI et al., 1998).

#### *Szemtermés*

A legtöbb hazai fajta szemtermése lisztes endospermiumú, ezermagtömege 25-30 g. A terméshéj a maghéjjal szorosan összenőtt. A szemtermés alakja lehet gömbölyded vagy kissé megnyúlt. A takarmánycirok szeme nagy színgazdagságot mutat, lehet fehér, rózsaszín, sárga, barnássárga, barna és vörösesbarna. Az érés folyamán folyamatosan változik a szem színe. Egyes fajták esetében a terméshéj például fehér, alatta a maghéj vörösesbarna, amelyek együtt krétafehér árnyalatú színt adnak. Megfigyelések szerint a barna színű szemtermésben magasabb a tannintartalom, amelyet a madarak nem kedvelnek (JÓZSA, 1981; BÁNYAI, 1985; FARAGÓ, 1985; SIKLÓSINÉ és HARMATI, 2001; IVÁNYI, 2004).

### **2.3.2. A tápelemfelvételre ható környezeti tényezők**

Régóta ismeretes az a megfigyelés, mely szerint az „évjárat” nagyobb ( $\text{tha}^{-1}$ -ban kifejezett) különbségeket hoz létre egy-egy termesztett növény átlagtermései között, mint egy éven belül az eltérő trágyázási szintek. Annak ellenére, hogy a trágyázási tartamkísérletekben az évek múlásával a legjobb kezelésekben általában egyre nagyobb terméstartományokat, trágyahatásokat kapunk a kontroll parcellák terméséhez képest, az előbbi törvényszerűséget még a tartamkísérletek vonatkozásában is érvényesnek kell elfogadnunk (CSATHÓ et al., 1991).

PEPÓ (2004) kísérleti tapasztalatai szerint az időjárási elemek hatása rendkívül összetett, hatásuk interaktív és kumulatív módon jelentkezik.

#### **2.3.2.1. Hőmérséklet**

A cirkok származási helyükből adódóan magas hőigényű növények, 2600-3000°C hőösszeg szükséges számukra a tenyészidőszak folyamán, emiatt Magyarország a silócirok termesztés északi zónájába tartozik. BAJAI (1970), valamint MIKES és HORVÁTH (1977) szerint célszerű a vetőmagot és a szemes cirkot az ország délebbi részein: Baja-Tiszalök vonalától délkeletre és a baranyai háromszögben termesztetni, ahol a júliusi átlaghőmérséklet 21 °C-ot meghaladja. Zöldtakarmány és siló termesztésre – mivel ezeknek a 2000-2200 °C hőösszeg elegendő - pedig az ország északi és északkeleti területein rendezkedjünk be (HARANGOZÓ, 1988; BOCZ, 1992; BÓCSA és KURNIK, 1992; HARMATI, 1997).

A növény magas hőigényére a termesztés során kiemelt jelentőséget kell tulajdonítani, ahogyan arra LÁZÁR (1984) is felhívja a figyelmet. A takarmánycirkok a hőigényen túl nagyon érzékenyek a megvilágítás időtartamára is. A virágzás a 12 órás fotoperiódusos viszonyok között indul meg. Emiatt a cirkok a bugahányás-virágzás időszakában a legérzékenyebbek (JÓZSA, 1976; 1985).

#### **2.3.2.2. Vízellátottság**

Vizsgálatok támasztják alá, hogy a csapadékos időjárás a cirkok tenyészidejét kinyújthatja, s a talaj megfelelő nedvességviszonyai mellett kedvezőbb tápelemfelvételi viszonyok alakulnak ki. Meg kell azonban említeni, hogy az optimálist meghaladó vízellátás a N, Ca és Mg csökkent felvételét eredményezheti (LOCH, 1992). A száraz, meleg időjárás viszont rövidebb tenyészidőt eredményezett. Kísérleti tapasztalataink is a

silócirok kiváló szárazságtűrését igazolják, azonban a nagymértékű aszály meghaladhatja a növény genetikai tűrőképességét. Megfigyeléseink szerint a szárazságtűrő képesség csak abban az esetben használható ki, ha májusban elegendő nedvesség áll rendelkezésre a keléshez és gyökérképzéshez. Száraz talajban emellett a tápelemek mobilitása, felvehetősége nagymértékben csökken. A cirok vízigénye 500-580 mmév<sup>-1</sup>, a transzspirációs koefficiensük 150-250 lkg<sup>-1</sup> szárazanyag, azaz egységnyi szárazanyag előállításához lényegesen kevesebb vízre van szükségük, mint a kukoricának (MUNOR és RACHIE, 1956; MOLDENHAUER és KEATING, 1958).

BÁRDOSSY et al. (1985) szerint szántóföldi növényeink közül a takarmánycirok tűrik legjobban a szárazságot a következő tulajdonságokból adódóan: a szár és a levélfelületet vékony viaszréteg fedi, ami csökkenti a transzspirációt. A nagy tömegű, mélyre hatoló, a talajt sűrűn behálózó gyökérzetével a talajrétegből olyan víz- és tápanyagtartalmat képes felvenni és hasznosítani, mely más növények számára hozzáférhetetlen. Szárazság következtében a fejlődés leáll, de csapadék után jól regenerálódik. Emiatt a növényvilág tevéjének tartják (IVÁNYI, 1989).

HELLER és SIEGLINGER (1944) adatai alapján aszályos évben a cirok termése csökken és nő a fehérjetartalma a keményítő- és zsírtartalom rovására. MILLER et al. (1964) megfigyelései szerint az RS 610 hibridet Kansasban nyolc különböző helyen termesztve öntözetlen körülmények között 9,5% volt a cirokszem fehérjetartalma, míg öntözött viszonyok mellett 8,3%.

A növénytermesztési technológia korszerűsítésében a megfelelő tápanyag-visszapótlás mellett legnagyobb jelentősége a vízellátás integráló szerepének van. Ezért különösen fontos a víztakarékos gazdálkodás, melyhez szorosan hozzátartozik a szakszerű vetésváltás kialakítása is (SÁRVÁRI és SZABÓ, 1998).

### **2.3.2.3. Talaj**

A tápelemfelvételre ható tényezők közül kiemelt jelentőséggel bír a talaj típusa, szerkezete, kötöttsége, pH-ja, mésztartalma és egyéb jellemzői.

SURÁNYI (1954) már a múlt század közepén rámutatott, hogy a cirokfélék jól alkalmazkodnak a változó talajviszonyokhoz, hiszen olyan talajokon termesztik elsősorban, ahol a fontosabb szántóföldi növények sikeresen nem termesztethők. Mégis leginkább a könnyen felmelegedő, jó tápanyag- és vízgazdálkodású, középkötött vályog- vagy humuszos homoktalajokon díszlik a legjobban. A sós talajokat jobban

túrik, mint az egyéb takarmánynövények, de nem ajánlatos szélsőséges, rossz vízgazdálkodású, erősen sós, szikes, erősen kötött, hideg agyag, futóhomok, erősen savanyú és a felszín közelében vízzáró réteget tartalmazó talajokon termesztteni.

Az előző megállapítással ért egyet SIKLÓ SINÉ és HARMATI (2001), miszerint a gyengébb termékenységű talajok közül a takarmánycirokknak leginkább a laza, a vizet könnyen átteresztő, nem túl savanyú és tápanyagokkal jól ellátott ásványi talajok felelnek meg, melyekben a gyökerek mélyre hatolásának nincsen akadálya. Véleményük szerint a Duna-Tisza közti humuszos homokok ezért is igen kedvezőek a takarmánycirok termesztésére.

A cirok szempontjából legkedvezőbb a 6,5-8,2 pH. A növény a talaj mészállapotára nem érzékeny. A talaj humusztartalma lehetőleg 2 % fölött legyen. Az agyagtartalom ne legyen túlzottan magas, az Arany-féle kötöttségi szám pedig 30-50 között legyen. A gyakorlatban olyan talajokon szokás termesztetni, ahol a kukorica, a búza, az árpa vagy bármely fontosabb szántóföldi növény sikeresen nem termesztethető.

A cirokfélék talajigénye között van különbség, legigényesebb a szemescirok, legkevésbé a szudánifű, és kettő között helyezkedik el a silócirok. A homokon a defláció okozhat komoly károkat, bár a seprűcirok termesztése ezen a talajtípuson a legmegfelelőbb (LÁNG 1966; HARMATI és GYURIS, 1992). SZALAY (1994) kísérletei alapján megállapította, hogy a seprűcirok jól viseli a vadföldet, ezért friss gyepfeltörések első évében javasolja utóveteménynek.

### **2.3.3. A tápelemfelvételre ható agrotechnikai tényezők**

#### **2.3.3.1. Tápanyagellátás**

HARMATI (1997) - több szakemberrel összhangban (SARKADI, 1975; SMITH et al. 1980; SUBAGIO, 1998; SMILOVENKO és POIDA, 1999) - felhívja a figyelmet arra, hogy a felvehető tápanyag mennyisége jelentősen változik a talajtípustól és a csapadéktól függően, ezért ezeket a műtrágyaszükséglet megtervezéséhez (a várható termés mennyiségén felül) feltétlenül számításba kell venni. A szakszerű, úgynevezett ökonomikus tápanyagellátás érdekében mindenképpen ismerni kell a talaj felvehető tápanyagtartalmát. Ennek hiányában az adott táblára és fajra vonatkozó optimális trágyaadagok nem adhatók meg. A talaj tápanyagtartalma ismeretében CSATHÓ és RADIMSZKY (2007) véleménye szerint a trágyázási szaktanácsadási rendszerek alapvető, közös vonása (kellene, hogy legyen), hogy az adott tápelemmel gyengén

ellátott területen a növény által kivont mennyiséget jóval meghaladó, közepesen ellátottn az kevésbé meghaladó, jó ellátottságon azzal azonos, igen jó ellátottságon annál kevesebb, vagy zéró (N) PK tápelem mennyiséget kellene kijuttatni termesztett növényeink alá.

A terméshozam növelésében és a takarmányozási érték javításában az agrotechnikai elemek közül kiemelt szerepe van a tápanyagellátásnak. A cirok minőségorientált, környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszerének fejlesztésében fontos mindazon területek tanulmányozása, melyeket IZSÁKI (1999, 2001, 2003) a következőkben foglalt össze:

- a növények fajlagos tápanyagigényének meghatározása a hozam és minőségi paraméterek alapján,
- a tápanyagellátottság , a terméshozam és minőség összefüggéseinek vizsgálata,
- tápelemellátottsági határértékek további pontosítása, kalibrációja a különböző termőhelyi kategóriákra,
- talaj tápelemellátottsági határértékek differenciálása növényfajonként, növénycsoportonként,
- a növény tápláltsági állapotának, tápelem-koncentrációjának és a minőség összefüggéseinek vizsgálata.

Figyelembe kell venni, hogy a különböző hibridek trágyareakciója és termőképessége nagymértékben eltérő. Azok a hibridek értékesebbek, amelyek kisebb műtrágyaadag mellett is nagyobb termésre, ezáltal nagyobb hektáronkénti jövedelem elérésére képesek (SÁRVÁRI, 1995).

#### *A cirok szervestrágyázása*

KAPOCSI et al. (1984) megállapították, hogy a cirok igen jó hatásfokkal hasznosítja a hígtrágyát. Számos publikáció felhívja a figyelmet az istállótrágya hozamnövelő hatására, HARTLEY és GREENWOOD (1933), valamint SIKLÓSINÉ (2001) szerint különösen jó, ha az elővetemény alá adagoljuk. MATHERS et al. (1982) szemescirokban vizsgálták a szervestrágya hatását, s azt tapasztalták, hogy az istállótrágyázott parcellák szemtermése háromszorosa volt a kezeletlen kontroll parcelláknak.

## *Nitrogén*

A nitrogén az aminosavak, fehérjék, nukleinsavak és nukleotidok, valamint a klorofill alkotórésze. A nitrogéntrágyázás hatását a szárazanyag-produkcióra már régen felismerték, valamint azt, hogy a termés nagysága legnagyobb mértékben a N-trágyázással növelhető. A takarmánycirok főleg nitrogén igényes, mely a vegetatív részek fejlődését segíti elő (BUZÁS, 1983). A nitrogént főként a gyökereken keresztül veszi fel, de lombtrágyázás esetén felvehetik a levelek is, e módon főként a karbamid felvétele történik. Pirschle - LOCH (1992) közlése szerint - 21 növényfajnál vizsgálta az ammónium és a nitrát felvételét. Tapasztalatai szerint a két nitrogén forma között az alapvető különbség, hogy a nitrát lényegesen szélesebb pH-intervallumban biztosítja a növények N-ellátását, mint az ammónium. A növények számára elérhető nitrogén befolyásolja a növény anion-kation felvételét. Nitráttáplálás esetén az anionok felvétele (különösen a foszfátfelvétel) visszaszorul, míg a kationok felvétele előtérbe kerül. Ammónium táplálás esetén fordított hatás érvényesül. A tömegtakarmány cirkoknál a N elősegíti a hibriditás érvényesülését, a beltartalmi értékek javulását, a nyersfehérje felhalmozódását valamint a megtermelhető biomassza produkció fokozását (WAGGLE et al. 1967; PATEL et al. 1992, 1993, 1994).

A bőséges N-ellátás hatására a termésmennyiség növekedésével a fehérjetartalom bizonyos hígulása következik be, majd pedig a hozam maximumának elérése után a fehérje koncentráció tovább növekszik (GYŐRI és GYŐRINÉ, 2002).

A nitrogén ellátottság zöldhozamra gyakorolt hatását vizsgálta CLEGG (1982) is, aki publikációjában beszámolt arról, hogy kísérletében N-trágyázás nélkül termesztett cirok átlaghozama  $46,16 \text{ tha}^{-1}$  volt, míg a szója után termesztetté  $65,51 \text{ tha}^{-1}$ , tehát a jobb N-ellátottságot jelentős terméstöbblettel hálálta meg.

BERNARDO és CLARK (1982) a tápközeg nitrát/ammónium arányának nitrogénfelvételre és szárazanyaghozamra gyakorolt hatását vizsgálta. Megállapította, hogy a növények nitrogénfelvétele akkor volt a legnagyobb, ha az ammónium aránya magas volt ( $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$  arány 160:40). Ilyen arány mellett a növények szárazanyaghozama is magasabb volt. GUNASENA és AHMED (1980) vizsgálatai szerint a takarmányozásra alkalmas terméshozam nagyobb volt akkor, ha a N adag 50 vagy 100%-ának megfelelő mennyiséget karbamid formában juttatták ki.

ENG (1965) 3 fajta fehérje-, emészthető fehérje- és emészthető szárazanyag-tartalmának változását vizsgálta különböző N-ellátás hatására. Azt tapasztalta, hogy a nitrogénszint növelésével nemcsak a fehérje abszolút mennyisége nőtt, hanem az emészthetősége is.

A N-műtrágyaadagok növelésével a cirokszemben elsősorban a kafirin-frakció halmozódik fel, és csökken a lizin, hisztidin, arginin, treonin és glicin aránya (WAGGLE et al. 1967).

### *Foszfor*

A foszfor jelentősége először a gyökérképzés fázisában fontos, majd később a generatív szakaszban is igen jelentős. Mint az ADP és ATP, valamint a koenzimek alkotórésze, a foszforilálási folyamatokban nélkülözhetetlen. Ezen kívül jelen van minden élettanilag fontos folyamatban, így a fotoszintézisben, glikolízisben, citromsavciklusban és a szénhidrát szintézisben. Kalászos kultúrák P-trágyázása fokozottabb aszálytűréssel, a termésingadozások mérséklődésével jár együtt (CSATHÓ et al., 1991).

KUO és MIKKELSEN (1981/a) felfedezte, hogy a nagy foszfor- és mangántartalmú tápoldatban nevelt növényeken a vas transzlokációja gátlást szenvedett. A növények gyökerén mangán bevonat képződött, így nem voltak képesek elegendő mennyiségű vasat felvenni, melynek következtében a hajtásokban vashiányt észleltek. Ha viszont csak a tápoldat foszforkoncentrációja volt nagy, fokozódott a cirok mangánfelvétele, s még viszonylag alacsony mangánszint mellett is mangántoxicitás lépett fel.

CSATHÓ (2003, 2004) negyven év hazai lucerna és őszi búza szabadföldi kísérleteinek adatbázisát kielemezve arra a megállapításra jutott, hogy savanyú talajokon 100, meszes talajokon 150 mgkg<sup>-1</sup>AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalom felett már a foszforigényes lucerna és őszi búza sem mutatott foszfor hatásokat.

A nitrogén- és foszforellátottság hatását a cirok fejlődésére vashiányos talajon vizsgálták MATHERS et al. (1978). Megállapították, hogy a cirok zöldtömege mintegy 10%-kal csökkent a N+P-trágyázás következtében a kezeletlen kontrollhoz képest. Számos növény elpusztult, mások pedig nem fejlesztettek bugát. Amikor a N+P kezelést 22 kg ha<sup>-1</sup> vassal egészítették ki, a zöldtömeg kétszeresére nőtt.

BOWMAN és OLSEN (1982) közlése szerint a foszforkezelés hatására nő a növények szárazanyaghozama és a földfeletti részek P-tartalma. Ezzel ellentétben a fellehető tudományos közlemények egy része (HARDY, 1957; CAPSTICK et al., 1962; HERRON és ERHART, 1960; ESCAMILLA et al., 1979) nem tudta a foszfor szárazanyag hozamra gyakorolt egyértelmű erőteljes hatását kimutatni, valószínűleg a cirok gyökérsavainak erős foszforfeltáró képessége miatt.

### *Kálium*

A növényi anyagcsere folyamatokban a kálium számos specifikus funkciót lát el. Az enzimekre szerkezetstabilizáló és aktiváló hatást fejt ki, szerepe van a fehérjeszintézisben és szénhidrát képzésben. Kedvező hatást gyakorol a növények vízháztartására és fagytűrő képességére.

A kálium mozgékonyága a növényben jó. Elsősorban az aktív anyagcsere helyekre vándorol, a levelekbe és a merisztémás szövetekbe. Rossz káliumellátás esetén száraz időben a növényeken hervadási tünetek jelentkeznek, s az idősebb leveleken klorofilltartalom csökkenés tapasztalható. A megfelelő káliumellátás fontos a növény szénhidrát-anyagcseréjében, valamint a takarmány ásványianyag-tartalmának kialakulásában. A túlzott ellátás azonban rontja a növények Ca- és Mg- felvételét (LOCH, 1992).

CSATHÓ (2005 a, b) összehasonlította 1960 és 2000 között a szakirodalomban talált hetvenhárom hazai kukorica szabadföldi K-hatáskísérlet eredményeit. Tapasztalatai szerint a K- hatások akkor csökkentek minimálisra, amikor a talajok AL-K<sub>2</sub>O-tartalma meghaladta a 180-200 mgkg<sup>-1</sup> értéket. Tapasztalatai szerint az AL-módszer a legkülönbözőbb talajtulajdonságok mellett is jól tükrözte a talajok természetes K-szolgáltatását és megbízható talaj K-tesztnek bizonyult.

OLGUNDE és SORENSEN (1982) vizsgálataik alapján megállapították, hogy a kálium- és magnézium-ellátottság nem befolyásolta számottevően a cirok szárazanyagtartalmát, s a kálium hiányára és feleslegére tapasztalataik szerint a cirok gyengén reagál. A szárbaszökkenéstől a virágzásig igen intenzív, ezt követően pedig nagyon lecsökken a cirok kálium-felvétele, mivel e tápelem jelentős része a szárba épül be. A K-trágyázás cirok fejlődését kevésbé befolyásolja, a harmonikus tápanyagellátás fontos (SIKLÓ SINÉ és HARMATI 2001).

### *Kalcium*

A talajvédelem egyik fontos eleme a talajok savanyodásának megakadályozása illetve a talajok Ca-tartalmának szintentartása. A talajok Ca-háztartásának egyensúlyát és a növények megfelelő Ca-ellátását mésztrágyázással biztosíthatjuk. Az ásványi talajok Ca-tartalma általában elegendő lenne a növények táplálására, azonban a  $\text{Ca}^{2+}$  ionok felvételét egyes kationok ( $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{K}^+$ ;  $\text{Na}^+$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ ) gátolhatják, ezért a kis Ca-koncentráció a talajoldatban nem fedezi a növény szükségletét. Savanyú talajokon azért is szükséges a kalciumkarbonát pótlása, hogy az  $\text{Al}^{3+}$ ;  $\text{Mn}^{2+}$  és  $\text{Fe}^{3+}$  ionok toxikus mennyiségének felvételét megakadályozzuk (LOCH, 1992).

### *Magnézium*

A magnézium hiánya lehet abszolút és relatív. A Mg abszolút hiánya általában a kis agyag és humusztartalmú savanyú homoktalajokon fordul elő. A növényvizsgálatok azonban gyakran a talajok jó ellátottsága mellett is a növények gyenge Mg-ellátottságát mutatják. Ez arra utal, hogy K vagy Ca túlsúlya következtében is kialakulhat relatív Mg-hiány.

### *Réz*

A mikrotápelemek abszolút hiánya viszonylag ritka, ezeknél az elemeknél fokozottabb mértékben érvényesülhet a felvételt akadályozó talajtulajdonságok (kémhatás, redoxpotenciál, agyagtartalom) hatása. A réz a talajban kétértékű formában agyagásványokhoz, illetve szervesanyagokhoz kötötten fordul elő. Komplexképzésre való hajlama miatt a talajok réz-ellátottságát nem annyira a redox folyamatok, hanem az agyag- és szervesanyagtartalom határozza meg.

### *Cink*

A cink mozgékonyosságát illetve felvehetőségét számos tényező (a talaj magas pH-ja, nagy mész- illetve foszfortartalma stb) jelentősen befolyásolja. A foszfor – cink antagonizmussal kapcsolatban számos szerző bizonyította, hogy az sokkal inkább a növényben és nem a talajban megy végbe. A talajok foszfor ellátottságának javulásával egyre fontosabb a cink trágyázás, főként a cinkigényes növények (kukorica, cirok, komló, len stb) esetében.

## *Mangán*

A növények elsősorban a két vegyértékű mangánt tudják felvenni és ez egyértelműen meghatározza, hogy mely folyamatok milyen irányban hatnak a mangán felvehetőségére. A redukciós viszonyok kialakulása (pH csökkenés, oxigén hiány stb) növeli a felvehető mangántartalmat a talajoldatban, míg az oxidációs viszonyok csökkentik azokat. Mn-hiányt okoz a talaj magas pH értéke, vagy a nagy mésztartalom. Szárazság idején az oxidatív folyamatok erősödése szintén Mn-hiányhoz vezet, de Mn-hiány alakul ki a vas erős túlsúlya esetén is. KUO és MIKKELSEN (1981/b) tenyészedényes kísérletében, ha a tápoldat mangánkoncentrációja nagy volt, nőtt a hajtás mangán- és foszfortartalma, fokozódott a növények mangánfelvétele, foszforfelvételük viszont csökkent. Ha a tápoldat foszfor koncentrációja volt nagy, fokozódott a cirok mangánfelvétele, s még viszonylag alacsony mangánszint mellett is mangántoxicitás lépett fel.

## *Vas*

A talajok összes vastartalma viszonylag magas (1-5% közötti), s felvehetőségét alapvetően a talaj pH-ja és oxidációs-redukciós viszonyai határozzák meg. Savanyú talajban a vas vegyületek jól oldódnak, s a pH növekedésével az oldhatóság csökken. Vashiány fordulhat elő nagy mésztartalom, magas pH és kis Mg-tartalom esetén, valamint magas Zn-tartalom mellett (LOCH, 1992; MÉM NAK, 1987). Amikor a már idézett KUO és MIKKELSEN (1981/c) kísérleteikben a gyökerek foszfor-, mangán- és vastartalma úgy növekedett, hogy ezzel párhuzamosan a hajtás vastartalma csökkent, a nagy foszfor- és mangántartalmú tápoldatban nevelt növényeken a vas transzlokációja gátlást szenvedett. A növények gyökerén mangán bevonat képződött, így nem voltak képesek elegendő mennyiségű vasat felvenni, melynek következtében a hajtásokban vashiányt észleltek.

LÁSZTITY (1996) kísérleti eredményei szerint a cirok teljesérésekor a N, P, S és Zn nagyobb része a szemben, a K, Ca, Mg, Fe, Mn, B és Na nagyobb része a vegetatív elemekben helyezkedett el, míg a Cu mindkét részben azonos arányban fordult elő.

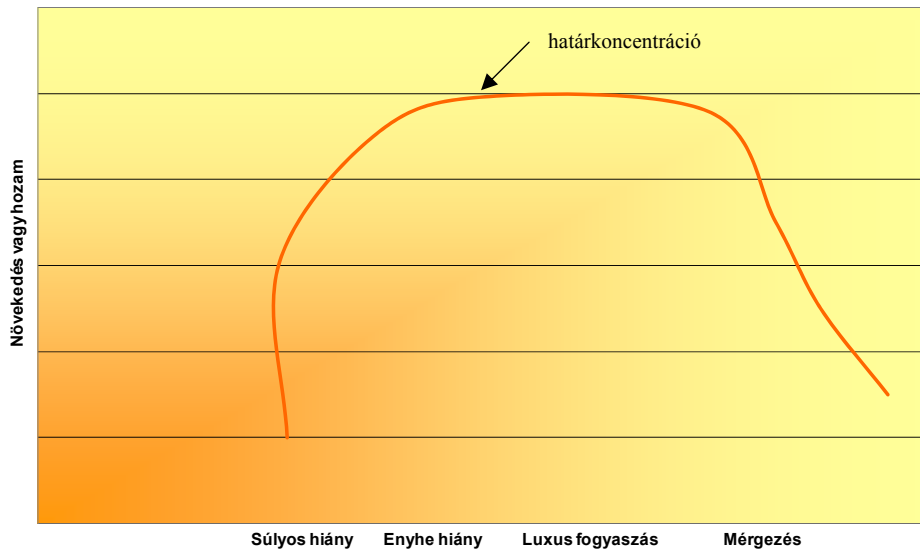
Összességében törekedni kell az előzetes talajvizsgálatok alapján végzett harmonikus trágyázásra, hiszen a növény érzékenyen reagál a mikroelemek hiányára, illetve túlsúlyára is (CLARK és PIER, 1982).

### *Növényanalízis a trágyázási szaktanácsadásban*

Hazai trágyázási szaktanácsadási rendszerünk alapvetően előzetesen végzett növény- és talajvizsgálatokra épül, s így kultúrnövényeink trágyaigényét közvetett úton becsüljük. E trágyaigény becslési módszer nem képes figyelembe venni a talajban a tenyészidő folyamán végbemenő különböző hatásmechanizmusokat, a talaj változó tápanyagszolgáltatását, a növény aktív szerepét és a tápelemek kölcsönhatásának befolyását a növény tápelemfelvételére. Az utóbbi évtizedekben hazánkban is igényként jelentkezett a trágyázási szaktanácsadási rendszer fejlesztésében a növényanalízis módszerének adaptálása, annak részletes kimunkálása növénykultúránként (SARKADI, 1975; BERGMANN, 1979; IZSÁKI, 1988).

A növényanalízis viszonylag régi keletű, hiszen Liebig és kortársai már a XIX. században alkalmazták a betakarított termés tápelemtartalmának és a növény tápanyagigényének meghatározására. BERGMANN és NEUBERT (1976), MENGEL (1976) és KÁDÁR (1980) szerint a növényanalízis elvi alapját az adja, hogy valamely tápanyag felvehető mennyiségének változása a talajban pozitív összefüggésben van a növény tápelemtartalmának változásával. A növény tápelemtartalma és a termés közötti összefüggés azonban nem lineáris, hanem PREVOT és OLLAGNIER (1957) in BERGMANN és NEUBERT (1976) nyomán egy lefelé fordított „C”-hez hasonló görbével jellemezhető. Jelentősebb tápelemhiány esetén mind a növény tápelem-koncentrációja, mind a hozam alacsony. Tápelemellátottság kismértékű javulásával a szárazanyag-felhalmozás gyorsabban nőhet, mint a tápelemfelvétel, ami további tápelem-koncentráció hígulást eredményezhet. Az ellátottság fokozásával a terméshozam erőteljesen növekszik, míg a tápelem-koncentráció csak lassan változik. A szárazanyag-felhalmozás mérséklődésével a hozam végül eléri maximumát, ahol a tápelemhiány megszűnik. Ezt az állapotot jellemző tápelemtartalmat határkoncentrációnak nevezzük. A luxus felvételi tartományban a hozam tovább nem nő, csak a növényi tápelemtartalom növekszik. A tápanyagtúlsúly végül toxicitást okozhat és termésdepresszióhoz is vezethet (BERGMANN, 1979; FÜLEKY, 1999). Az optimális tápelem-koncentrációk és tápelemarányok megállapítására általánosan használt módszer, amikor a növény tápelemtartalma és terméshozama között keressük az összefüggést. A növényanalitikai eredmények megbízhatóságát alapvetően meghatározza a mintavételi módszer, ami magában foglalja a mintázandó növényi rész és a mintavétel idejének helyes megválasztását. Mintavételre olyan növényi rész

kiválasztása célszerű, amelynek tápanyagtartalma egy-egy fejlődési stádiumban kevésbé változik és pontosan tükrözi a tápanyag-ellátottságot.



**3. ábra. Összefüggés a növény ásványi anyag tartalma, növekedése és hozama között (PREVOT és OLLAGNIER, 1957)**

KÁDÁR (1987) a mintavétel technikáját illetően javasolja, hogy a növényi tápelemtartalom esetleges heterogenitása miatt a kellő reprezentáció érdekében parcellánként 15-20 növényből állítsunk össze egy-egy átlagmintát.

### 2.3.3.2. Vetésváltás

A cirok üzemi vetésforgóba való okszerű beillesztése a későbbiekben befolyásolni fogja a növényállomány fejlődését, tápanyagfelvételét, gyomviszonyait, egészségi állapotát és végső soron a termés hozamot és minőséget.

Az elmúlt évtizedekben számos tudományos közlemény (SURÁNYI, 1952; MESTYÁN és HARANGOZÓ, 1982; PONGRÁCZ, 1987/1-2; SIKLÓSINÉ, 1991) foglalkozott a cirok üzemi vetésszerkezetbe való beilleszthetőségével, s alapvetően mind arra a következtetésre jutottak, hogy a cirkok az előveteménnyel szemben igénytelenek, jó elővetemény számukra a hüvelyesek és az őszi búza, de leggyakrabban kukorica után termesztik. Ilyen esetben azonban a nagy tömegű, tág C/N-arányú szervesanyagot visszahagyó növénykultúrák után nagyon fontos a szármaradványok elbomlását elősegíteni őszi kijuttatott, legalább 30-40 kg $ha^{-1}$  N-trágyaadaggal. SÁRVÁRI (1995) kukorica esetében írta le a monokultúras termesztés kedvezőtlen hatásait (terméscsökkenés, talajélet degradáció, beltartalmi értékcsökkenés, talaj vízkészlet csökkenés stb.), amelyek a cirok esetében is érvényesek. A cirok mélyen

kiszárítja a talajt, ezért ezt figyelembe kell venni az utána következő vetemény esetében (JÓZSA 1976; TRIPATHI et al., 1999; BUXTON et al., 1999).

Közismert, hogy a betakarítható tömegtakarmány minőségét és beltartalmi paramétereit van módunk javítani együttvetés alkalmazásával. A silócirok és kukorica külön sorban való együttvetése azért előnyös (BUXTON, 1999; KRASNENKOV és KRAMERÉV, 1999), mert a kelésben és a kezdeti fejlődésben kölcsönösen segítik egymást a növények. A betakarítás idején a kukorica javítja a cirok állóképességét, s további előnye, hogy a cirok nem nyomja el a kukoricát (FAZEKAS, 1997; SIKLÓSINÉ és HARMATI, 2001).

### **2.3.3.3. Talajelőkészítés**

A minőségi talajmunkával, megfelelő magágy előkészítéssel elősegíthetjük a cirok gyorsabb és egyöntetű kelését. Ez különösen fontos egy olyan növénykultúra esetében, amelyre jellemző a lassú, vontatott kezdeti fejlődés. A gyorsan, egyöntetűen kikelt állomány a jól megmunkált talajon jobban fejlődik, kedvezőbb számára a víz-levegő arány, ami kedvezően hat a tápanyagfelvételre és a termés mennyiségére. Az egyre jobb hatású gyomirtószerek ellenére még ma is érvényes BAJAI és BARABÁS (1962) véleménye, hogy a vetés előtti gondos talajelőkészítés a legjobb lehetőség a gyomok nagyarányú elpusztítására. A vetés előtti gyomirtó talajmunkáknak különösen a szudánifű termesztésekor van jelentősége, mert vetés után már mechanikai gyomirtásra lehetőség nincs, és a lassú kezdeti fejlődésű növényeket a gyomok könnyen elnyomják. SURÁNYI (1952) szerint a tavaszi talajműveléssel igyekezni kell, hogy a talajt gyorsan készítsük elő vetésre, jól gazdálkodva a talajnedvességgel, ugyanakkor fontos, hogy a talaj porhanyós és tömött legyen. A silócirok talajelőkészítő munkái a vetésforgóban elfoglalt helyük szerint változnak. KERESZTESY (1985) és BATÁRI (1985) szerint a cirok a talajmélyítő munkát igen meghálálja, mivel nagytömegű bojtos gyökérzetével a mélyen lévő tápanyagokat is fel tudja venni. BAJAI és BARABÁS (1962) szerint az őszi mélyszántásnak és az azt megelőző gondos nyári talajmunkáknak kettős célja van: gyomirtás és a talaj beérésének biztosításával a fokozottabb tápanyagfeltáródás elősegítése. JÓZSA (1976) vizsgálatai alapján elegendőnek tartja a 23-25 cm-es szántási mélységet. A csíranövények fejlődéséhez tömör alapú, aprómorzsás réteggel takart, egyenletes felszínű magágy szükséges. FARAGÓ (1976) és BÁCS (1985) szerint a vetőágy készítést 8-10 cm mélyen végezzük. A gyökérzet mélyen lazított, tömörödött rétegtől mentes, jó vízgazdálkodású, tápanyaggal megfelelően ellátott talajon fejlődik

megfelelően (FARAGÓ 1976, GYÖKÉR 1977/1978; BARABÁS 1980; ALLEN et al. 1981). Vetés előtt és után a hengerezés elengedhetetlen (SÁRI, 1980; SZALAY, 1984).

#### **2.3.3.4. Vetés**

A termesztés sikerét az agrotechnikai elemek között szintén nagymértékben befolyásolja a vetés ideje, módja, s a beállított állománysűrűség. A vetésidő olyan agrotechnikai tényező, amely pótlólagos ráfordítást nem igényel. A jól megválasztott vetésidő nagyobb, biztonságosabb termést tesz lehetővé. Ezzel szemben a rosszkor végzett vetés negatív hatásait a későbbiekben már egyáltalán nem, vagy csak igen kismértékben lehet ellensúlyozni (SÁRVÁRI és FUTÓ, 2001). A területegységre jutó növényszám alapvetően befolyásolja a tápanyagfelvételt és a várható termés mennyiségét (BALASUBRAMANIAN és RAMAMOORTHY 1996, 1998; BÁRDOSSY et al. 1985; BATÁRI et al.1985). HARMATI és GYURIS (1992), RAGASITS (1994), HARMATI (1997), szerint a lassú kezdeti fejlődés kiküszöbölésénél nemcsak a jó csírázóképeségű, csávázott vetőmag használata, hanem a kellő talajhőmérsékletű magágyba történő vetés is fontos szerepet játszik. Előnyben kell részesíteni azokat a hibrideket, amelyek vetőmagja gyorsabban csírázik, hidegtűrőbb és jobb kezdeti fejlődésű. A tőtávolság 6-10 cm-ig változhat, s a 40-60 cm-es sortáv mondható ideálisnak. Az egységnyi területre jutó tőszám meghatározásához ismerni szükséges a tábla tápanyagellátottságát, kultúrállapotát, talajtípusát, humusztartalmát, pH-ját stb., valamint a fajták speciális tulajdonságait, pl. a szárszilárdságot (FARAGÓ et al., 1976; FARAGÓ, 1977; BARABÁS, 1980). Törekedjünk a megfelelő növényszám biztosítására, azaz a hektáronkénti 200-300 ezer tőhöz - FAZEKAS (1997) szerint ez az érték 160-200 ezer tő ha<sup>-1</sup> - , melyhez a vetőmagigény 10-14 kg. A tőszámot nagymértékben befolyásolhatja a termőhelyi adottság, az évjárat hatása, valamint a tápanyag -és vízellátás mértéke, mindezt nem szabad figyelem kívül hagyni (SÁRVÁRI, 2002). Optimális vetési idő május első dekádjától május végéig tart. FARAGÓ (1977) véleménye szerint a vetésmélység nagyobb hatást gyakorol a csírázóképeségre, mint a vetésidő. Mások szerint a vetésidő döntő a hozam tekintetében (BALASUBRAMANIAN és RAMAMORTHY, 1996).

### 2.3.3.5. Növényvédelem

Kísérleti tapasztalataink alátámasztják (gyomírtási nehézségek, erőteljes levéltetű fertőzöttség), hogy a fajra jellemző fejlődési erélyt, tápanyagfelvételi dinamikát, valamint összességében szép és erős állományt csak egészséges növények produkálhatnak, tehát a szakszerű növényvédelemnek kiemelkedő szerepe van a terméshozam optimalizálásában és a minőség javításában.

#### *Gyomnövények és az ellenük való védekezés*

A gyorsan fejlődő gyomok elnyomják, visszavetik a cirok fejlődését. A tenyészidőszak második felében már csak a ritka, nem kielégítően fejlődött állományok gyomosodhatnak el. FARAGÓ (1980) szerint a cirokféléket általában olyan területen termesztik, ahol a kukorica gazdaságos termesztése bizonytalan, e területek tápanyagellátottsága és kultúrállapota azonban gyengébb az átlagosnál. Ez az oka annak, hogy a ciroktáblák gyomnövényzete meglehetősen változatos, általában a magról kelő T4-es melegigényes gyomok dominálnak, esetenként azonban az évelők is előfordulnak (SARTORI, 1981).

BOCZ (1992) szerint az eredményesebb gyomirtás érdekében mind a vetést megelőző időszakban, mind a kelést követően mechanikai gyomirtást kell végeznünk. A cirok herbicidtüro képessége kisebb, mint a kukoricáé, de a kukorica gyomirtó szereinek egy része alkalmas a cirok gyomirtására is, azonban célszerű a kukoricánál is alkalmazott szerek esetében a 10-20%-kal csökkentett dózist alkalmazni (KISS és PURNHAUSER, 1980). A posztemergens kezeléseket a cirok 15-20 cm-es fejlettségénél, a gyomok 1-3 (4) leveles állapotában ajánlatos elvégezni. Amennyiben a kétszikű gyomnövények dominálnak és erős a fertőzés, lehetőség van a cirok korábbi fenológiai állapotában is a védekezésre (FARAGÓ és ÖLVEDI, 1976; DINER, 1980; FARAGÓ et al., 1980; ANTAL, 1983).

#### *Kórokozók és az ellenük való védekezés*

A cirokfélék betegségei ellen közvetlenül növényvédelmi eljárásokat – a vetőmagcsávázás kivételével – nem alkalmaznak. A betegségek ellen elsősorban az azokat terjesztő vektorok és köztesgazdák – például levéltetvek, gyomnövények – irtásával kell védekezni. A megfelelő fajta megválasztásával és a megfelelő

agrotechnikai műveletekkel a kórokozók jelentős része megfékezhető (FREDERIKSEN és ROSENOW, 1979).

A vírusfertőzések közül elsősorban a kukorica csíkos mozaik vírus emelhető ki, amely rendszerint kisebb mértékű levélfertőzési tünetet vált ki. A baktériumos fertőzések közül a baktériumos levélcsíkoság és levélfoltosság (*Pseudomonas sp.*) károsítja a cirok levélnetét (SZAKÁL, 1981).

A különböző fitopatogén gombák által okozott betegségek közül a cirok esetében legjelentősebbek a vetőmaggal terjedő vagy a talajból kiinduló csírafertőző gombák. Az ellenük való védekezés leghatékonyabb eszköze a vetőmag csávázása. (ALCONERO et al. 1977; DOUPNIK és BOOSALSS, 1980; TULEEN et al. 1981).

#### Kártevők és az ellenük való védekezés

A kikelt és fejlődő növényt – elsősorban hűvös időjárás esetén – a kukoricabarkó (*Tanymecus dilaticollis*) károsítja. A vetésekben jelentős madárkár is felléphet, azonban a polifenol tartalmú cirokmagok repellens hatásúak, célszerű ezeket a fajtákat alkalmazni (BULLARD et al., 1980; TEETES, 1979). A kártevők közül jelenleg a ciroktermesztés legjelentősebb problémáját a levéltetvek jelentik. A szívogatás hatására a növények fejlődése jelentősen csökken, az állomány sárgul, gyengén fejlett marad. Betelepedésük – különösen kedvező időjárás esetén – a cirok 6-8 leveles állapotától várható.

Általánosságban elmondható, hogy a legolcsóbb és egyben leghatékonyabb védekezési mód az ellenálló fajták, hibridek termesztése, hiszen JOHNSON és TEETES (1979), MAXWELL és JENNINGS (1980); JÓZSA (1981), LÁZÁR (1983), LAZÁNYI (1985) SIKLÓ SINÉ (1994) több tudományos közleményben, illetve fajtaleírásban beszámoltak ígéretes, a biotikus környezeti tényezők ellen is erős toleranciával rendelkező biológiai alapokról.

#### **2.3.3.6. Betakarítás**

A betakarítás idejének helyes megválasztása a silócirok esetében alapvetően meghatározza a termesztés sikerét, a termés nagyságát, takarmányozási értékét, szárazanyag- és rosttartalmát. Hiába tehát a megfelelő agrotechnika, szakszerű trágyázás és növényvédelem, ha a betakarítást nem optimális időben és a megfelelő módon végezzük, egész évi munkánk kárba vesztet.

BOCZ (1992), valamint számos hazai és külföldi szakember – BATÁRI et al., (1985); ALABUSHEV et al., (1996); TAIXERIA et al., (1999) - leírta, hogy a silócirok betakarítás időpontját a beltartalmi értékek optimális szintje határozza meg. A cirok silózásra akkor a legalkalmasabb, amikor a szem a viaszérés állapotában van. A cukorcirok cukortartalma is ekkor a legmagasabb, szárazanyag-tartalma pedig 30 % körüli. Mind a bugás, mind a bugátlan ciroknál a fejlődés előrehaladtával 35 % szárazanyag-tartalomig nő a szárazanyaghozam, míg a beltartalmi paraméterek közül a fehérjetartalom csökken, a könnyen oldható szénhidrát és az emészthetőséget csökkentő lignintartalom pedig nő (PINTÉR, 1992; CAKMAKCI et al., 1999).

LÁSZTITY (1995) karbonátos hokon végzett kísérletében azt tapasztalta, hogy a N, P, K és S-koncentrációk a tenyészidő során folyamatosan csökkentek, míg a Ca és Mg tartalom gyakorlatilag alig változott. Az érett cirokban a szemben mérték a legnagyobb N- és P-tartalmat, a szárban pedig a K, Ca, Mg-tartalom volt jelentősebb.

A túlságosan későre húzódo betakarítás, illetve a száraz évjáratban öntözetlen vagy korán befejezett öntözéssel termesztett ciroknál nő a rosttartalom, és az érettebb, szárazabb szemtermés nem tud jól feltáródni a szilázs erjedése folyamán, így felhasználáskor a szemtermés egy része emésztetlenül távozik az állatok bélcsatornájából. Az optimális betakarítási időre és a vízellátásra tehát nagyon oda kell figyelni (KIPNIS et al., 1994; LOSAVIO et al., 1999; EL HODA et al., 2000). Bár a cirok erőteljes gyökérzetű és jó szárazságtűrő, szélsőségesen száraz évjáratokban más növénykultúrához hasonlóan a betakarított termés mennyisége és minősége is javul az öntözés hatására (RIVELLI et al., 1998; MASTRORILLI et al., 1999; PEPÓ, 2005). Gazdasági számításokat egybevetve a kémiai vizsgálatokkal megállapították, hogy a takarmánycirkokat zöldtakarmányként kétszer érdemes betakarítani. Az első növedéket virágzáskor, a vetéstől számított 70-75. napon, a másodikat pedig az októberi fagyok előtt kell levágni. Így gazdaságosan, megfelelő mennyiségű és minőségű takarmányhoz juthatunk (TÓTH és KHALID, 1987). Abraktakarmány, illetve vetőmag előállítás esetén JÓZSA és KOVÁTS (1981) szerint betakarítás előtt a szem nedvességtartalmát 3 naponként vizsgálni kell. HARMATI (1997), BATÁRI et al., (1985) és ALABUSHEV et al. (1996) tapasztalatai szerint a magnak termesztett silócirok szára is silózható. A szemtermés 13 % víztartalom alatt tárolható.

## **2.4. A silócirok kémiai összetétele**

### **2.4.1. Zöld növény**

A silócirok kémiai összetételét számos tényező mellett befolyásolja a fajta, az állománysűrűség, a levél és a szár aránya, a trágyázás, a társnövények kölcsönhatása, a csapadék, a napfényes órák száma és a hőmérséklet.

Hazánkban a cukorcirkot elsősorban szilázs készítésre használják fel. Legnagyobb a cukorfelhalmozódás és a keményítőérték akkor, amikor a bugában a szem viaszérésben van. A cukor túlnyomórészt a szár levében halmozódik fel. Ez a fejlődés folyamán fokozatosan gyarapodik. Viaszérésben a szár létartalma a különböző fajtákban eltérő. Betakarítás előtt öt héttel még csak 6-7 a cukorfok, míg betakarításkor ez az érték átlagosan 14-17.

A zöld cirok magas cukortartalmánál fogva silózásra igen alkalmas. A fiatal silócirokban - a szudánifűhöz hasonlóan – a cianid, illetve a cianogén glikozid takarmányozás esetén mérgezést okozhat. A fonnyasztás, silózás mentesít a mérgezéstől (OWEN, 1963; BÁRDOSSY, 1985).

MUMINOV (1997), valamint IZSÁKI és NÉMETH (2004) tapasztalatai szerint a nagy adagú nitrogéntrágyázás cukortartalom csökkentő hatású. A cirok nyersfehérje tartalma - amely zömmel a levelekben található -, megelőzi a kukoricáét (MALLIKARJUN et al., 1998. a, b).

### **2.4.2. Szemtermés**

A cirok szemtermése – a kukoricához és a búzához hasonlóan – kis mennyiségben tartalmaz rost- és hamuanyagokat, mert a pelyvalavél a legtöbb fajta szemeiről csépléskor eltávolítható. Fehérjetartalma 7,6-15%, valamivel magasabb, mint a kukoricáé vagy a rizsé. A keményítő mennyisége a kukoricáéhoz áll legközelebb (WALL és ROSS, 1970).

#### *Ásványi anyagok*

A cirokszem ásványi anyagainak összetétele fajtánként eltérő lehet, de függ az éghajlattól és a talajtípustól, valamint a műtrágyázástól és az öntözéstől is, amint arra ENG (1965) is felhívta a figyelmet. A szemtermés átlagosan 2,2 g100g<sup>-1</sup> hamutartalmú, amelyben domináns a foszfor (0,49 g100g<sup>-1</sup>), valamint a kálium (0,4 g100g<sup>-1</sup>). A

hamuban egyéb alkotók közül a vas, alumínium, cink és a mangán található jelentősebb mennyiségben.

### *Fehérjék*

VIRAPAKSHA és SASTRY (1968) valamint MUMMIGATTI et al. (1998) vizsgálatai is alátámasztják, hogy a legfontosabb aminosavakat (lizin, metionin, treonin) az albuminok és globulinok tartalmazzák a legnagyobb, a prolaminok pedig a legkisebb mennyiségben. A fenti aminosavak közepes mennyiségben fordulnak elő a glutelin frakcióban. A cirokhibridek szemei – más gabonafélékhez hasonlóan – alacsony lizin-, treonin-, metionin- és tirozin-tartalmúak (MILLER et al., 1964).

### *Keményítő*

A cirokszem keményítőtartalma 68-73%. A keményítő amilóz és amilopektin láncokból épül fel a cirokban is (DEATHERAGE et al., 1955).

### *Tanninok*

A kondenzált flavonszármazékok, a galluszsav és a galluszsav származékai együttesen alkotják a szem tannintartalmát. A tenyésztő folyamán a magas tannintartalom – keserű íze miatt – madárrezisztenciát biztosít (NIEHAUS és SCHMIDT 1970). A cirokszem tannintartalmának megállapítására alkalmas módszer a BURNS-féle (1971) fotometriás meghatározás.

### *Karotenoidok*

Jelenleg a kukorica az egyetlen szemestakarmány-növény, amelyben elfogadható mennyiségben található karotin és xantofill vegyületek (21 mgkg<sup>-1</sup> össz-karotenoid). A normál cirkok endospermiumában csak kb. 1,5 mgkg<sup>-1</sup> az össz-karotenoidok mennyisége, míg a Nigériából és Indiából származó sárga endospermiumú fajták 10 mgkg<sup>-1</sup> karotenoidot tartalmaznak. A szem karotintartalmának kb. 50%-a a tenyésztő végére lebomlik (BLESSIN et al., 1972).

### *Vitaminok*

HUBBARD et al. (1950) szerint a cirokszem riboflavint és piridoxint a kukoricáéhoz hasonló mennyiségben tartalmaz, míg pantoténsavból, nikotinsavból és biotinból nagyobb mennyiség fordul elő benne. A csíraban lényegesen több vitamin található, mint az endospermiumban és a korpában.

## 2.5. A silócirok takarmányértéke és hasznosítási lehetőségei

Magyarországon a silócirok legelterjedtebb hasznosítása a silózás. A szakirodalom (OWEN és WEBSTER, 1963; WALL és ROSS, 1970; JÓZSA, 1976; KERESZTESI, 1985; HARANGOZÓ, 1988; WANJARI et al., 1996; BOKORI et al. 1996) kiterjedten foglalkozik a silócirok és az abból készült szilázs takarmányértékével. A sok, egymásnak kissé ellentmondó adatból leszűrhető, hogy a cirokból készült szilázs a kukoricához hasonló takarmányozási értékű. A kukoricaszilázs nyersfehérje- és emészthető – nyersfehérje tartalma nagyobb, mint a ciroké, ugyanakkor a cirokszilázs nyersrosttartalma kisebb, mint a kukoricáé. Keményítőértékük – abszolút szárazanyag-tartalomban kifejezve – hasonló. A cirokszilázs kalcium- és foszfortartalma kisebb, mint a kukoricaszilázsé. A silókukoricával 1:1 arányban kevert szilázsban a kukorica hatására nő a fehérje-, emészthető nyersfehérje-, valamint a kalcium- és foszfortartalom (CHRAPPÁN et al. 1997). A cirok a nagy fehérjetartalmú, de nehezen erjeszthető zöldtakarmányok silózásában elősegíti az erjeszthetőséget, javítja a szilázs minőségét, pH-értékét és savviszonyát. Silózásánál általában fonnyasztásra és erjesztést elősegítő segédanyagokra (amasil, hangyasav) nincs szükség.

Ezzel szemben SCHMIDT et al. (1997) javasolják 0,5%-os hangyasav adagolását miáltal megvédhető a szilázs cukortartalma. Véleményük szerint ez a felismerés segíthet a bioüzemanyag-alapanyag tárolásánál is.

Számos kísérleti eredmény (MORRIS és McCORMICK, 1994; TUIKOV, 1998; AGANGA és AUTLWETSE, 2000) született az utóbbi évtizedben, amely bizonyítja, hogy mind szarvasmarháknál, mind pedig juhoknál és kecskéknél igen kedvező napi tömeggyarapodási értékeket értek el cirokszilázsra alapozott takarmányozással. Kukoricával vegyesen vetve és azután vegyesen silózva is jó eredménnyel erjeszthető (LAZÁNYI, 1985; BOKORI és KOVÁCS, 1996). Ha a cirkot tejesérés előtt zölden etetjük, akkor a szárazanyag tartalom 20-25 % körüli, és az édes íz miatt az állatok szívesen fogyasztják.

A cirokszem fiatal állatoknak 35 %-ig, kifejlett állatoknak 50 %-ig minden hátrány nélkül alkalmas az abrakban a kukorica vagy az árpa helyettesítésére (BARABÁS, 1975).

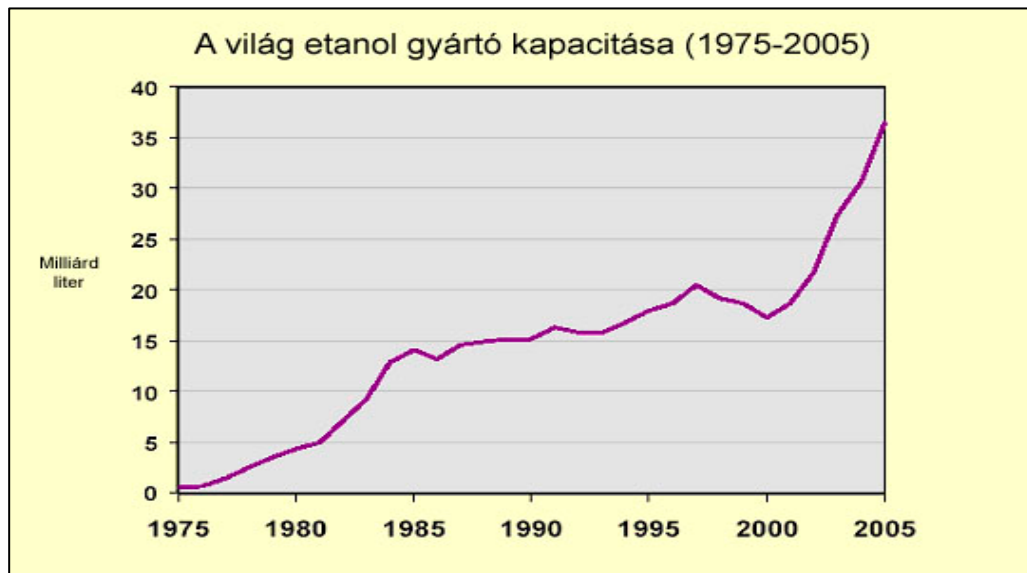
Világviszonylatban egyre jobban előtérbe kerül a cirokfélék élelmiszeripari alapanyagként történő alkalmazása. Élelmiszerként leginkább Ázsiában és Afrikában

terjedt el lepényként, kásaként vagy olajban sült téztaféléként, de alkoholos italt is erjesztenek belőle. Világszerte mintegy 27 millió tonna cirok termény kerül felhasználásra az emberi táplálkozásban. Hazánkban is történik próbálkozás élelmiszerként történő feldolgozására. Nálunk elsősorban olyan ételeknél volna jelentősége, amelyekben rizst használtunk eddig. Ezt fel lehetne váltani hántolt- vagy fehérhjú cirokkal, aminek ízhatása nagyban hasonlít a már megszokott rizséhez.

A hagyományos fosszilis energiahordozók bizonyos mértékű helyettesítésében szerepe lehet a növényi biomassza energetikai célú hasznosításának, s ilyen szempontból Magyarország rendkívül komoly potenciállal rendelkezik, amint azt IZSÁKI et al. (2007) a Dél-Alföldi Régió megújuló biomassza potenciálját feltérképezve is kijelentették. Hazánkban – ahogy nemzetközi szinten is - évek óta igen komoly kutatói munka folyik a különböző típusú növényi biomassza és mezőgazdasági melléktermék energetikai célú hasznosítási lehetőségeinek feltérképezése érdekében.

A biomassza hasznosítás lehetséges módjai között szerepel a silócirokkal megtermelt szacharóz felhasználása bioetanol előállítására, valamint a présmaradvány hasznosítása biogáz termelésre. Külföldön is a legkülönbözőbb tudományterületek képviselői kapcsolódtak be a kutatásba. ROZAKIS et al. (1998) Görögország mezőgazdaságilag fejlett Thessalia tartományában végeztek kiterjedt ökonómiai vizsgálatokat a silócirok energetikai célú termesztésével kapcsolatban. Vizsgálataik szerint az átlagos farmer számára gazdasági szempontból előnyös lehet a cirok, mint energianövény vetésforgóba való beillesztése. TRIPATHI et al. (1999) Indiában, míg SMILOVENKO et al. (1999) Rostovban különböző fajtákat teszteltek élelmezési, takarmányozási valamint energetikai célra való alkalmasságuk kivizsgálása céljából. Ezen felül vizsgálták a fajták különböző művelési és trágyázási módokra adott reakcióit. Egyes fajtákkal (Sakharone 40, SSV53T) elérték a  $70\text{tha}^{-1}$  zöldhozamot a szárlé 20%-os cukortartalma mellett. GUNES és SAYGIN (1996) Törökországban négyzetméterenként 3,9 kg szárazanyag produktumot ért el a Keller fajtával. Az arra alkalmas fajtákkal megtermelt biomassza és cukorhozamot energetikai célra hasznosítva számos kutató ért el ígéretes eredményeket. RAJEEV et al. (1997) valamint PETRIKOVA et al. (1996) a növényi maradványokból nyert biogázzal ipari kemencéket fűtöttek a hagyományos olajfűtésnél jobb hatásfokkal. Több híres egyetem és kutatási központ között a Budapesti Műszaki Egyetem szakemberei (RÉCZEY, 2007), valamint a University of Zimbabwe Egyetem kutatói (BULAWAYO et al. 1996), ígéretes

eredményeket érték el a cirok eredetű etanol előállításban. BAI (2004) a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum kutatója szerint a silócirok termőterülete jelenleg igen szerény, a legolcsóbb alkohol-kihozatal miatt a marginális területeken célszerű lenne felfuttatása. A bioetanol termelés perspektíváját jól szemlélteti a következő ábra, amely a világ bioetanol termelő kapacitásának alakulását mutatja be az elmúlt 3 évtizedben.



**4. ábra. A világ etanol gyártó kapacitásának változása 1975 – 2005 között (RÉCZEY, 2007)**

### 3. CÉLKITŰZÉS

A silócirokkal 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 növényvel, azonban a silócirok szárazanyag-felhalmozásával, növekedés-dinamikájával, tápelem-felvételének ütemével kapcsolatos kutatási eredmények száma viszonylag kevés.

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 silócirok 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;
- Az adott mintavételi időponban mért szárazanyagtartalom és a tápelemtartalom ismeretében meghatározni a silócirok tápelemfelvételét, valamint tápelemfelvételi dinamikáját a tenyészidő folyamán;
- Összefüggések feltárása a silócirok vizsgált paramétereit és a különböző évjáratok hatásai között;
- Megvizsgálni a tápanyagellátottság cukortartalomra és hektáronkénti cukorhozamára gyakorolt hatását;
- Meghatározni a silócirok cukor felhalmozási dinamikáját;
- A vizsgált N-P-K kezelés kombinációkból meghatározni, illetve pontosítani a silócirok fajlagos és hektáronkénti tápanyagigényét.

## 4. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 4.1. A kísérlet kezelései 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 jelzőnövényvel, kiterített vetésforgóban. A silócirok 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 kezelésekkkel:

"A" tényező kezelései:

$K_0$  = K-trágyázás nélkül

$K_1$  =  $100 \text{ kg ha}^{-1}$   $K_2O$  évente

$K_2$  =  $600 \text{ kg ha}^{-1}$   $K_2O$  2001 őszen, 8 év után megismételt feltöltő trágyázás

$K_3$  =  $1200 \text{ kg ha}^{-1}$   $K_2O$  2001 őszen, 8 év után megismételt feltöltő trágyázás

"B" tényező kezelései:

$P_0$  = P-trágyázás nélkül

$P_1$  =  $100 \text{ kg ha}^{-1}$   $P_2O_5$  évente

$P_2$  =  $500 \text{ kg ha}^{-1}$   $P_2O_5$  2001 őszen, 8 év után megismételt feltöltő trágyázás

$P_3$  =  $1000 \text{ kg ha}^{-1}$   $P_2O_5$  2001 őszen, 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:

$N_0$  = N-trágyázás nélkül

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

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

$N_3$  =  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  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<sup>2</sup>, nettó területe pedig 10,4 m<sup>2</sup> volt. A kísérletben a 64 kezelés 3 ismétlésben került beállításra, így a 192 parcellából álló kísérleti terület 0,4 ha-t tett ki.

#### 4.2. Az alkalmazott fajta

Az alkalmazott fajta Róna 4 cukorcírok típusú középérésű silócírok hibrid volt, melyet a Szegedi Gabonakutató KHT bocsátott rendelkezésünkre. A hibrid fajtatajánlati lista szerinti jellemzői a következők:

- A legjobb termőképességű, középérésű, cukorcírok típusú silócírok hibrid. Az éréscsoport standardja.
- Termőképessége: 80-85 tha<sup>-1</sup> zöld- és 25-28 tha<sup>-1</sup> szárazanyag termés.
- Magassága 220-250 cm, jól bokrosodó, lédús szárú, nagy cukortartalmú (14-17 %).
- Ajánlott csíraszám: 24-28 csíra m<sup>-1</sup>.
- Vetőmagmennyiség: 10-12 kg ha<sup>-1</sup>.
- Optimális állománysűrűség: 240-280 ezer töha<sup>-1</sup>.

#### 4.3. Talajadottságok

A Mezőgazdaságtudományi Intézet Galambosi Kísérleti Telepének talaja mélyben karbonátos csernozjom réti talaj, a humuszos réteg vastagsága 85-108 cm, a művelt réteg pH<sub>(KCl)</sub>-ja 5,0-5,2, humusztartalma 2,8-3,2 %, CaCO<sub>3</sub>-ot nem tartalmaz, kötöttsége (K<sub>A</sub>) 50, agyagtartalma 32 %. A talajvíz átlagos mélysége 300-350 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 N-P-K-tartalmának 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 <sub>3</sub> -N kg <sub>ha</sub> <sup>-1</sup> a 0-60 cm-es talajrétegben			
	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>
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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> a művelt rétegben			
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
2001. ősz	120	153	176	295
2002. ősz	128	183	195	339
2003. ősz	139	198	222	362
	AL-K <sub>2</sub> O mg <sub>kg</sub> <sup>-1</sup> a művelt rétegben			
	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>
2001. ősz	229	323	334	425
2002. ősz	215	347	394	465
2003. ősz	206	321	367	453

#### 4.4. A kísérlet metodikája, a mintavételezések módja, ideje

2002

A silócirok vetésére 2002 április 30-án került sor 65 cm-es sortávolság mellett, folyóméterenkénti 25 db maggal, 4 cm-es vetési mélységben. A vetőmag 75%-os csírázóképesége és 98%-os tisztasága mellett ez hektáronkénti 282600 db csírat jelentett. A száraz, meleg időjárásra való tekintettel a vetés után öntözést végeztünk 50 mm-es víznormával. Az állomány teljes kikelése május 16-án következett be. A gyomok elleni védekezést mechanikai gyomírtással végeztük el a kelést követő 15. napon. Az első mintavételezés a keléstől számított 30. napon történt (június 15-én), majd kéthetente mintáztunk összesen hat alkalommal. A betakarítás augusztus 22-én kezdődött viaszérett állapotban. 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 kezelésként 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 légszáraz tömeget. Ezután a mintákból az Intézetünk laborjában szárítószekrényben súlyállandóságig történő szárítással határoztuk meg a szárazanyagtartalmat. A földfeletti növényi részek átlagos tápelemtartalmát gyűjtött (3 ismétlésből összerakott) mintákból a békéscsabai DANAV laboratórium határozta meg számunkra 10 tápelemre (N, P, K, Na, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe). Ezekre az adatokra variancia analízist nem végeztünk. A cukortartalmat a virágzáskor, majd a viaszérés kezdetén és a viaszérés végén határoztuk meg a csak nitrogén ellátásban részesült kezelésekben. Ekkor a begyűjtött mintákból kiválasztottunk 15 növényt, a szákról a leveleket eltávolítottuk, s a csupasz cirokszárakat 15 cm -es darabokra aprítottuk fel. A mintákat 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 és regresszióanalízis módszerével végeztük.

### *2003*

A silócirok vetésére 2003 április 30-án került sor 65 cm-es sortávolság mellett, folyóméterenkénti 26 db maggal, 4 cm-es vetési mélységben. A vetőmag 73%-os csírázóképesége és 98%-os tisztasága mellett ez hektáronkénti 286160 db csírat jelentett. A száraz, meleg időjárás miatt az állomány 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 és június 16-án és 30-án 50 mm-es víznormával öntözést végeztünk. Az állomány kelése egyenletesebb volt, mint az első alkalommal. A gyomirtás mechanikai úton történt, több alkalommal a T4-es gyomok ellen. Az első mintavétel a keléstől számított 33. napon történt (július 25), majd kéthetente mintáztunk összesen öt alkalommal. A mintavételezés módja és a vizsgálatok jellege megegyezett a 2002-es évben leírtakkal. A betakarítás szeptember 23-án kezdődött, viaszérett állapotban.

### *2004*

A silócirok vetésére április 30-án került sor 65 cm-es sortávolság mellett, 25 db maggal, 4 cm-es vetési mélységben. Az állománysűrűség 282600 db csíra ha<sup>-1</sup> lett. Az első mintavételezés a 31. napon történt, majd kéthetente mintáztunk összesen hat

alkalommal. A betakarítás augusztus 21-én kezdődött, viaszérett állapotban. Decis rovarölő szerrel két alkalommal védekeztünk a tenyészidő 15. és 38. napján,  $0,3 \text{ lha}^{-1}$  dózissal. Mechanikai gyomirtásra a sorok záródásáig kétszer volt szükség. A mintavételezés módja és a vizsgált paraméterek megegyeznek az előző években alkalmazottakkal, a cukortartalom meghatározására azonban ebben az évben nem volt lehetőségünk.

#### **4.5. Időjárási viszonyok**

A 2002-es kísérleti év téli félévének csapadékösszege 118 mm volt, ami az 1901-1975-ös évek átlagának csupán 52% -a. A nyári félév csapadékösszege 353 mm volt, ami a sokévi átlagot 40 mm-rel meghaladta, azonban a csapadék eloszlása egyenetlen volt. A vetést megelőzően januártól – áprilisig a sokévi átlagos csapadékmennyiségnek csak mintegy 40%-a hullott. A vetés száraz talajba történt, emiatt kénytelenek voltunk a vetés után 50 mm-es normával mérsékelni a szárazságot. A május csapadékösszege átlagosnak volt mondható, azonban az 56 mm eső a hónap utolsó néhány napjában esett, s ez a vízmennyiség nem tudta az öntözővízzel együtt sem pótolni a hiányzó nedvességet a talajban, ami miatt a cirok kezdeti fejlődése igen vontatott volt. A nyári időszakban a július és az augusztus csapadékosabb volt az átlagosnál, a felhőszakadás jellegű esőzések gyakran hátráltatták a mintavételezést. A téli és nyári félév csapadékösszege 471 mm volt, ami a sokévi átlag alatt volt 12 %-kal, a 40 mm öntözővízzel (az öntözővíz hasznosulás határfoka: 80%) korrigálva az összeg 510 mm-re módosult. A 2002-es évjárat nyári félévének átlaghőmérséklete  $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -al haladta meg a sokévi átlagot, a május  $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -al, a június és a július  $2\text{-}2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -al 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 ( $2 \times 40 \text{ mm}$ ) 490 mm-re módosított. A tenyészidőszak átlaghőmérséklete májusban és júniusban  $4\text{-}4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal, júliusban  $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal, augusztusban pedig  $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal haladta meg az átlagot. A 2004-es kísérleti év téli félévében 10%-kal több csapadék hullott a sokévi átlagnál, s a nyári félévben is elegendő eső esett. Júliusban és augusztusban együttesen a sokévi átlaghoz képest mintegy 90 mm-rel több csapadék hullott. Hőmérséklet tekintetében a 2004-es évjárat átlagosnak volt mondható (2.táblázat).

2. táblázat. A kísérleti hely időjárási adatai (1901-1975, 1994-2004, Szarvas)

Év	H ó n a p o k												Nyári félév	Téli félév	Évi össz. átlag
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	IV-IX.	X-III.	
Az átlagos és évenkénti, havi és évi csapadék összege (mm)															
1901-1975	30	32	31	44	59	68	51	52	39	43	49	40	313	225	538
1994	33,1	46,4	10,0	68,1	34,5	19,5	16,8	48,0	29,3	28,9	17,8	24,7	206,2	254,9	367,1
1995	26,0	45,0	26,2	42,8	80,1	80,1	10,4	28,4	57,1	53,0	66,8	82,4	298,9	168,6	598,3
1996	48,6	27,7	12,5	31,9	97,0	41,5	70,6	145,4	88,3	30,2	18,7	50,7	474,7	291,0	663,1
1997	22,3	10,1	10,6	48,0	43,2	82,7	98,2	37,2	8,2	24,6	40,3	64,0	317,5	142,6	489,1
1998	45,1	-	11,1	64,7	60,5	25,9	109,5	69,5	100,2	49,4	52,7	17,5	430,3	185,1	606,1
1999	15,3	85,6	9,7	67,6	68,7	160	96,2	53,0	50,2	34,0	104	103	495,7	230,2	847,3
2000	8,4	9,7	31,7	41,7	26,3	12,1	61,6	10,3	64,3	3,6	25,6	43,3	216,3	290,8	338,6
2001	48,0	4,6	64,8	56,5	16,1	131,7	79,0	54,0	78,5	9,5	39,0	30,1	415,8	189,9	611,8
2002	6,0	27,8	5,5	19,1	56,5	48,5	118,1	61,2	49,8	26,3	25,1	44,8	353,2	117,9	488,7
2003	70,3	42,2	3,8	7,1	20,2	1,5	35,2	13,3	19,1	94,6	29,0	13,9	96,4	212,5	350,2
2004	39,6	46,1	29,0	56,7	38,6	69,0	119,9	71,9	32,4	36,7	66,5	53,0	388,5	252,2	659,4
Az átlagos és évenkénti, havi és évi középhőmérséklet C°															
1901-1975	-2,0	0,0	5,3	11,0	16,5	19,8	21,9	21,1	16,8	11,1	5,2	0,5	17,9	3,4	10,6
1994	2,4	1,5	7,8	11,3	16,3	20,0	23,8	22,0	19,6	9,4	5,5	1,0	18,8	4,8	11,7
1995	-1,3	5,4	5,3	10,5	19,3	19,3	24,3	20,8	15,3	11,4	2,0	0,2	18,3	4,2	11,0
1996	-2,2	-3,6	0,5	11,7	18,2	20,7	20,0	20,5	12,9	11,1	7,7	-0,2	17,3	1,4	9,8
1997	-2,7	1,0	4,5	7,6	16,9	19,8	20,0	20,8	16,1	8,3	6,2	2,2	16,9	3,6	10,2
1998	2,4	4,2	3,5	12,2	15,2	21,3	21,8	21,4	15,5	11,6	3,0	-5,0	17,9	4,5	10,6
1999	-0,8	-2,8	12,5	18,6	21,9	20,5	22,7	20,8	18,2	11,1	3,2	0,7	20,4	3,1	12,2
2000	-2,1	3,1	5,8	14,5	18,5	21,6	20,7	23,3	15,8	13,4	8,9	2,4	19,1	3,6	12,1
2001	1,5	2,9	8,2	10,8	18,1	18,5	22,4	22,7	15,0	13,5	2,6	-5,2	17,9	6,2	11,8
2002	-0,6	4,9	7,7	11,4	19,4	21,7	23,8	21,5	15,8	10,7	7,6	-1,2	18,9	3,9	11,4
2003	-3,7	-7,0	3,7	10,5	20,6	23,7	22,8	24,4	16,3	8,8	7,4	0,6	19,7	2,1	10,7
2004	-2,2	1,5	5,7	12,1	15,2	19,8	22,0	21,2	15,7	12,3	5,8	1,3	17,7	3,9	10,9

## 5. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

### 5.1. Az N-, P- és K-ellátottság hatása a silócirok biomassza tömegére

#### *Zöldtömeg felhalmozás*

A tápanyagellátás hatását a silócirok zöldtermésére az egyes kísérleti években a 3., 4. és 5. táblázatban követhetjük nyomon. Mindhárom kísérleti évben a viaszérettség fázisában érte el a cirok a földfeletti biomasszatömeg maximumát, 2002-ben a kelést követő 85. napon (átlagosan 55,47 tha<sup>-1</sup>), 2003-ban a 75. napon (átlagosan 53,47 tha<sup>-1</sup>), 2004-ben pedig a 103. napon (átlagosan 59,55 tha<sup>-1</sup>). A három év és a kezelések átlagában a zöldhozam maximumánál 56,16 tha<sup>-1</sup> terméshozamot mértünk. Az egyes kísérleti években beállított 282 000-286 000 csíra ha<sup>-1</sup> a betakarításig 5-10%-kal csökkent (260 000-265 000 ezer tő ha<sup>-1</sup>), amit azonban az állomány a bokrosodással kompenzált (5-6 mellékajtás dbt<sup>-1</sup>).

A 2002-es kísérleti évben, amikor a cirok kezdeti fejlődése májusra és júniusra esett, a 30. és 44. napra a zöldtömegük 28%-a illetve 34%-a halmozódott fel. E viszonylag lassú kezdeti fejlődést - amelyre számos kutató (JÓZSA, 1976; SIKLÓ SINÉ et al., 2001) felhívta a figyelmet - a 44-72. napok között intenzív zöldtömeg gyarapodás követte.

2003-ban, a június 12-én újratevetett cirok kezdeti fejlődése június és július hónapokra esett és a tenyészidő 33. és 47. napjára már a zöldtömegnek 47%-a illetve 72%-a halmozódott fel. E kísérleti évben a kelést követően a zöldtömeg gyarapodása mindvégig intenzív és töretlen volt a viaszérés kezdetéig. Mindez a kezdeti fejlődés kedvezőbb hőmérsékleti viszonyainak és a tenyészidő kezdetén végzett öntözés biztosította megfelelő vízellátottságnak tulajdonítható. Az eredmények arra is utalnak, hogy kielégítő vízellátottság mellett a silócirok másodvetésben is sikerrel termesztethető, ahogyan arra publikációikban többek között JÓZSA (1985) és CAKMAKCI (1999) is utaltak.

A 2004-es évben a hűvös, csapadékos tavasz és a levéltetű fertőzés hatására a cirok vontatottan fejlődött, s a kelést követő 31. és 45. napon végzett mintavételezéskor teljes zöldtömegének még csak 5-, illetve 30%-át produkálta. Intenzív fejlődésnek ebben az évben a 45-90. nap között indult az állomány, a szárbaidulás-bugahányás fázisában képezte biomassza tömegének 70%-át.

A tápanyagellátottság hozamra gyakorolt hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy a zöldtömeg maximumánál a trágyázatlan kontroll parcellák a három kísérleti évben 44,35-49,20  $\text{tha}^{-1}$  zöldhozammal voltak jellemezhetőek, a 0-60 cm-es talajréteg 37-63  $\text{kg ha}^{-1}$   $\text{NO}_3\text{-N}$  tartalma mellett. A javuló N-ellátottság, 80  $\text{kg ha}^{-1}$  nitrogén adag hatására 2002-ben közel 6 tonnás, 2004-ben pedig 12 tonnás szignifikáns hektáronkénti terméstöbbletet eredményezett. 2003-ban a 80  $\text{kg ha}^{-1}$ -os N-trágyázás csak tendenciális hozamgyarapodással járt együtt, míg a 160  $\text{kg ha}^{-1}$  -os adag már statisztikailag igazolható 9  $\text{tha}^{-1}$ -os zöldtömeg növekedést okozott. Az említett N-ellátottsági szintek további emelése érdemi hozamnövekményt nem eredményezett, sőt, 2002-ben a túltrágyázás (240  $\text{kg ha}^{-1}$  N), a talaj 206  $\text{kg ha}^{-1}$   $\text{NO}_3\text{-N}$  ellátottsági szintjén termésdepressziót okozott.

A foszforellátottság terméshozamra gyakorolt hatását vizsgálva statisztikailag igazolható hatásról a zöldtömeg maximumánál csak a 2003-ban beszélhetünk, ekkor az  $\text{N}_1$  kezelés 80  $\text{kg ha}^{-1}$  N-trágyaadagját foszforkezeléssel kombinálva ( $\text{P}_2$ ), a foszforellátottságot 139  $\text{mg kg}^{-1}$   $\text{AL-P}_2\text{O}_5$  – ről 222  $\text{mg kg}^{-1}$   $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ -re emelve statisztikailag igazolható hozamnövekményt mértünk. Egyébként 2002 és 2004-ben csak tendencia szerű hatásokat tapasztaltuk ( $\text{N}_1\text{-N}_1\text{P}_1$ ,  $\text{N}_1\text{-N}_1\text{P}_2$  és  $\text{N}_2\text{-N}_2\text{P}_3$ ), amelyek nem voltak statisztikailag igazolhatók. CSATHÓ ( 2003; 2004/2) publikációjában felhívta a figyelmet, hogy 100-120  $\text{mg kg}^{-1}$   $\text{AL-P}_2\text{O}_5$  felett még az egyébként foszforigényes kultúrákban is mérséklődik a P-hatás.

A talaj 206-229  $\text{mg kg}^{-1}$   $\text{AL-K}_2\text{O}$  ellátottságánál a 100  $\text{kg ha}^{-1}$ -os K-trágyázás a hozamot érdemben nem befolyásolta. Kivételt képez ezalól a 2003-as évjárat, amikor  $\text{N}_1\text{P}_1\text{-N}_1\text{P}_1\text{K}_1$ ,  $\text{N}_1\text{-N}_1\text{K}_2$  kezelésekből tapasztaltunk némi pozitív hatást. A túlzott P- és K-ellátottság a zöldtermést csökkentette a termésmaximumhoz képest.

A 5., 6. és 7. ábrák a cirok N-P-K-ellátottsága és zöldhozama közötti összefüggés szorosságát mutatják be. A N-ellátottság és a zöldtermés közötti összefüggést vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a 80  $\text{kg ha}^{-1}$  N- adag felett a hozam érdemben nem növekszik tovább, majd 240  $\text{kg ha}^{-1}$  trágyaadag alkalmazásával termésdepresszió lépett fel. Ezt az összefüggést jellemző polinom trendvonalhoz tartozó  $R^2=9349$ , ami igen szoros pozitív korrelációt igazol.

A foszforellátottság hozamra gyakorolt hatásának jellemzése során nyert polinom trendvonal szemlélteti, hogy a P-ellátottság javulása  $\text{P}_1\text{-P}_2$  szintig eredményezett némi

hozamgyarapodást, azonban ez az egyes évjáratokban nem volt szignifikáns. Ezen az ellátottsági szinten túl már termésdepressziót okozhat ( $R^2 = 0,9806$ ).

A káliumellátottság az ábra szerint nem befolyásolja pozitívan a hozamot, azonban a nagy adagú K-trágyázás hozamesökkentő hatású ( $R^2 = 0,8969$ ).

A 8. ábra kezelésként szemlélteti a silócirok zöldhozamát a három év átlagában. A diagramot elemezve szembevetve az  $N_1$  kezelésben  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  trágyaadag hatására bekövetkező jelentős terméstopplett, majd az  $N_2$ -ellátottsági szinten elért mérsékeltbb további növekedés. Az  $N_3$  kezeléseknél  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  trágyadózis hatására a zöldtömeg enyhe csökkenése tapasztalható. Számottevő, bár csak 2003-ban szignifikáns zöldtömeg növekedést produkált az  $N_1P_2$  kezelések növényállománya. Jól látható továbbá a N trágyázás nélkül beállított  $P_2K_2$  és  $P_3K_3$  parcellák alacsony hozama. Az  $N_3P_3K_3$  kezelések túltrágyázott állományában jelentős termésdepressziót tapasztaltunk.

A 9. ábra a cirok zöldtömegét mutatja be a tenyészidő folyamán három kísérleti év és a kezelések átlagában. A diagram jól szemlélteti az évek átlagában a kelést követő 90. nap körül a zöldtömeg tetőzését (bár kissé torzít, mivel az egyes vizsgálati években nem azonos időpontban érte el a cirok a zöldtermés maximumát), amely átlagosan is meghaladta az  $50 \text{ t ha}^{-1}$  értéket. A 2003-as kísérleti év tapasztalatai szerint az újratevetett és lényegesen rövidebb tenyészidejű állomány is  $50 \text{ t ha}^{-1}$  feletti hozamot produkált, ami a cirok másodveteményként való alkalmazhatóságát támasztja alá.

A 10. ábra a silócirok zöldtömeg növekedési dinamikáját mutatja évenként és átlagosan a tenyészidőszak folyamán. Az évjáráthatások jól nyomon követhetők az ábrán. A 2003-as évet reprezentáló görbe lefutása mutatja a júniusban újratevetett cirok dinamikusabb fejlődését. A három év átlagát jellemző görbe a 2004-es, csapadék és hőmérsékleti viszonyait tekintve átlagos évjáráthoz hasonló lefutású, míg a 2002-es évben látszik legszembetűnőbben a cirokra jellemző lassú kezdeti fejlődés. A viaszérettségben tapasztalt zöldhozamhoz képest a kísérleti évek átlagában a fázis végére 8-20%-os csökkenést tapasztaltunk a vízleadás miatt.

Összegzésként elmondható, hogy 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 földfeletti biomassza tömeg maximumát.  $80\text{-}160 \text{ kg ha}^{-1}$  nitrogén trágyaadagig nőtt a zöldhozam,

240 kg $ha^{-1}$  dózis termésdepressziót okozott. A foszfortrágyázás zöldhozamra gyakorolt szignifikáns hatását a talaj 120-140 mg $kg^{-1}$  AL- $P_2O_5$  ellátottsági szintjén nem tudtuk igazolni. A káliumtrágyázás a kontroll parcellák közepes K-ellátottsága mellett alig befolyásolja a hozamot. A túlzott P- és K-ellátottság termésdepressziót okoz.

**3. táblázat. A silócirok zöldtömege a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2002)**

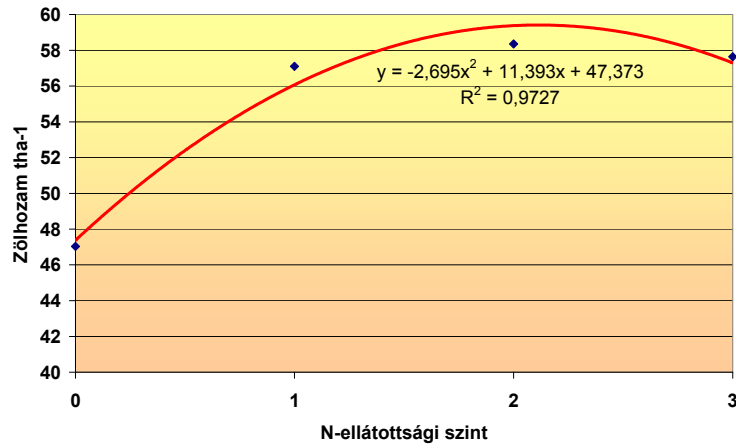
Kezelés jele	Zöldtömeg $tha^{-1}$					
	A tenyésztő napjai a keléstől					
	30	44	62	72	85	106
<b>N<sub>0</sub></b>	14,5	16,5	30,6	43,0	47,5	37,1
<b>N<sub>1</sub></b>	19,1	22,3	37,3	57,3	63,2	45,5
<b>N<sub>2</sub></b>	15,6	22,8	39,4	51,7	56,8	42,4
<b>N<sub>3</sub></b>	14,5	21,7	39,6	50,3	57,2	45,6
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	14,3	16,1	36,5	47,6	60,3	46,2
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	18,8	20,3	37,2	48,1	57,6	50,2
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	18,0	19,8	32,7	41,0	50,6	41,5
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	15,7	18,6	39,7	51,0	66,4	52,3
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	12,0	15,0	34,3	41,8	51,8	45,7
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	17,5	19,2	36,3	49,3	59,2	46,4
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	16,3	18,2	22,5	34,8	41,7	32,6
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	15,9	17,9	37,8	48,7	60,8	51,5
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	16,0	17,7	32,0	45,7	51,5	45,3
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	15,1	17,6	37,1	47,2	56,6	41,2
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	13,5	19,2	36,6	45,8	51,0	38,7
<b>SzD 5%</b>	4,0	5,4	6,2	7,1	5,5	9,6
<b>Átlag</b>	15,8	18,8	35,3	46,9	55,5	44,2
<b>%</b>	28	34	64	84	100	80

**4. táblázat. A silócirok zöldtömege a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2003)**

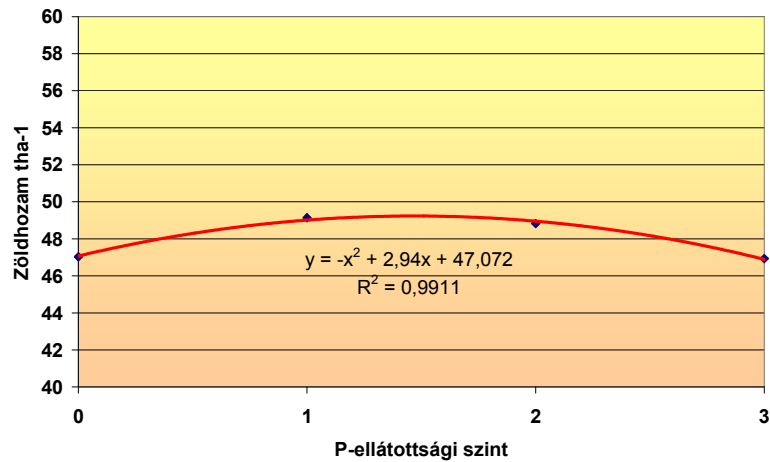
Kezelés jele	Zöldtömeg $\text{tha}^{-1}$				
	A tenyésztő napjai a keléstől				
	33	47	61	75	92
<b>N<sub>0</sub></b>	16,8	28,2	36,5	44,4	42,2
<b>N<sub>1</sub></b>	22,2	32,0	43,9	46,6	46,1
<b>N<sub>2</sub></b>	24,3	37,9	49,7	53,4	46,4
<b>N<sub>3</sub></b>	27,9	38,8	49,4	52,0	47,1
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	28,2	33,5	44,5	49,3	45,8
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	26,7	42,1	46,7	60,8	58,7
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	21,7	40,6	48,6	53,5	44,0
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	32,2	56,4	66,4	68,6	63,6
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	26,5	39,1	50,0	57,8	48,7
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	28,6	40,8	49,6	57,1	53,3
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	22,1	32,1	37,0	42,2	41,3
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	28,1	38,7	51,4	57,9	57,5
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	22,6	41,1	50,2	55,8	49,5
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	26,1	38,3	49,8	54,6	48,3
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	26,1	40,4	46,3	48,2	46,6
<b>SzD 5%</b>	6,9	7,9	11,5	6,4	3,1
<b>Átlag</b>	25,3	38,7	48,0	53,5	49,3
<b>%</b>	47	72	90	100	92

**5. táblázat. A silócirok zöldtömege a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2004)**

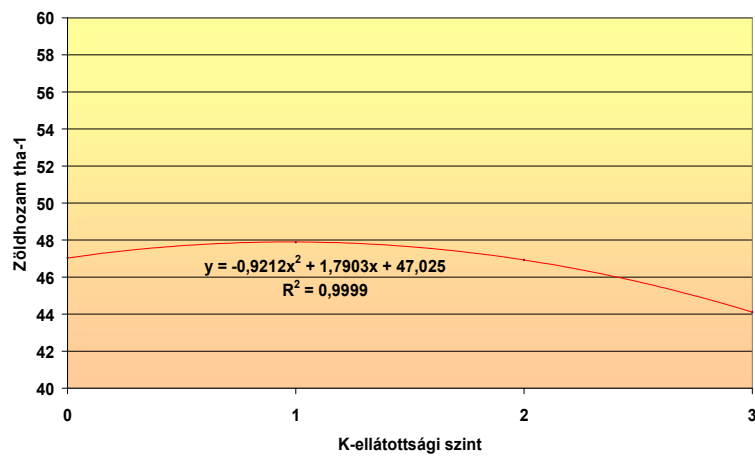
Kezelés jele	Zöldtömeg $\text{tha}^{-1}$					
	A tenyésztő napjai a keléstől					
	31	45	59	74	89	103
<b>N<sub>0</sub></b>	1,9	10,8	26,8	43,4	46,0	49,2
<b>N<sub>1</sub></b>	3,1	19,6	33,5	50,3	53,6	61,6
<b>N<sub>2</sub></b>	3,4	21,0	33,7	53,3	57,8	64,9
<b>N<sub>3</sub></b>	3,5	22,6	36,5	52,7	57,43,	63,8
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	3,3	19,5	32,5	52,0	57,9	62,3
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	3,0	16,6	32,6	49,3	54,5	59,3
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	2,6	15,1	27,6	41,4	46,9	48,2
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	3,0	18,5	31,0	50,0	56,0	62,2
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	2,8	16,7	31,3	49,6	52,7	58,2
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	3,1	18,3	30,5	51,8	53,8	60,2
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	2,6	16,4	27,5	46,0	49,0	53,5
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	3,4	19,9	33,1	55,5	58,9	65,4
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	3,3	19,5	33,7	53,4	55,0	63,6
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	3,1	19,0	30,6	49,3	52,6	58,3
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	3,0	18,6	30,1	47,4	49,1	57,7
<b>SzD 5%</b>	0,6	3,5	4,1	5,7	4,8	4,5
<b>Átlag</b>	3,0	18,1	31,4	50,2	53,3	59,6
<b>%</b>	5	30	53	84	90	100



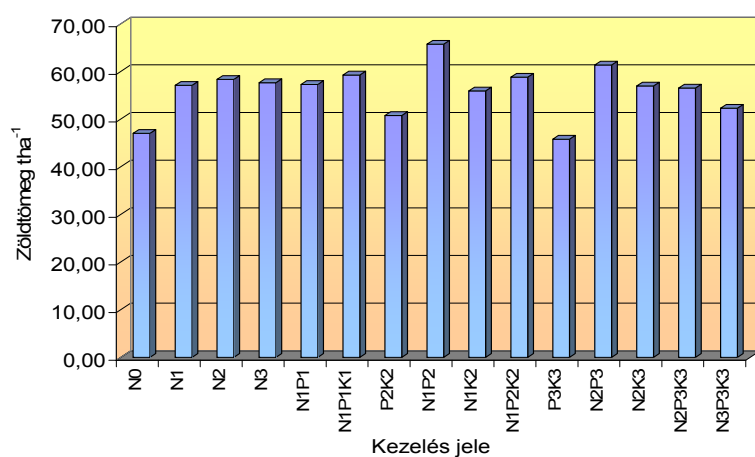
5. ábra. Összefüggés a silócirok N-ellátottsága és zöldtermése között  
(Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



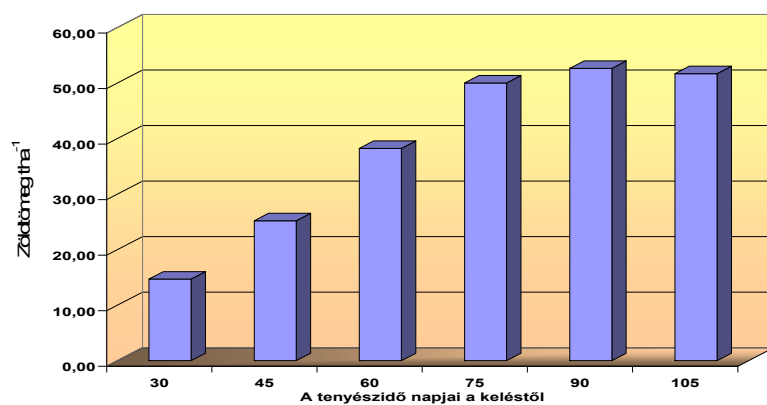
6. ábra. Összefüggés a silócirok P-ellátottsága és zöldtermése között  
(Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



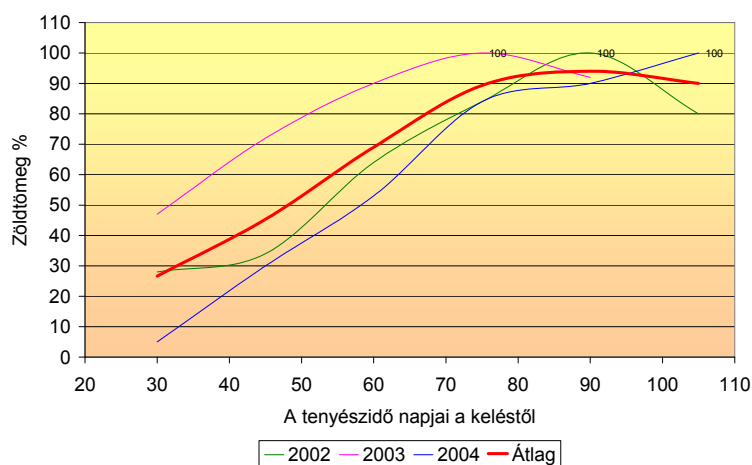
7. ábra. Összefüggés a silócirok K-ellátottsága és zöldtermése között  
(Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



**8. ábra. A silócirok zöldtömege 15 N-P-K kezelés kombinációjában a 2002-2004-es évek átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**



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



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

### *Száranyaghozam*

A tápanyagellátás hatását a silócirok szárazanyag-hozamára a 6., 7. és 8. táblázat adatait elemezve követhetjük nyomon. Mindhárom kísérleti évben a viaszérés végére érte el a silócirok szárazanyag hozamának maximumát. 2002-ben a tenyésztő 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 értéket mértünk. A silócirok zöld –és szárazanyag-felhalmozási dinamikájában jelentős különbségek mutatkoztak. 2002-ben a 106 napos tenyésztő 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  $17,93 \text{ tha}^{-1}$ -os értéken. 2004-ben a tenyésztőszak utolsó 40 napja alatt képződött a szárazanyag 68 %-a. Tehát a szárazanyag-beépülés fő időszaka a tenyésztőszak utolsó harmada, hiszen ezalatt képződött a cirok szárazanyag tömegének közel 60 %-a.

A nitrogénellátottság szárazanyaghozamra gyakorolt 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  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  trágyaadag hatására a kontrollhoz képest  $3\text{-}5 \text{ tha}^{-1}$ -al megbízhatóan növekedett a szárazanyag-tömeg mindhárom kísérleti évben. A trágyadózis emelésével 2002-ben és 2004-ben további kismértékű tendenciális növekedést tapasztaltunk ( $0,06\text{-}2,25 \text{ tha}^{-1}$ ), ami azonban nem volt statisztikailag igazolható, 2003-ban azonban  $N_2\text{-}N_3$  ellátottsági szinten enyhe csökkenést regisztráltunk. Több esetben a nagy adagú  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  N-trágyázás szárazanyag-tömegekre gyakorolt kedvezőtlen hatását tapasztaltuk ( $N_2P_3K_3\text{-}N_3P_3K_3$ ). Ha az egyoldalú P-K-túltrágyázásban részesült kezeléseket nitrogénnel egészítettük ki, a szárazanyaghozam 2002 és 2003-ban tendenciálisan, míg 2004-ben szignifikánsan növekedett ( $P_2K_2\text{-}N_1P_2K_2$ ;  $P_3K_3\text{-}N_2P_3K_3$ ).

A foszforellátottság szárazanyaghozamra gyakorolt hatását vizsgálva arra a megállapításra jutottunk, hogy statisztikailag igazolható szárazanyaghozam-növekmény ( $7,2 \text{ tha}^{-1}$ ) csak 2003-ban volt kimutatható az  $N_1\text{-}N_1P_2$  kezelések között. A zöldtömeghez hasonlóan az adatok szórása miatt a szárazanyaghozam értékelése során sem tapasztaltuk a foszfortrágyázás szignifikáns hatását a kontroll parcellák talajának  $120\text{-}140 \text{ mg kg}^{-1}$  AL- $P_2O_5$  ellátottsági szintjén.

A káliumellátottság szárazanyaghozamra gyakorolt hatását nem tudtuk kimutatni (lásd  $N_1 - N_1K_2$ ;  $N_1P_1\text{-}N_1P_1K_1$ ;  $N_1P_2\text{-}N_1P_2K_2$  valamint  $N_2 - N_2K_3$  sorokat a 6., 7. és 8.

táblázatban) . A kálium szárazanyaghozamra gyakorolt csekély hatását publikálta CAPSTICK et al. (1962), valamint WALL és ROSS (1970) is.

Az N-ellátottság és a szárazanyaghozam közötti korreláció vizsgálat eredményét szemlélteti a 11 ábra. A diagram elemzése során szembevetendő a N-trágyázás szárazanyag tömegre gyakorolt erőteljes hatása  $N_1$ -ellátottsági szintig. A kontrollhoz képest mért  $4 \text{ t ha}^{-1}$ -os terméstebblet a N-ellátottság javulásával jelentősen nem változott. A 12. és 13. ábrák jól szemléltetik a P-és K-ellátottság szárazanyag-tömegre gyakorolt mérsékelt hatását.

A 14. ábrán a 15 mintázott kezelés növényállományában mért szárazanyag hozamokat tüntettük fel a 2002-2004-es évek átlagában. A kontrollhoz ( $N_0$ ) képest  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  N-trágyadózis ( $N_1$ ) hatására a talaj felső 60 cm-es rétegének  $56\text{-}97 \text{ kg ha}^{-1}$   $\text{NO}_3\text{-N}$  ellátottsági szintjén szembevetendő a szárazanyaghozam ugrásszerű növekedése.

A foszfortrágyázás egyes évjáratokban a szárazanyag-tömegre gyakorolt tendencia jellegű pozitív hatása látszik az ábrán. A foszforral kiegészített kis vagy közepes adagú nitrogéntrágyázás  $20 \text{ t ha}^{-1}$  fölötti szárazanyag hozamokat eredményezett a három kísérleti év átlagában, bár statisztikailag igazolható hatás csak 2003-ban volt.

A  $K_0$  kontroll parcellák  $206\text{-}229 \text{ mg kg}^{-1}$  AL- $K_2O$  ellátottsági szintjéhez képest a kálium adagolása a szárazanyaghozamra nézve közömbös (lásd  $N_1\text{-}N_1K_2$ ;  $N_2\text{-}N_2K_3$ ). A túltrágyázás szakirodalomban is fellelhető módon (PREVOT-OLLAGNIER, 1957) termésdepressziót okozott ( $N_2P_3K_3\text{-}N_3P_3K_3$ ).

A 15. ábrán a Róna 4 silócirok szárazanyag hozamának változását mutatjuk be a tenyészidő folyamán a kezelések és a három kísérleti év átlagában. Az oszlopdiaagram jól szemlélteti, hogy a tenyészidőszak első hónapjában a szárazanyag tömeg csupán  $1,44 \text{ t ha}^{-1}$ , s a második hónap végére is csak  $7 \text{ t ha}^{-1}$  közeli értéket ért el. Az utolsó mintegy másfél hónapban azonban 2,6-szeresére nőtt a szárazanyag produktum és  $18 \text{ t ha}^{-1}$ -on tetőzött.

A 16. ábrán a cirok szárazanyag felhalmozási dinamikáját szemléltetjük. Az ábra jól szemlélteti, hogy a tenyészidő utolsó 40 napja a felhalmozás fő időszaka. A legdinamikusabb szárazanyag felhalmozást a legintenzívebben fejlődő 2003-as évjárat cirok állományában tapasztaltuk. Az ábrán nyomon követhető a 2002-es aszályos tavaszú évjárat szárazanyag felhalmozásra gyakorolt kedvezőtlen hatása. A 2004-es kísérleti évben a szárazanyag felhalmozás üteme a három év átlagához volt hasonló.

**6. táblázat. A silócirok szárazanyaghozama a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2002)**

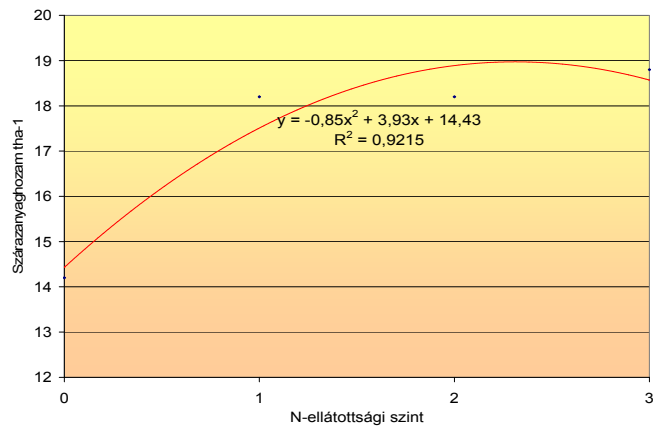
Kezelés jele	Szárazanyaghozam $\text{tha}^{-1}$					
	A tenyésztő napjai a keléstől					
	30	44	62	72	85	106
<b>N<sub>0</sub></b>	1,3	1,5	3,3	6,4	7,1	14,9
<b>N<sub>1</sub></b>	1,5	2,3	5,2	7,8	14,3	18,2
<b>N<sub>2</sub></b>	1,3	2,7	5,0	9,5	12,4	17,0
<b>N<sub>3</sub></b>	1,6	2,0	4,8	10,9	11,2	18,2
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	1,0	2,3	4,1	8,0	10,1	18,5
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	1,5	2,2	3,9	6,6	9,0	20,1
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	1,6	2,2	4,3	4,8	9,5	16,6
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	1,1	2,6	6,3	8,1	11,2	20,9
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	1,2	2,5	3,3	6,4	11,6	18,3
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	1,5	2,4	4,7	7,7	12,3	18,6
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	1,3	2,0	3,4	6,4	6,9	13,1
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	1,3	2,2	4,0	7,0	9,2	20,1
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	1,6	2,1	4,7	6,2	10,5	18,1
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	1,4	1,7	5,0	7,1	9,1	16,1
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	1,1	2,8	4,4	4,2	7,5	15,5
<b>SzD 5%</b>	0,4	0,9	1,1	2,0	2,3	3,4
<b>Átlag</b>	1,4	2,2	4,3	7,4	9,9	17,6
<b>%</b>	8	13	24	42	56	100

**7. táblázat. A silócirok szárazanyaghozama a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2003)**

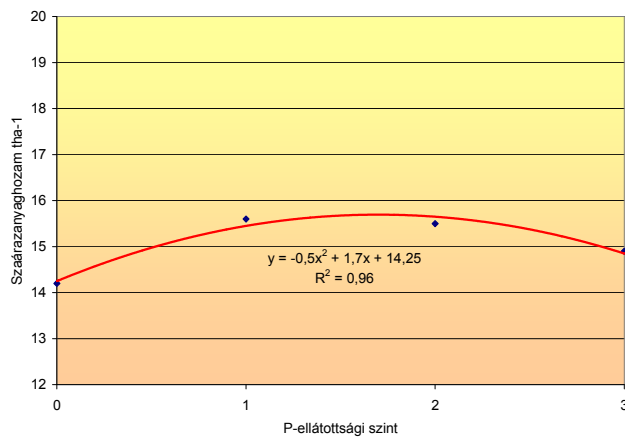
Kezelés jele	Szárazanyaghozam $\text{tha}^{-1}$				
	A tenyésztő napjai a keléstől				
	33	47	61	75	92
<b>N<sub>0</sub></b>	1,6	5,8	8,0	13,9	13,2
<b>N<sub>1</sub></b>	2,1	6,3	9,2	13,9	17,1
<b>N<sub>2</sub></b>	2,4	8,3	10,7	15,8	16,3
<b>N<sub>3</sub></b>	2,7	9,2	11,0	15,7	16,5
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	2,8	7,1	10,0	15,0	20,1
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	2,4	9,8	11,1	16,5	19,3
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	2,1	9,5	11,0	17,1	17,0
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	3,4	13,0	14,6	23,9	24,3
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	2,5	8,7	10,9	17,0	17,7
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	3,4	9,9	11,3	15,5	17,7
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	2,2	6,9	8,2	13,3	17,1
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	2,4	8,7	12,3	16,6	23,0
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	2,1	9,7	11,5	16,5	16,8
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	3,1	8,7	11,7	17,8	17,3
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	3,1	9,7	10,6	14,2	16,0
<b>SzD 5%</b>	0,9	1,7	2,4	3,7	5,6
<b>Átlag</b>	2,6	8,7	10,8	16,2	17,9
<b>%</b>	14	49	60	90	100

**8. táblázat. A silócirok szárazanyaghozama a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2004)**

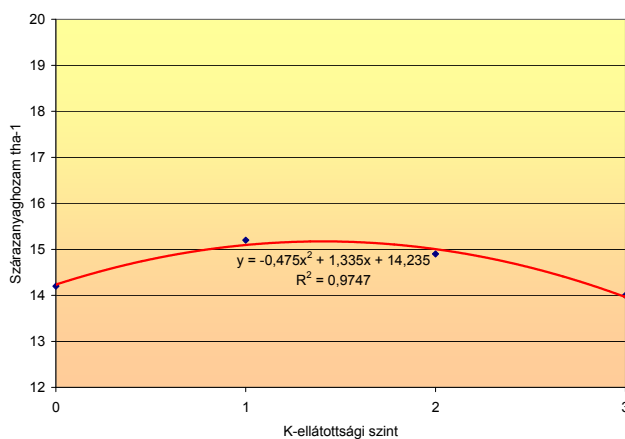
Kezelés jele	Szárazanyaghozam $\text{tha}^{-1}$					
	A tenyésztő napjai a keléstől					
	31	45	59	74	89	103
<b>N<sub>0</sub></b>	0,3	1,9	4,9	10,1	11,3	14,4
<b>N<sub>1</sub></b>	0,4	3,5	6,6	11,4	15,5	19,5
<b>N<sub>2</sub></b>	0,5	3,8	6,8	12,3	15,6	21,3
<b>N<sub>3</sub></b>	0,5	4,2	7,7	14,4	16,3	21,7
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	0,4	3,2	5,3	11,3	14,6	19,4
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	0,4	2,5	5,4	11,1	14,6	18,8
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	0,4	2,0	4,5	10,6	11,5	14,0
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	0,5	3,1	6,8	12,8	14,9	20,7
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	0,4	3,6	6,2	12,0	15,3	19,9
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	0,4	3,2	6,6	10,9	14,6	19,4
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,3	2,2	4,0	10,1	11,1	13,0
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	0,4	3,2	6,6	11,8	15,5	20,5
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	0,4	3,1	6,6	12,0	16,1	19,9
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,4	3,0	5,3	11,2	16,2	18,4
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,4	3,0	5,1	11,4	15,0	17,8
<b>SzD 5%</b>	0,1	0,6	0,9	2,2	2,6	2,7
<b>Átlag</b>	0,4	3,0	5,9	11,5	14,5	18,6
<b>%</b>	2	16	32	62	78	100



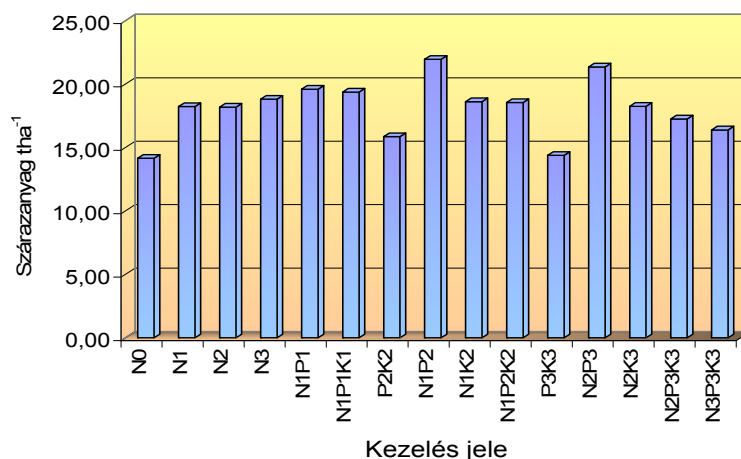
**11. ábra. Összefüggés a silócirok N-ellátottsága és szárazanyaghozama között  
(Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**



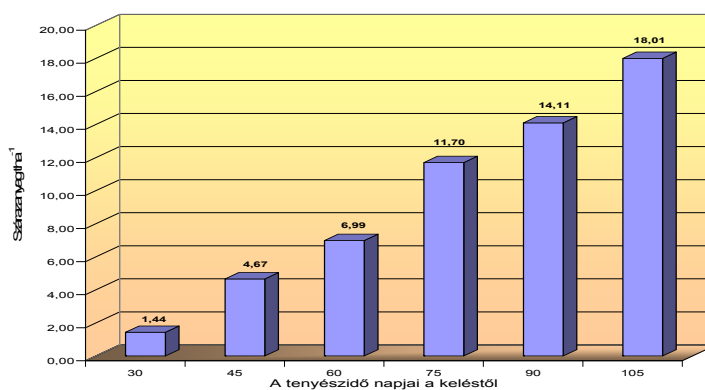
**12. ábra. Összefüggés a silócirok P-ellátottsága és szárazanyaghozama között  
(Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**



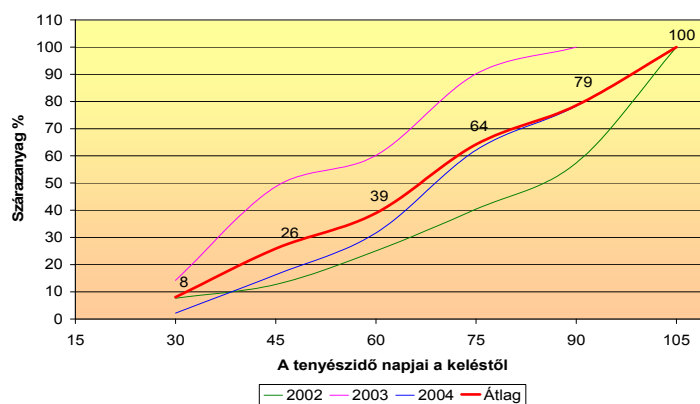
**13. ábra. Összefüggés a silócirok K-ellátottsága és szárazanyaghozama között  
(Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**



14. ábra. A silócirok szárazanyaghozama 15 N-P-K kezelés kombinációjában a 2002-2004-es évek átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



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



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

## 5.2. Cukortartalom, cukortermés

A szakirodalomban számos publikáció fellelhető (WANJARI et al., 1996; SUMANTRI, 1998; TAIXERIA et al., 1999; IZSÁKI et al., 2005), melyek a szárlé cukortartalma és a trágyázás összefüggéseit elemzik. Általános a vélemény, hogy a megfelelő káliumellátottság jótékonyan hat a cukortartalomra, közepes K-ellátottságú talajokon azonban a nitrogéntrágyázás növeli legnagyobb mértékben a cukortermést a zöldhozamra gyakorolt erőteljes hatásán keresztül. Kísérleti tapasztalataink szerint a nitrogén túltáplálás viszont kedvezőtlen mind a cukortartalomra, mind pedig a hektáronkénti cukortermésre.

A silócirok cukortartalmát és cukorhozamát 2002-ben és 2003-ban a virágzásakor, a viaszérés kezdetén és végén vizsgáltuk az  $N_0$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  kezelésekben (9., 10. táblázat). Tapasztalataink szerint virágzásakor és a viaszérés kezdetén a cukortartalom közel azonos, a két év átlagában 8,6% és 9,3% volt, a viaszérés végén pedig már 14,6%-ot mértünk a N-trágyázott kezelések átlagában.

A viaszérés végéig  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  N trágyaadagig a cukortartalom jelentősen nem módosult a kontrollhoz képest, értéke 15% körüli. A túlzott N-ellátottság ( $240 \text{ kg ha}^{-1}$ ) a cukortartalmat statisztikailag igazolhatóan csökkenti.

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

A 17. ábra jól szemlélteti a javuló N-ellátás cukortartalom csökkentő, valamint cukorhozam növelő hatását  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  N-trágyadózisig. Tehát a cukortartalom csökkenést kompenzálta a N-trágyázás által nyert zöldtermés-többlet. A 18. ábra a cukortartalom és a cukorhozam változását mutatja a virágzástól a viaszérés végéig. Az ábra elemzése során szembetűnő a szárlé cukortartalmának, valamint a hektáronkénti cukorhozamnak a viaszérés kezdetétől-végéig történő intenzív gyarapodása. A 19. ábra a cukorcirok N-ellátottsága és cukorhozama közötti összefüggést szemlélteti. A

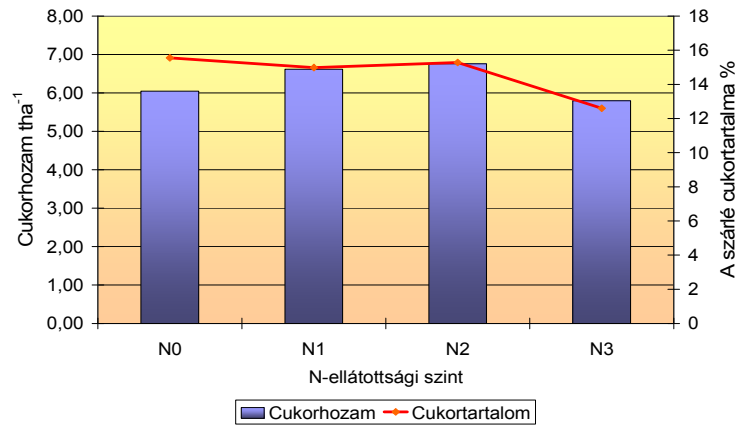
korreláció analízis során készített trendvonal jól jellemzi a a 240 kg $ha^{-1}$  trágyaadag hatására fellépő cukorhozam csökkenést. A korreláció analízis során nyert  $R^2 = 0,964$ .

9. táblázat. A N-ellátottság hatása a silócirok tenyésztő alatti cukortartalmára és cukorhozamára (Szarvas, 2002)

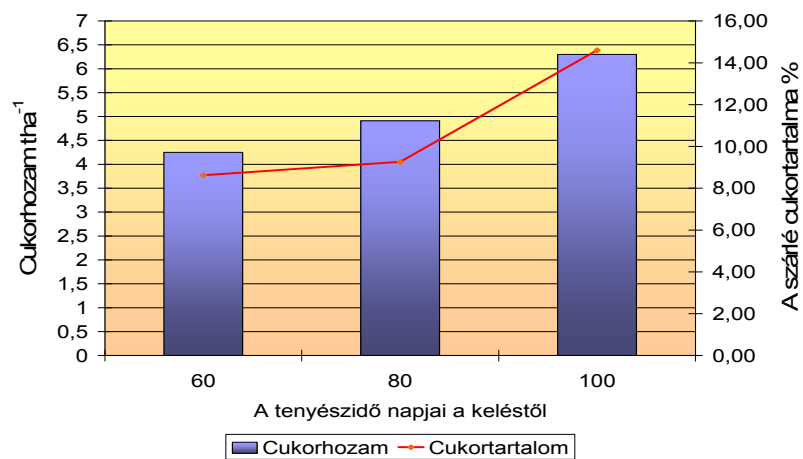
Tenyésztő napja	N-adag kg $ha^{-1}$				SzD <sub>5%</sub>	Átlag
	0	80	160	240		
	NO <sub>3</sub> -N a 0-60 cm-es talajrétegben					
	75	135	190	247		
	<b>Cukortartalom%</b>					
72	9,88	9,25	8,68	8,06	NS	8,96
85	11,82	9,98	8,28	8,61	1,65	9,22
106	15,25	14,46	15,21	12,51	2,51	14,35
	<b>Cukorhozam tha<sup>-1</sup></b>					
72	4,2	5,3	4,5	4,1	0,6	4,5
85	5,6	6,3	4,6	3,9	0,6	5,1
106	5,7	6,6	6,5	5,7	0,6	6,1

10. táblázat. A N-ellátottság hatása a silócirok tenyésztő alatti cukortartalmára és cukorhozamára (Szarvas, 2003)

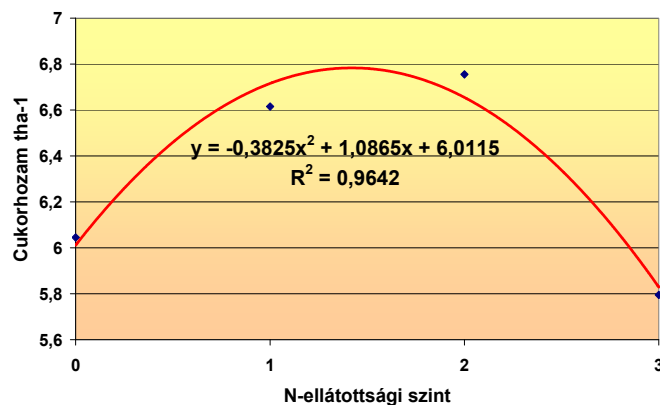
Tenyésztő napja	N-adag kg $ha^{-1}$				SzD <sub>5%</sub>	Átlag
	0	80	160	240		
	NO <sub>3</sub> -N a 0-60 cm-es talajrétegben					
	37	56	64	79		
	<b>Cukortartalom%</b>					
61.	9,15	8,56	8,02	7,36	0,98	8,27
75.	11,52	9,65	8,22	7,85	1,87	9,31
92.	15,85	15,50	15,35	12,70	2,12	14,85
	<b>Cukorhozam tha<sup>-1</sup></b>					
61.	3,6	4,1	4,3	4,0	0,6	4,0
75.	5,2	4,7	4,4	4,5	0,7	4,7
92.	6,4	6,7	7,1	5,9	0,5	6,5



17. ábra. A N-ellátottság hatása a silócirok tenyésztő alatti cukortartalmára és cukorhozamára (Szarvas, 2002-2003)



18. ábra. A silócirok cukortartalmának és cukorhozamának változása a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2003)



19. ábra. Összefüggés a N-ellátottság és a cukorhozam között (Szarvas, 2002-2003)

### 5.3. Nitrogéntartalom

A silócirok N-tartalmának változását mutatjuk be a tenyésztő folyamán a 11., 12. és 13. táblázatokban. Több tudományos közleményben számoltak be arról (BALASUBRAMANIAN és RAMAMOORTHY, 1998; BÁRDOSSY, 1985; BERNARDO és CLARK, 1982), hogy a fiatal növények szövetei általában magasabb tápelemtartalmúak, s a tenyésztő előrehaladtával a koncentráció csökken. Kísérleti tapasztalataink szerint a kelést követő 30. nap körül a három kísérleti évben a kezelések átlagában 2,83-3,45 % között változott a növényi szövetek N-tartalma. A 2003-as évben, amikor a cirok lényegesen intenzívebben fejlődött a magasabb hőmérséklet és napfénytartam hatására, minden mintavételezéskor alacsonyabb N-koncentrációt mértünk. Tehát az intenzívebb fejlődés a szövetek tápanyag koncentrációjának erőteljes hígulását eredményezte. 2002-ben 54%-kal csökkent a növények N-tartalma a betakarításig, míg 2003-ban 47%-kal, 2004-ben pedig 62%-kal. A tápanyagellátás nitrogéntartalomra gyakorolt hatását vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a csak N-ellátásban részesült parcellákban a növekvő adagú nitrogéntrágyázás általában  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  trágyaadagig egyértelműen növelte a szövetek nitrogén koncentrációját a trágyázatlan kontrollhoz képest ( $N_0-N_1-N_2$ ). Határozottabb különbségek inkább a tenyésztőszak első felében, nagyobb koncentráció értékek mellett voltak. Az  $N_3$  parcellákban  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  N-ellátottság mellett a növényi N-tartalom esetenként már nem nőtt tovább. Amikor a P-K trágyázásban részesült parcellák különböző dózisu kiegészítő nitrogén trágyázásban részesültek, szintén N-tartalom növekedést mértünk ( $P_2K_2-N_2P_2K_2$ ;  $P_3K_3-N_2P_3K_3-N_3P_3K_3$ ). A foszforellátottság N-tartalomra gyakorolt hatása meglehetősen ellentmondásos volt. Esetenként 0,1-0,2%-os eltérések adódtak a vizsgált kezelések között ( $N_1-N_1P_1-N_1P_2$ ;  $N_2-N_2P_3$ ). A káliumellátottság nitrogéntartalomra gyakorolt egyértelmű hatását nem tapasztaltuk. A 20. ábra az említett összefüggéseket szemlélteti. Jól látszik a már említett 2003-as évet jellemző oszlop sor által reprezentált alacsonyabb N-koncentráció. Az évek átlagában a kezdeti 3,19 %-os nitrogéntartalom a betakarításig 1,41%-ra csökkent. A 21. ábra a nitrogéntartalom csökkenésének ütemét szemlélteti. Az egyes kísérleti éveket jellemző görbék lefutása nagyon hasonló, s az évek átlagát jellemző görbén szembetűnő, hogy a tenyésztőszak első 60 napjában intenzívebb, majd a következő 40 napban mérsékeltebb a N-tartalom csökkenése. A hosszabb 2004-es csapadékos évjáratban nagyobb mértékű koncentráció csökkenést tapasztaltunk. A 22. ábra szemlélteti a N-ellátottság és a N-tartalom fentebb

elemzett összefüggéseit, szembevetve a három év átlagában a 240 kg ha<sup>-1</sup> N-trágyaadag hatására a bekövetkező N-tartalom csökkenését. A polinomiális regresszió során nyert  $R^2=0,898$ , ami a paraméterek közötti szoros korrelációt igazolja.

**11. táblázat. A földfeletti növényi részek nitrogéntartalma  
(Szarvas, 2002)**

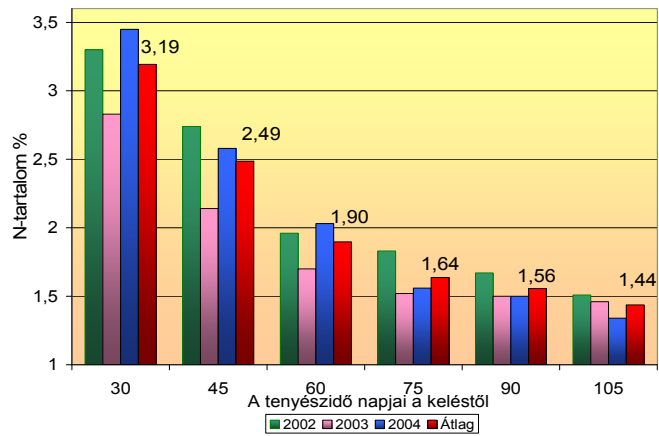
Kezelés jele	N-tartalom %					
	A tenyésztési napjai a keléstől					
	30	44	62	72	85	106
<b>N<sub>0</sub></b>	3,21	2,19	1,67	1,58	1,41	1,30
<b>N<sub>1</sub></b>	3,34	2,74	1,91	1,62	1,71	1,51
<b>N<sub>2</sub></b>	3,57	2,68	1,91	1,90	1,72	1,68
<b>N<sub>3</sub></b>	3,32	3,09	1,97	1,87	1,84	1,68
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	3,40	3,04	1,99	1,67	1,75	1,73
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	2,93	2,96	1,80	1,83	1,80	1,41
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	3,47	2,63	2,04	1,72	1,39	1,16
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	3,02	2,48	1,95	1,88	1,59	1,53
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	3,33	2,65	1,87	1,80	1,67	1,50
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	3,46	2,58	2,13	2,12	1,63	1,56
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	2,96	2,41	1,71	1,66	1,45	1,29
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	3,53	3,04	2,07	2,09	1,76	1,59
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	3,27	2,72	2,15	1,86	1,94	1,64
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	3,50	2,98	2,13	1,93	1,62	1,53
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	3,25	2,97	2,16	1,90	1,82	1,62
<b>Átlag</b>	3,30	2,74	1,96	1,83	1,67	1,51
<b>%</b>	100	83	59	55	50	46

**12. táblázat. A földfeletti növényi részek nitrogéntartalma  
(Szarvas, 2003)**

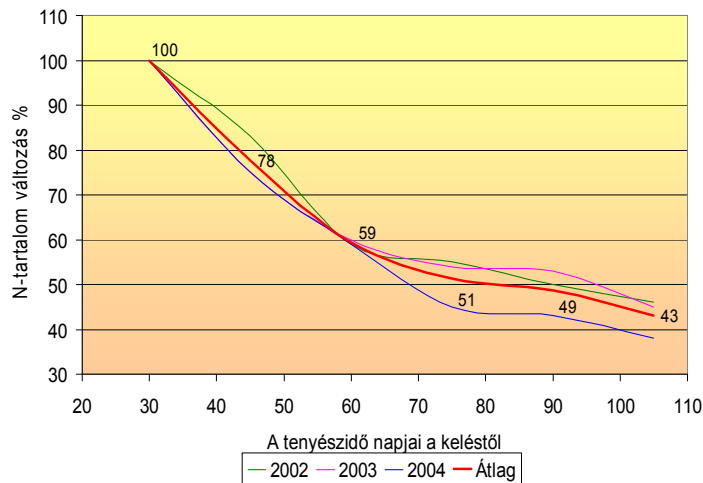
Kezelés jele	N-tartalom %				
	A tenyésztő napjai a keléstől				
	33	47	61	75	92
<b>N<sub>0</sub></b>	2,90	2,12	1,68	1,49	1,28
<b>N<sub>1</sub></b>	3,11	2,01	1,77	1,55	1,36
<b>N<sub>2</sub></b>	2,89	3,03	1,70	1,62	1,62
<b>N<sub>3</sub></b>	3,23	2,38	1,77	1,52	1,55
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	3,03	2,32	1,78	1,50	1,44
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	2,82	2,21	1,72	1,44	1,45
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	2,60	2,07	1,61	1,52	1,48
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	2,97	1,96	1,61	1,51	1,62
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	2,66	2,02	1,76	1,48	1,30
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	2,77	2,02	1,63	1,45	1,41
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	2,51	2,08	1,69	1,49	1,40
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	2,65	1,62	1,33	1,44	1,58
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	2,90	2,20	1,81	1,57	1,54
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	2,8	2,02	1,79	1,59	1,45
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	2,67	2,07	1,86	1,75	1,48
<b>Átlag</b>	2,83	2,14	1,70	1,52	1,46
<b>%</b>	100	75	60	54	53

**13. táblázat. A földfeletti növényi részek nitrogéntartalma  
(Szarvas, 2004)**

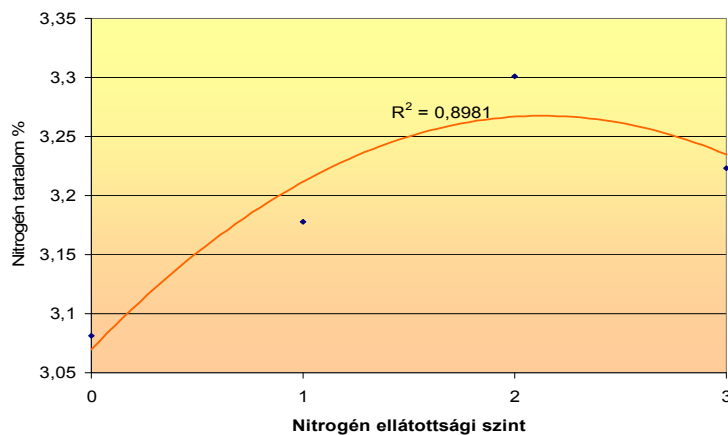
Kezelés jele	N-tartalom %					
	A tenyésztési napjai a keléstől					
	31	45	59	74	89	103
N <sub>0</sub>	3,36	2,06	1,72	1,35	1,27	1,11
N <sub>1</sub>	3,49	2,58	1,97	1,38	1,54	1,29
N <sub>2</sub>	3,73	2,52	1,97	1,62	1,54	1,44
N <sub>3</sub>	3,47	2,91	2,03	1,59	1,65	1,42
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	3,55	2,86	2,05	1,42	1,57	1,48
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	3,06	2,79	1,86	1,56	1,62	1,21
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3,63	2,48	2,10	1,47	1,25	1,21
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	3,16	2,34	2,01	1,60	1,43	1,41
N <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	3,48	2,50	1,93	1,53	1,50	1,34
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3,62	2,43	2,20	1,81	1,46	1,33
P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	3,09	2,27	1,76	1,42	1,30	1,27
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	3,69	2,86	2,13	1,78	1,58	1,36
N <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	3,42	2,56	2,22	1,59	1,74	1,49
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	3,66	2,81	2,20	1,65	1,46	1,31
N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	3,40	2,80	2,23	1,62	1,63	1,39
Átlag	3,45	2,58	2,03	1,56	1,50	1,34
%	100	75	59	45	43	38



20. ábra. A silócirok N-tartalmának változása a tenyésztő alatt kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



21. ábra. A silócirok N-koncentráció változás dinamikája a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



22. ábra. Összefüggés a silócirok N-ellátottsága és N-tartalma közötti a tenyésztő 30. napján (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)

#### 5.4. Nitrogénfelvétel

A silócirok nitrogénfelvétele látható a 14., 15. és 16. táblázatokban. Az egyes kísérleti években a felvétel maximumát a viaszérettség fázisában mértük. 2002-ben  $269 \text{ kg ha}^{-1}$ , 2003-ban  $264 \text{ kg ha}^{-1}$  és 2004-ben  $249 \text{ kg ha}^{-1}$  nitrogént vett fel a cirok a kezelések átlagában a talajból.

A silócirok erőteljes, mélyre hatoló gyökérrendszere révén képes a talaj művelt rétegében mért tápanyagok mennyiségénél lényegesen többet felvenni, ahogyan arra SUMNER (1983), valamint PATEL et al. (1994) is felhívta publikációiban a figyelmet.

A tápanyagellátás N-felvételre gyakorolt hatását vizsgálva arra a megállapításra jutottunk, hogy a kontrollhoz képest növekvő adagú N-trágyázás 2002-ben és 2003-ban  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  N-adagig, 2004-ben pedig  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  adagig statisztikailag igazolhatóan növelte a cirok N-felvételét. Az ellátottság további javulásával tendenciaszerű N-felvétel növekedést tapasztaltunk ( $N_0$ - $N_1$ - $N_2$ - $N_3$ ). Amikor a az egyoldalú P-K-ellátásban részesült kezeléseket egészítettük ki nitrogénnel, 2002 és 2004-ben szintén  $N_2$  szintig szignifikánsan nagyobb N-felvételt mértünk ( $P_2K_2$ - $N_1P_2K_2$ ;  $P_3K_3$ - $N_2P_3K_3$ - $N_3P_3K_3$ ). 2003-ban ez az összefüggés nem volt egyértelmű.

A foszfortrágyázás N-felvételre gyakorolt hatását vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  N-ellátásban részesült  $N_1$  parcellákhoz képest a  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  P-kiegészítéssel beállított  $N_1P_1$  kezelésekben 2002 és 2004-ben szignifikáns N-felvétel többletet mértünk. 2003-ban  $P_2$  szinten tapasztaltunk megbízható N-felvétel növekedést.

Tapasztalataink szerint az egyébként nem nagy adagú nitrogén trágyázásban részesített, de nagy hozamú ( $N_1P_1K_1$ ;  $N_1P_2$ ;  $N_2P_3$ ) parcellák növényállománya szignifikánsan több nitrogént vett fel a talajból. Ezekben a parcellákban a hozamnövekedés (az egységnyi hozam előállításához szükséges nitrogén mennyiségét viszonylag állandónak feltételezve) magasabb szintű nitrogénfelhasználást eredményezett.

A káliumellátás N-felvételre gyakorolt statisztikailag igazolható hatását nem tapasztaltuk. A 23. ábra a silócirok nitrogénfelvételét mutatja be kezelésként, a 2002-2004-es kísérleti évek átlagában. Az első négy oszlop jól szemlélteti, hogy a kontrollhoz képest kijuttatott pótlólagos N - trágyaadagok egyre kisebb nitrogénfelvétel többletet eredményeztek, ahogyan a hatásukra bekövetkező hozamnövekmény is egyre kisebb mértékű volt. A 24. ábra a cirok egyes mintavételi időpontokig bekövetkezett N-

felvételét mutatja be. A tenyészidő első hónapjában, az aktív gyökérképződés idején mérsékelt, átlagosan  $46 \text{ kg ha}^{-1}$  nitrogénfelvételt mértünk. A szárbaindulás időszakában fokozódott a N-felvétel, hiszen a tenyészidő 30-70. napja között 40 nap alatt több mint  $140 \text{ kg ha}^{-1}$  nitrogént vett fel a cirok állomány. A N-felvétel a viaszérésig folyamatos, bár mérsékeltebb ütemű volt, s a kezelések átlagában  $259 \text{ kg ha}^{-1}$  értéken tetőzött.

A nitrogénfelvétel dinamikáját jól szemlélteti a 25. ábra. Az évjárathatások itt is jól elkülönülnek, a száraz 2002-es évben a tenyészidő 60. napjáig az összes nitrogénnek csupán 31%-át vette fel az állomány, ami a cirok vontatottabb fejlődése mellett a nitrogén száraz talajban való mérsékelt mobilitásának is tulajdonítható. 2003-ban, az újravetett és intenzíven fejlődő állományba eddig az időpontig már az összes nitrogén 66%-a beépült, míg az átlagos hőmérsékleti és csapadékviszonyokkal jellemezhető 2004-es kísérleti évben a 49%-a. Ez az érték a 3 év átlagát reprezentáló adattal megegyezik.

**14. táblázat. A silócirok N-felvétele a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2002)**

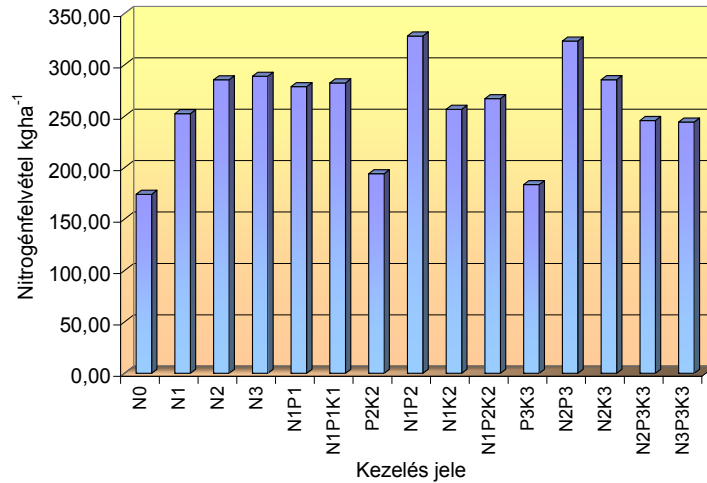
Kezelés jele	N-felvétel kg $ha^{-1}$					
	A tenyésztő napjai a keléstől					
	30	44	62	72	85	106
<b>N<sub>0</sub></b>	41,1	43,2	54,9	101,0	149,7	193,4
<b>N<sub>1</sub></b>	50,1	64,2	99,8	126,4	244,2	274,5
<b>N<sub>2</sub></b>	45,9	73,5	76,1	179,7	254,5	284,9
<b>N<sub>3</sub></b>	52,9	62,4	74,7	205,5	236,1	302,8
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	35,2	81,1	82,1	133,4	177,1	320,0
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	42,5	68,7	70,9	121,1	161,6	283,3
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	56,4	58,4	88,7	102,4	131,6	192,6
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	32,4	64,7	123,2	152,3	177,3	319,8
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	39,2	66,5	61,0	114,3	193,0	274,0
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	53,2	60,6	100,5	162,8	200,5	293,9
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	39,1	48,9	57,4	107,1	129,6	168,3
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	31,3	66,0	83,8	145,7	162,1	327,5
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	53,5	56,3	100,2	115,7	203,7	297,0
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	32,1	51,8	105,8	136,4	147,7	245,6
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	34,0	83,0	94,0	110,0	135,6	250,5
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	3,1	8,2	5,3	11,2	17,94	20,0
<b>Átlag</b>	42,6	63,3	84,9	134,3	180,3	268,5
<b>%</b>	15	23	31	49	66	100

**15. táblázat. A silócirok N-felvétele a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2003)**

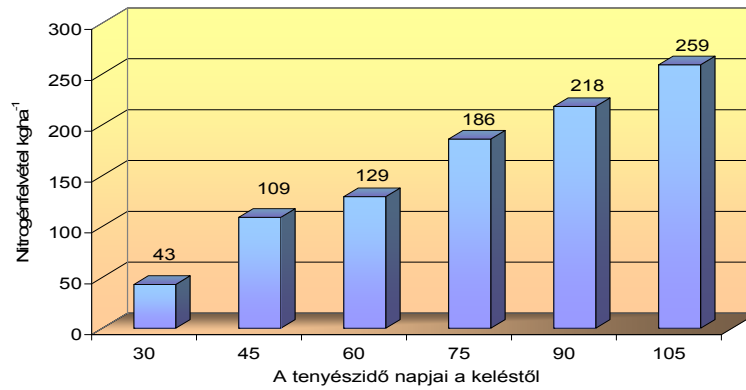
Kezelés jele	N felvétel kg ha <sup>-1</sup>				
	A tenyésztő napjai a keléstől				
	33	47	61	75	92
<b>N<sub>0</sub></b>	45,3	122,4	134,5	206,4	169,0
<b>N<sub>1</sub></b>	65,9	125,9	163,6	215,7	232,5
<b>N<sub>2</sub></b>	70,0	131,7	184,3	256,3	264,7
<b>N<sub>3</sub></b>	86,2	152,6	193,9	238,9	256,0
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	86,1	161,8	177,6	225,3	229,3
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	68,9	131,2	191,0	238,1	337,4
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	55,5	147,5	177,4	259,8	251,5
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	99,7	161,7	234,7	360,8	392,9
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	66,8	176,4	190,9	221,4	229,4
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	93,6	136,5	183,3	225,0	250,1
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	56,0	103,3	138,9	198,0	239,1
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	62,2	155,7	163,2	239,0	362,8
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	60,6	152,4	208,5	253,3	263,1
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	87,7	176,2	209,4	283,0	251,1
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	81,7	141,6	197,3	248,7	236,2
<b>SzD 5%</b>	5,2	6,4	28,8	35,9	37,7
<b>Átlag</b>	72,4	145,1	183,2	246,6	264,3
<b>%</b>	26	52	66	88	100

**16. táblázat. A silócirok N-felvétele a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2004)**

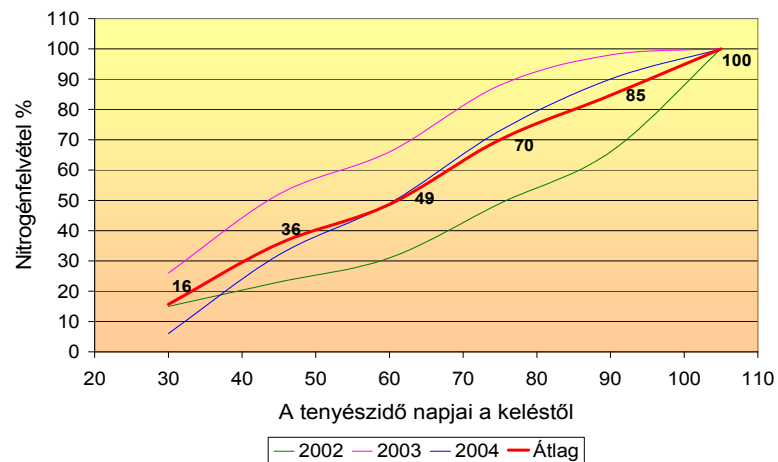
Kezelés jele	N-felvétel kgha <sup>-1</sup>					
	Tenyésztő napjai a keléstől					
	31	45	59	74	89	103
<b>N<sub>0</sub></b>	8,7	38,9	84,1	136,1	143,6	160,1
<b>N<sub>1</sub></b>	15,0	89,5	130,6	157,5	238,2	250,9
<b>N<sub>2</sub></b>	17,5	94,5	134,0	198,6	240,1	306,7
<b>N<sub>3</sub></b>	17,4	123,4	155,9	229,0	269,0	308,1
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	15,3	91,2	108,2	159,9	229,7	287,1
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	12,9	70,3	99,7	172,4	236,4	227,1
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	14,2	50,6	95,3	156,1	160,8	169,4
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	14,2	72,8	137,5	204,8	213,1	271,7
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	15,0	89,5	119,1	182,8	230,1	267,1
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	15,6	77,8	144,1	197,3	213,5	257,4
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	8,3	49,9	70,4	143,4	144,0	165,4
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	14,8	91,5	140,6	209,2	244,9	279,2
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	14,4	79,6	145,4	190,8	279,3	296,5
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	14,6	84,3	115,5	184,0	236,5	241,0
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	12,9	82,6	112,6	183,9	244,5	246,7
<b>SzD 5%</b>	2,3	21,6	25,5	29,9	30,4	31,6
<b>Átlag</b>	14,1	79,1	119,5	180,4	220,4	249,0
<b>%</b>	6	32	49	73	90	100



23. ábra. A silócirok nitrogénfelvétele 15 N-P-K kezelés kombinációjában a 2002-2004-es évek átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



24. ábra. A silócirok nitrogénfelvétele a tenyésztő folyamán a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



25. ábra. A silócirok nitrogén felvételi dinamikája (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)

## 5.5. Foszfortartalom

A 17., 18. és 19. táblázatokban a cirok foszfortartalma és tápanyag ellátottsága közötti összefüggéseket mutatjuk be. Tapasztalataink szerint a tenyészidőszak kezdetén 2002-ben és 2003-ban alacsonyabb volt a növény földfeletti részeinek foszfor tartalma (0,47% és 0,49%), míg a csapadékosabb 2004-es évjáratban 0,76% volt a P-koncentráció a kezelések átlagában. A viaszérésig 2002-ben 30%-kal, 2003-ban 49%-kal, míg 2004-ben 54%-kal csökkent a kezdeti P-tartalom.

Az N-P-K-ellátottság foszfortartalomra gyakorolt hatásának értékelését a koncentráció maximumánál végeztem el, mivel tapasztalataink szerint a tenyészidőszak végére a különbségek elmosódtak. A foszfor trágyázásban nem részesült kezelésekben a talaj felső 60 cm-es rétegének  $120-139 \text{ mgkg}^{-1} \text{ Al-P}_2\text{O}_5$  ellátottsági szintje jónak mondható és az ehhez képest kiadott növekvő adagú P-trágyázás növelte a szövetek P-tartalmát ( $P_0=0,53\%$ ;  $P_1=0,57\%$ ;  $P_2=0,61\%$ ;  $P_3=0,62\%$ ) a kísérleti terület talajának  $153-362 \text{ mgkg}^{-1} \text{ Al-P}_2\text{O}_5$  ellátottsági intervallumában.

A nitrogéntrágyázás foszfortartalomra gyakorolt hatását vizsgálva arra a megállapításra jutottunk, hogy a javuló N-ellátottság hatására csupán minimális koncentrációbeli eltérések adódtak ( $N_0-N_3$ ;  $P_3K_3-N_2P_3K_3-N_3P_3K_3$ ).

Kísérletünkben a javuló káliumellátottság hatására bekövetkező P-koncentráció változás szintén kismértékű és változó irányú volt ( $N_1P_1-N_1P_1K_1$ ;  $N_1P_2-N_1P_2K_2$ ;  $N_2P_3-N_2P_3K_3-N_3P_3K_3$ ).

A 26. ábrán a cirok foszfortartalmát mutatjuk be a kezelések átlagában. Az ábra jól szemlélteti a 2004-es évben mért magas kezdeti foszfortartalmat, ami azonban a betakarításig a másik két évben tapasztalt szintre csökkent le. 2003-ban tapasztaltuk a legalacsonyabb betakarításkori P-tartalmat (0,25%). A 27. ábra a foszforkoncentráció változásának ütemét szemlélteti. Kísérleti eredményeink szerint a tenyészidőszak első harmadában intenzívebb a cirok foszfortartalmának hígulása, majd a koncentráció csökkenés üteme a mérséklődik. 2002-ben kisebb mértékű volt a P-tartalom csökkenése, 2003-ban az átlaghoz hasonló, míg a 2004-es hosszabb, csapadékosabb évjáratban csökkent le a kezdeti P-koncentráció a legnagyobb mértékben. A 28. ábrán a silócirok foszforellátottsági szintje és foszfortartalma közötti összefüggés szorosságát mutatjuk be. Eredményeink szerint a növekvő adagú foszfortrágyázással egyre kisebb mértékben

nőtt a cirok P-tartalma. A polinomiális regresszió során nyert  $R^2 = 0,9973$ , ami igen szoros pozitív összefüggést enged feltételezni a vizsgált paraméterek között.

**17. táblázat. A földfeletti növényi részek foszfortartalma  
(Szarvas, 2002)**

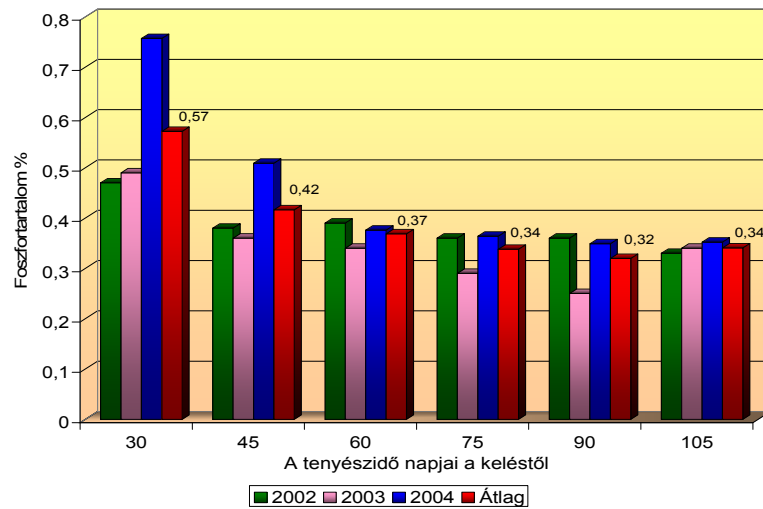
Kezelés jele	P-tartalom %					
	A tenyésztési napjai a keléstől					
	30	44	62	72	85	106
<b>N<sub>0</sub></b>	0,47	0,37	0,33	0,32	0,33	0,31
<b>N<sub>1</sub></b>	0,43	0,37	0,32	0,33	0,32	0,31
<b>N<sub>2</sub></b>	0,44	0,32	0,32	0,32	0,34	0,33
<b>N<sub>3</sub></b>	0,41	0,37	0,36	0,36	0,36	0,32
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	0,46	0,39	0,41	0,35	0,37	0,35
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	0,47	0,40	0,36	0,39	0,41	0,32
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	0,48	0,39	0,40	0,39	0,35	0,31
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	0,45	0,38	0,35	0,37	0,36	0,33
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	0,44	0,34	0,36	0,32	0,34	0,33
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	0,48	0,37	0,38	0,39	0,36	0,33
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,53	0,40	0,40	0,36	0,33	0,34
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	0,52	0,45	0,43	0,42	0,38	0,35
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	0,42	0,34	0,36	0,35	0,34	0,33
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,51	0,38	0,43	0,40	0,37	0,34
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,51	0,41	0,43	0,39	0,42	0,38
<b>Átlag</b>	0,47	0,38	0,39	0,36	0,36	0,33
<b>%</b>	100	80	82	76	76	70

**18. táblázat. A földfeletti növényi részek foszfortartalma  
(Szarvas, 2003)**

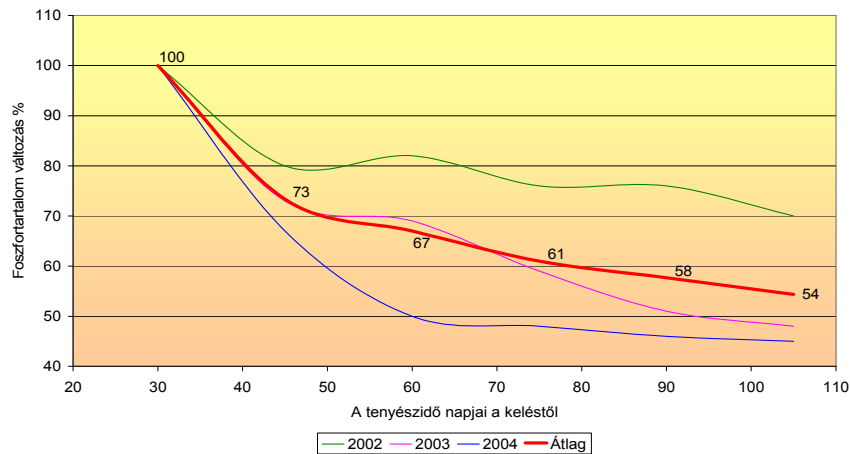
Kezelés jele	P-tartalom %				
	A tenyésztés napjai a keléstől				
	33	47	61	75	92
<b>N<sub>0</sub></b>	0,43	0,34	0,41	0,33	0,35
<b>N<sub>1</sub></b>	0,43	0,33	0,31	0,32	0,22
<b>N<sub>2</sub></b>	0,40	0,35	0,35	0,32	0,24
<b>N<sub>3</sub></b>	0,37	0,36	0,30	0,27	0,21
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	0,47	0,33	0,32	0,22	0,24
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	0,52	0,37	0,34	0,27	0,33
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	0,51	0,38	0,36	0,27	0,24
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	0,72	0,47	0,37	0,27	0,33
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	0,51	0,36	0,32	0,28	0,19
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	0,54	0,37	0,34	0,30	0,24
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,55	0,38	0,37	0,30	0,24
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	0,58	0,36	0,34	0,31	0,31
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	0,49	0,43	0,36	0,29	0,30
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,49	0,31	0,32	0,29	0,27
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,43	0,34	0,35	0,35	0,27
<b>Átlag</b>	0,49	0,36	0,34	0,29	0,25
<b>%</b>	100	73	69	59	51

**19. táblázat. A földfeletti növényi részek foszfortartalma  
(Szarvas, 2004)**

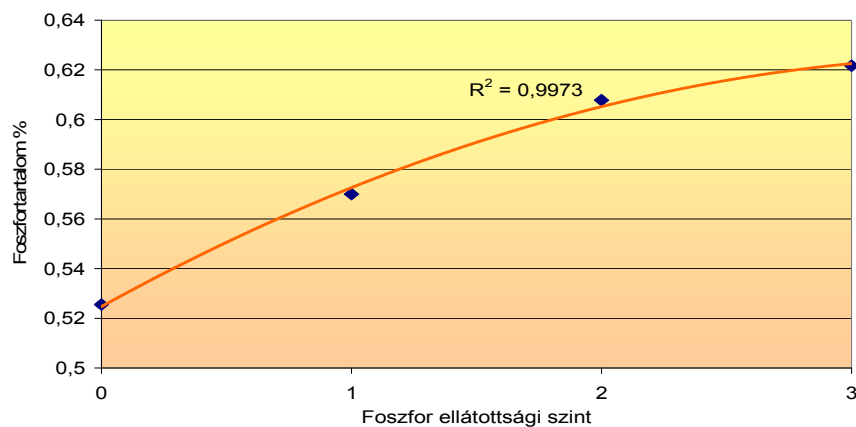
Kezelés jele	P-tartalom %					
	Tenyészdő napjai a keléstől					
	31	45	59	74	89	103
<b>N<sub>0</sub></b>	0,76	0,50	0,33	0,32	0,32	0,33
<b>N<sub>1</sub></b>	0,70	0,50	0,32	0,33	0,31	0,33
<b>N<sub>2</sub></b>	0,71	0,43	0,32	0,32	0,33	0,35
<b>N<sub>3</sub></b>	0,66	0,50	0,36	0,36	0,35	0,34
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	0,74	0,52	0,41	0,35	0,36	0,37
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	0,76	0,54	0,36	0,39	0,40	0,34
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	0,78	0,52	0,40	0,39	0,34	0,33
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	0,73	0,51	0,35	0,37	0,35	0,35
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	0,71	0,46	0,36	0,32	0,33	0,35
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	0,78	0,50	0,38	0,39	0,35	0,35
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,86	0,54	0,40	0,36	0,32	0,36
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	0,84	0,60	0,43	0,42	0,37	0,37
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	0,68	0,46	0,36	0,35	0,33	0,35
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,82	0,51	0,43	0,40	0,36	0,36
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	0,82	0,55	0,43	0,39	0,41	0,40
<b>Átlag</b>	0,76	0,51	0,38	0,36	0,35	0,35
<b>%</b>	100	67	50	48	46	46



26. ábra. A silócirok P-tartalmának változása a tenyésztő alatt kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



27. ábra. A silócirok P-koncentráció változás dinamikája a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



28. ábra. Összefüggés a silócirok P-ellátottsága és P-tartalma közötti a tenyésztő 30. napján (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)

## 5.6. Foszforfelvétel

A cirok foszforfelvétele a betakarításig folyamatos volt, s 2002-ben  $58 \text{ kg ha}^{-1}$ , 2003-ban  $47 \text{ kg ha}^{-1}$  és 2004-ben  $65 \text{ kg ha}^{-1}$  értéket ért el a kezelések átlagában (20., 21. és 22. táblázat). A kontrollhoz képest javuló nitrogénellátottság hatására ( $80 \text{ kg ha}^{-1}$ ) 2002-ben szignifikáns P-felvétel növekedést mértünk, 2003-ban csak a  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  N-trágyadózisnál tapasztaltunk statisztikailag igazolható P-felvétel növekedést, míg 2004-ben az  $N_1$ -ben tapasztalt szignifikáns növekedéshez képest az  $N_2$  szinten további statisztikailag igazolható P-felvétel többletet tapasztaltunk ( $9-17 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Amikor a  $P_2K_2$  és  $P_3K_3$  kezeléseket kiegészítettük nitrogénnel, a három év átlagában mintegy  $10-13 \text{ kg}$ -os foszfor felvételnövekményt tapasztaltunk ( $P_2K_2-N_2P_2K_2$  ill.  $P_3K_3-N_2P_3K_3-N_3P_3K_3$ ). Ha a nitrogéntrágyázást foszforral egészítettük ki, nőtt a növény foszfortartalma és statisztikailag igazolható P-felvétel növekedést is mértünk ( $N_1-N_1P_1-N_1P_2$ ,  $N_2-N_2P_3$ ). A nitrogén trágya nélkül kijuttatott egyoldalú és nagyadagú foszfortrágyázás a P-felvétel csökkenését eredményezte ( $P_3K_3-N_2P_3K_3$ ;  $N_3P_3K_3$ ). A káliumellátottság foszforfelvételre gyakorolt hatását vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy az esetek többségében a káliumtrágyázás nem befolyásolta érdemben a silócirok foszforfelvételét. Gyakran kisebb P-felvételt mértünk a K-trágyázott parcellákban az ott regisztrált kisebb biomassza tömeg eredményeként ( $N_1P_2-N_1P_2K_2$ ;  $N_2P_3-N_2P_3K_3$ ). A 29. ábra a cirok foszforfelvételét mutatja be kezelésként a kísérleti évek átlagában. Az első három oszlop -  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  N- trágyadagig - a javuló nitrogénellátottság foszforfelvételre gyakorolt pozitív hatását igazolja.  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  trágya dózis esetén a P-felvétel az előző szinthez képest némileg csökkent. Az  $N_1$  és  $N_2$  kezeléseknél nagyobb P-felvételt láthatunk a foszfor kiegészítésben részesült  $N_1P_1$ ,  $N_1P_1K_1$ ,  $N_1P_2$  és  $N_2P_3$  kezelésekből, melyek közül az utóbbi kettőben  $70 \text{ kg ha}^{-1}$  feletti értékeket is tapasztaltunk. A 30. ábrán mutatjuk be cirok foszforfelvételét a tenyészidő folyamán. Mérési eredményeink szerint a kelést követő 30. napig átlagosan csupán  $7 \text{ kg ha}^{-1}$  foszfort vett fel az állomány. A bokrosodás végére ez az érték  $19 \text{ kg ha}^{-1}$ -ra emelkedett, majd a szárbaindulás végén, virágzás elején elérte a  $39 \text{ kg ha}^{-1}$  értéket. A generatív fázisban a viaszérettségben végzett betakarításig meghaladta az  $57 \text{ kg ha}^{-1}$ -t. A foszfor felvétel dinamikáját mutatja be a 31. ábra. A diagram jól szemlélteti a 2002-es száraz évben tapasztalt mérsékelt ütemű, majd 2003-ban a lényegesen intenzívebb foszforfelvételét, valamint a három év átlagát bemutató görbe és a 2004-es, átlagosnak mondható évjárat görbéjének hasonló

lefutását. Az ábrán egy intenzívebb felvételi periódus látszik a bokrosodásig (35%), majd egy második felvételi csúcsot tapasztaltunk a generatív fázisban (54%).

**20. táblázat. A silócirok P-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002)**

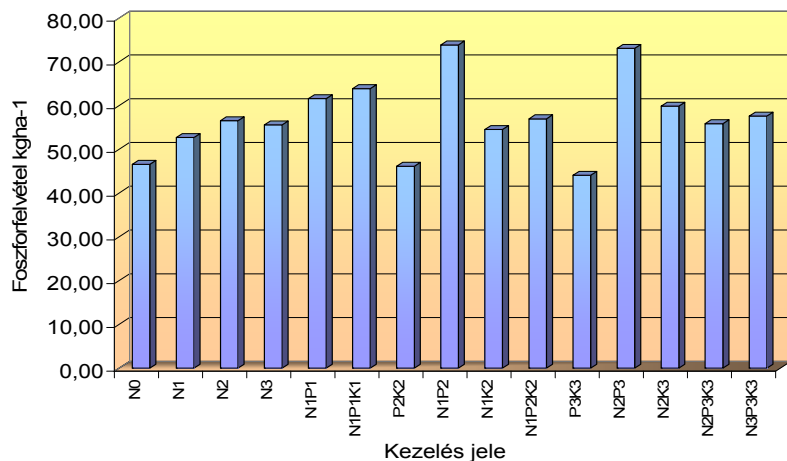
Kezelés jele	P-felvétel kgha <sup>-1</sup>					
	A tenyésztő napjai a keléstől					
	30	44	62	72	85	106
<b>N<sub>0</sub></b>	6,0	7,6	10,9	20,4	23,3	46,1
<b>N<sub>1</sub></b>	6,1	8,7	16,7	25,7	45,7	56,4
<b>N<sub>2</sub></b>	5,7	8,8	12,7	30,3	38,6	56,0
<b>N<sub>3</sub></b>	6,5	7,5	13,7	39,6	40,3	58,4
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	4,8	10,4	16,9	28,0	37,4	64,7
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	6,8	9,3	14,2	25,8	36,8	64,3
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	7,8	8,7	17,4	18,7	33,1	51,5
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	4,8	9,9	16,1	30,0	40,1	69,0
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	5,2	8,5	11,7	20,3	39,3	60,3
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	7,4	8,7	17,9	30,0	44,3	60,7
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	7,0	8,1	13,4	22,9	32,7	44,4
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	6,9	9,8	17,4	29,3	35,1	72,1
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	6,9	7,0	16,8	21,8	35,7	59,7
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	7,0	8,6	21,4	28,3	33,7	54,6
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	5,3	11,4	18,7	26,4	31,3	58,7
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	0,4	1,2	1,0	2,2	3,7	4,3
<b>Átlag</b>	6,3	8,9	15,7	26,5	36,5	58,5
<b>%</b>	10	15	26	45	62	100

**21. táblázat. A silócirok P-felvétele a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2003)**

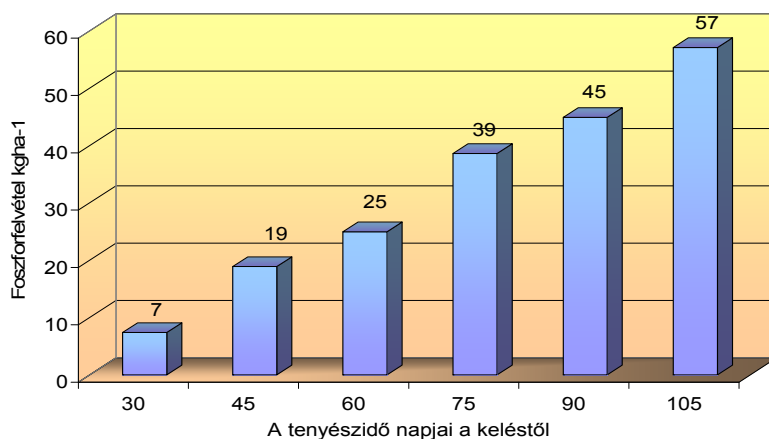
Kezelés jele	P felvétel kgha <sup>-1</sup>				
	A tenyésztő napjai a keléstől				
	33	47	61	75	92
<b>N<sub>0</sub></b>	6,7	19,6	32,8	44,0	46,1
<b>N<sub>1</sub></b>	9,1	20,7	28,7	50,9	37,6
<b>N<sub>2</sub></b>	9,7	29,1	37,9	54,0	39,2
<b>N<sub>3</sub></b>	10,0	32,9	32,9	40,6	34,7
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	13,4	23,0	31,9	33,0	48,3
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	12,7	36,1	37,8	44,6	63,6
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	10,9	36,0	39,7	46,1	40,8
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	24,2	60,9	54,1	64,5	80,0
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	12,8	31,4	34,7	45,9	33,6
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	18,3	36,4	38,3	46,6	42,6
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	12,3	28,4	30,4	39,9	41,0
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	13,6	30,4	41,7	51,4	71,2
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	10,3	41,6	41,5	47,7	50,3
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	15,3	27,0	37,4	51,6	46,8
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	13,2	32,9	37,8	49,7	43,1
<b>SzD 5%</b>	4,5	6,3	8,2	9,2	15,3
<b>Átlag</b>	12,8	32,4	37,2	47,4	47,9
<b>%</b>	27	68	79	99	100

**22. táblázat. A silócirok P-felvétele a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2004)**

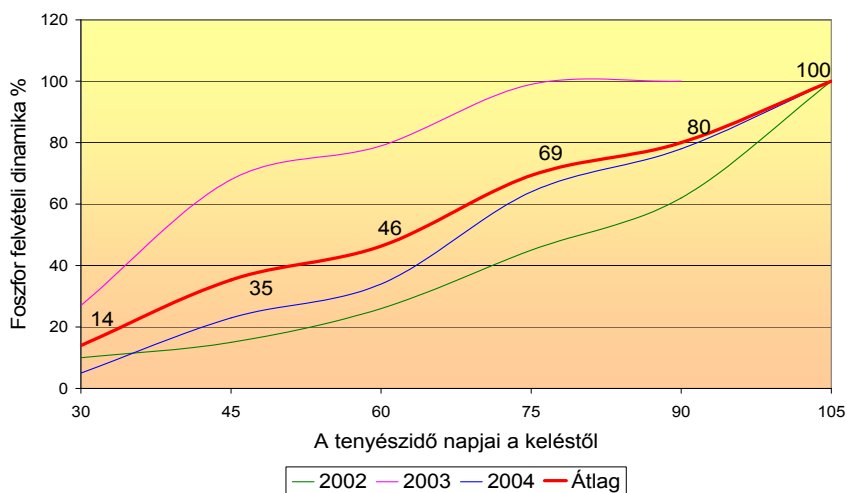
Kezelés jele	P-felvétel kg $ha^{-1}$					
	Tenyésztő napjai a keléstől					
	31	45	59	74	89	103
<b>N<sub>0</sub></b>	2,0	9,5	16,1	32,3	36,2	47,6
<b>N<sub>1</sub></b>	3,0	17,4	21,2	37,7	48,0	64,2
<b>N<sub>2</sub></b>	3,3	16,1	21,8	39,2	51,4	74,6
<b>N<sub>3</sub></b>	3,3	21,2	27,6	51,8	57,1	73,8
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	3,2	16,6	21,6	39,4	52,7	71,8
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	3,2	13,6	19,3	43,1	58,4	63,8
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	3,0	10,6	18,2	41,4	39,1	46,2
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	3,3	15,9	23,9	47,4	52,2	72,6
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	3,1	16,5	22,2	38,2	50,6	69,8
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	3,4	16,0	24,9	42,5	51,2	67,7
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	2,3	11,9	16,0	36,4	35,5	46,9
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	3,4	19,2	28,4	49,4	57,4	76,0
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	2,9	14,3	23,6	42,0	53,0	69,7
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	3,3	15,3	22,6	44,6	58,3	66,2
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	3,1	16,2	21,7	44,3	61,5	71,0
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	2,1	5,3	3,6	3,2	6,0	6,0
<b>Átlag</b>	3,0	15,3	21,9	42,0	50,8	65,5
<b>%</b>	5	23	34	64	78	100



**29. ábra. A silócirok foszforfelvétele 15 N-P-K kezelés kombinációjában a 2002-2004-es évek átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**



**30. ábra. A silócirok foszforfelvétele a tenyésztő folyamán a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**



**31. ábra. A silócirok foszfor felvételi dinamikája (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**

## 5.7. Káliumtartalom

A silócirok káliumtartalmának változását a 23., 24. és 25. táblázatok és a 32., 33., 34. ábrák elemzésével követhetjük nyomon. 2002-ben az első mintavételezéskor átlagosan 4,25 % volt a földfeletti növényi részek K-tartalma, 2003-ban ez az érték 5,19 %, míg 2004-ben 4,17 % volt. Betakarításig a K-tartalom minden évben átlagosan 1,2-1,4 %-ig csökkent. Az N-P-K-ellátottság káliumtartalomra gyakorolt hatását vizsgálva arra megállapításra jutottunk, hogy nagyobb különbségek és értékelhető eltérések az tenyészidő elején, a koncentráció maximumánál voltak, így elemzésemet ebben az időpontban végeztem el.

A tápanyagellátottság növényi K-tartalomra gyakorolt hatását megállapítottuk, hogy a kontrollhoz viszonyítva (a talaj közepes-jó K-ellátottsága esetén) a növekvő adagú kálium trágyázás 0,2 -1,5 %-kal növelte a szövetek K-tartalmát ( $N_1-N_1K_2$ ;  $N_2-N_2K_3$ ;  $N_1P_1-N_1P_1K_1$ ;  $N_1P_2-N_1P_2K_2$ ;  $N_2P_3-N_2P_3K_3$ ).

A kontrollhoz képest növekvő adagú N-trágyázás tapasztalataink szerint alig befolyásolta a növény káliumtartalmát. Ha egyoldalú P-K trágyázásban részesült kezeléseket nitrogénnel egészítettük ki, esetenként nagyobb káliumtartalmat tapasztaltunk (2002 és 2004:  $P_3K_3-N_3P_3K_3$ ; 2003:  $P_2K_2-N_1P_2K_2$ ), ám ez nem volt mindig egyértelmű.

A foszforellátottság K-tartalomra gyakorolt hatását 2002 és 2004-ben nem tudtuk igazolni, míg 2003-ban minimális (max.0,5%) növekedés fordult elő ( $N_1K_2-N_1P_2K_2$ ;  $N_2K_3-N_2P_3K_3$ ).

A 32. ábrán a silócirok K-tartalmának változását mutatjuk be az alkalmazott műtrágya kezelés kombinációk függvényében. Amint azt az ábra jól szemlélteti, a 2003-as kísérleti évben az újravetett állomány kezdeti káliumtartalma magasabb volt (5,17%). Az oszlopdiagram jól szemlélteti, hogy a 2004-es jobb vízellátottságú évjáratban a K-tartalom a 2002-es száraz évhez viszonyítva általában magasabb volt.

A kálium koncentráció csökkenésének ütemét a 33. ábrát elemezve követhetjük nyomon. A korábban említett évjáratások itt is megfigyelhetők, jól látszik a K-tartalom erőteljes hígulása az intenzíven fejlődő állományban a 2003-as évben. Az évek átlagát bemutató görbe lefutásából látható, hogy a silócirok szöveteinek átlagos K-tartalma a betakarításig harmadára csökkent. A szárbaindulás folyamán tapasztalt nagymértékű napi tömeggyarapodás idején regisztráltuk a beltartalmi paraméterek és

ezek között a K-tartalom nagymértékű csökkenését is (30 nap alatt 36% csökkenés). A K-ellátottság és a növényi szövetek K-tartalma közötti lineáris regresszió  $R^2$  értéke 0,9884, ami szoros pozitív korrelációt mutat (34. ábra).

**23. táblázat. A földfeletti növényi részek káliumtartalma (Szarvas, 2002)**

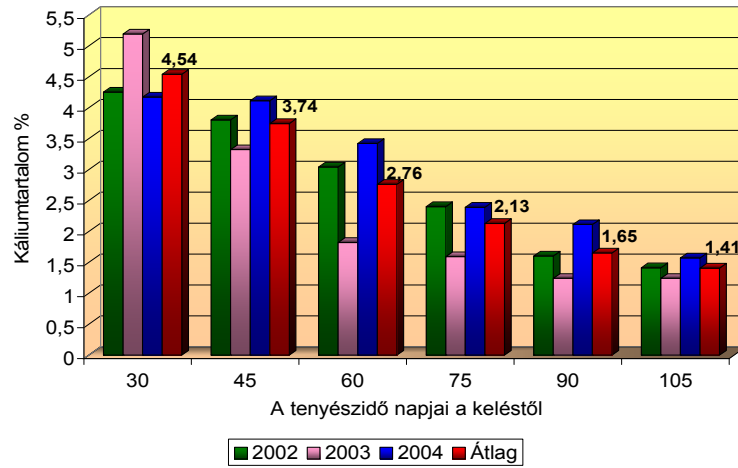
Kezelés jele	K-tartalom %					
	A tenyésztés napjai a keléstől					
	30	44	62	72	85	106
N <sub>0</sub>	4,12	3,88	2,96	2,27	1,79	1,18
N <sub>1</sub>	3,41	2,68	2,27	2,09	1,55	1,29
N <sub>2</sub>	3,87	2,99	2,99	2,53	1,51	1,45
N <sub>3</sub>	4,12	4,56	3,11	2,47	1,81	1,44
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	4,28	3,61	2,99	2,33	1,62	1,52
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	4,48	5,02	3,23	2,68	1,80	1,63
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	4,40	3,60	3,14	2,57	1,73	1,52
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	3,84	3,80	2,85	2,01	1,54	1,44
N <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	4,57	3,84	2,84	2,59	1,69	1,18
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	4,38	3,40	2,82	2,30	1,22	1,32
P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	4,59	3,33	3,21	2,24	1,63	1,37
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	3,84	3,32	3,33	2,73	1,38	1,36
N <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	4,36	4,39	3,81	2,70	1,62	1,27
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	4,27	3,84	3,29	2,34	1,83	1,60
N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	5,20	3,43	2,80	2,14	1,31	1,60
Átlag	4,25	3,71	3,04	2,40	1,60	1,41
%	100	89	71	56	37	33

**24. táblázat. A földfeletti növényi részek káliumtartalma  
(Szarvas, 2003)**

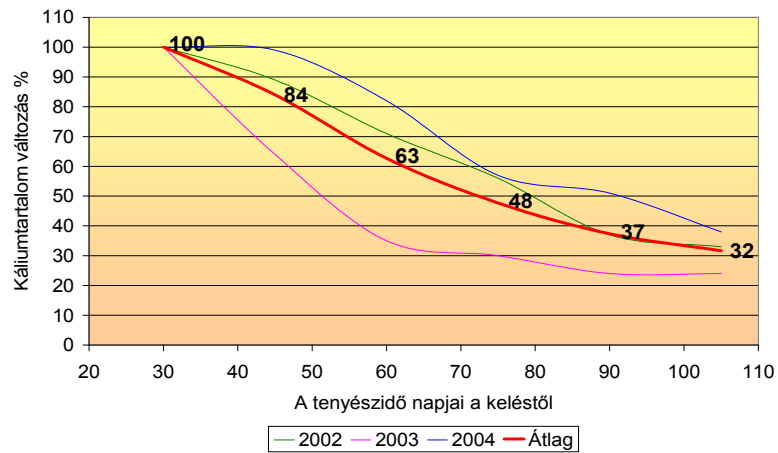
Kezelés jele	K-tartalom %				
	A tenyészidő napjai a keléstől				
	33	47	61	75	92
<b>N<sub>0</sub></b>	4,40	2,60	1,78	1,56	1,12
<b>N<sub>1</sub></b>	4,17	2,22	1,98	1,45	1,53
<b>N<sub>2</sub></b>	4,70	3,40	1,66	1,42	1,34
<b>N<sub>3</sub></b>	4,43	3,82	1,75	1,70	0,96
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	5,07	3,77	1,88	1,49	1,51
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	4,82	3,36	1,54	1,58	0,71
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	5,33	3,16	1,68	1,81	1,58
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	5,35	2,98	2,20	1,56	0,94
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	5,39	3,37	1,81	1,76	1,38
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	5,59	3,93	2,46	1,99	1,49
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	6,76	3,19	1,71	1,56	0,99
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	4,90	3,76	1,68	1,21	1,02
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	5,89	3,70	1,76	1,71	1,26
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	6,40	3,53	1,86	1,80	1,63
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	4,66	3,13	1,69	1,29	1,23
<b>Átlag</b>	5,19	3,32	1,82	1,59	1,24
<b>%</b>	100	64	35	30	24

**25. táblázat. A földfeletti növényi részek káliumtartalma  
(Szarvas, 2004)**

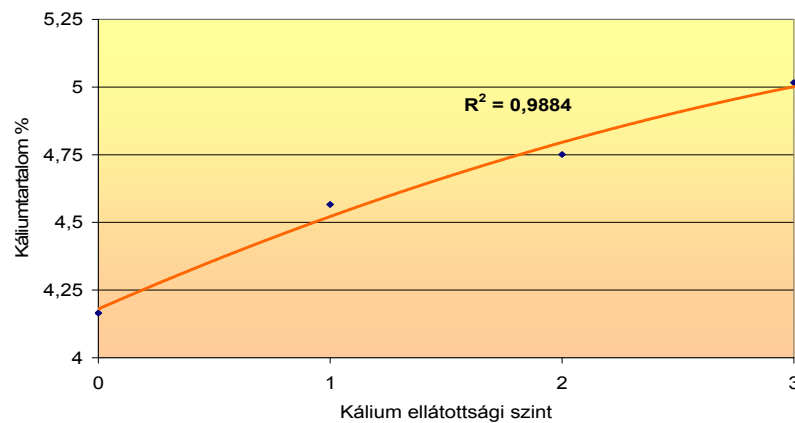
Kezelés jele	K-tartalom %					
	Tenyészedő napjai a keléstől					
	31	45	59	74	89	103
<b>N<sub>0</sub></b>	4,04	4,20	3,33	2,26	2,36	1,31
<b>N<sub>1</sub></b>	3,35	2,90	2,55	2,08	2,04	1,44
<b>N<sub>2</sub></b>	3,80	3,23	3,36	2,52	1,99	1,61
<b>N<sub>3</sub></b>	4,04	4,93	3,50	2,46	2,39	1,60
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	4,20	3,90	3,36	2,32	2,14	1,69
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	4,40	5,43	3,63	2,67	2,37	1,81
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	4,32	3,89	3,53	2,56	2,28	1,69
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	3,77	4,11	3,21	2,00	2,03	1,60
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	4,48	4,15	3,20	2,58	2,23	1,31
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	4,30	3,68	3,17	2,29	1,61	1,47
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	4,50	3,60	3,61	2,23	2,15	1,53
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	3,77	3,59	3,75	2,72	1,82	1,51
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	4,28	4,75	4,29	2,69	2,14	1,41
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	4,19	4,15	3,70	2,33	2,41	1,78
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	5,10	3,71	3,15	2,13	1,73	1,78
<b>Átlag</b>	4,17	4,11	3,42	2,39	2,11	1,57
<b>%</b>	100	99	82	57	51	38



**32. ábra. A földfeletti növényi részek káliumtartalma a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**



**33. ábra. A növényi káliumtartalom változása a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**



**34. ábra. Összefüggés a silócirok K-ellátottsága és K-tartalma közötti a tenyésztő 30. napján (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**

## 5.8. Káliumfelvétel

A silócirok káliumfelvétele a kezelések átlagában a tenyészidőszak 30. napjáig 2002-ben  $58 \text{ kg ha}^{-1}$  értéket ért el, míg 2003-ban  $133 \text{ kg ha}^{-1}$ , 2004-ben pedig  $17 \text{ kg ha}^{-1}$  értékeket mértünk. A felvétel maximumánál átlagosan mintegy  $250\text{-}300 \text{ kg ha}^{-1}$  K-felvételt regisztráltunk. A tápanyagellátottság K-felvitelére gyakorolt hatásáról a 26., 27. és 28. táblázatok elemzésével alkothatunk képet. Tapasztalataink szerint a nagy hozamú parcellák állománya vett fel több káliumot a talajból. A csak N-trágyázott kezelésekben a kontrollhoz képest javuló N-ellátottság az egyes kísérleti években 15-35%-kal növelte a cirok káliumfelvitelét a felvitel maximumánál ( $N_0\text{-}N_1\text{-}N_2\text{-}N_3$ ). A  $K_0$  parcellák talajának  $206\text{-}229 \text{ mg kg}^{-1}$  AL- $K_2O$  tartalma jó ellátottsági szintet képvisel. Az ehhez képest adagolt növekvő adagú káliumtrágyázás, ahogyan azt az előzőekben is kifejtettük, a növényi szövetek káliumtartalmának növekedését eredményezte, azonban nem okozott érdemi növekedést sem a zöld-, sem pedig a szárazanyag hozamban. Az alacsonyabb hozam, a szárazanyag magasabb K-tartalma ellenére sem eredményezett nagyobb mértékű káliumfelvitelt ( $N_1\text{-}N_1K_2$ , valamint  $N_2\text{-}N_2K_3$ ). A 2003-as és 2004-es években számos esetben előfordult, hogy a K-felvitel maximumát nem a vialszeretségben, hanem korábban, a szárbaindulás végén regisztráltuk. Az ezt követően észlelt akár 20%-os csökkenést - amint arra KÁDÁR és LÁSZTITY(1979) is rámutat - a növény gyökérzetén keresztül történt káliumleadásnak tulajdonítottuk. Kísérleti eredményeink szerint a foszforral kiegészített nitrogén műtrágyázás hatására esetenként elért tendencia jellegű hozamnövekedés statisztikailag is igazolhatóan nagyobb káliumfelvitelt eredményezett ( $N_1\text{-}N_1P_1$ ;  $N_2\text{-}N_2P_3$ ). A 35. ábra kezelésenként szemlélteti a cirok K-felvitelét. A diagramon látható, hogy a javuló N-ellátottság jelentős K-felviteli többletet generál, valamint a foszfor kiegészítés is további felvitel növekedést jelent  $P_2$  foszfor ellátottsági szintig. A cirok különböző fejlődési fázisaiban mért káliumfelvitelt mutatja be a 36. ábra. A bokrosodás fázisáig  $70 \text{ kg ha}^{-1}$  káliumot vett fel a növény, majd ezt követően a szárbaindulás során a felvitel elérte a  $237 \text{ kg ha}^{-1}$  értéket. A generatív fázisban a K-felvitel lényegesen mérsékeltebb volt. A három kísérleti év átlagában a K-felvitel  $270 \text{ kg ha}^{-1}$  -on tetőzött. A kálium felvitel dinamikáját a 37. ábrán mutatjuk be. Jól látszik a 2003-as évet jellemző görbe lefutásán, hogy a cirok már a tenyészidőszak 60. napjára befejezte szárbaindulását, s ezt követően a generatív fejlődési fázisban káliumot adott le a talajba. A három év átlagát jellemző görbén jól

látszik a szárbaindulási fázis végéig intenzív K-felvétel, majd a bugahányás fázisától a már említett mérsékelt felvételi szakasz.

**26. táblázat. A silócirok K-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002)**

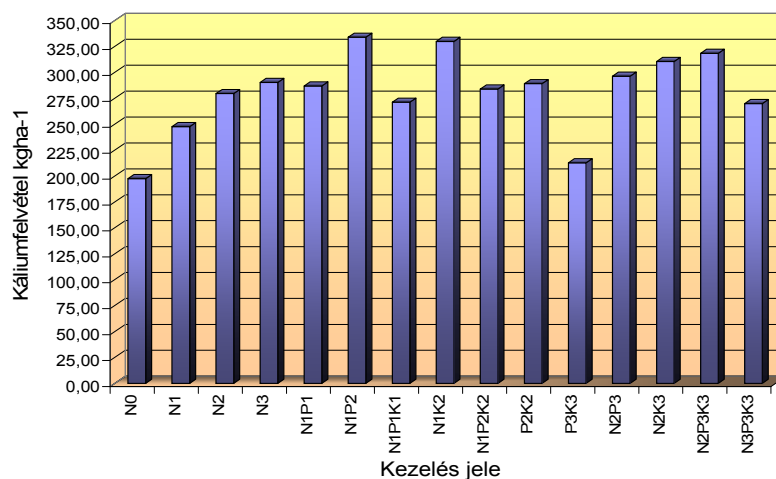
Kezelés jele	K-felvétel kg $ha^{-1}$					
	Tenyésztő napjai a keléstől					
	30	44	62	72	85	106
N <sub>0</sub>	52,7	58,8	97,4	145,2	156,6	175,6
N <sub>1</sub>	59,9	86,2	118,6	163,0	221,3	234,5
N <sub>2</sub>	49,8	82,0	119,1	239,3	243,8	245,9
N <sub>3</sub>	65,6	92,1	118,0	171,5	202,7	262,7
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	44,4	84,6	123,3	186,2	238,6	281,2
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	65,0	116,5	127,3	177,4	245,65	327,5
P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	71,6	79,9	136,5	145,1	163,8	252,3
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	41,2	99,2	180,0	262,8	271,7	301,0
N <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	53,8	96,4	102,6	164,5	195,4	215,7
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	67,3	79,9	133,0	176,6	220,1	245,0
P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	60,6	67,5	107,7	142,5	162,0	178,8
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	51,3	72,0	134,8	190,3	227,5	280,2
N <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	71,4	90,9	147,5	167,9	170,1	229,9
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	58,9	66,7	163,4	165,4	166,9	256,8
N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	54,4	98,8	121,8	190,1	216,6	247,4
SzD <sub>5%</sub>	5,6	4,9	7,9	15,0	16,6	18,8
Átlag	57,9	84,8	128,7	179,2	204,1	249,0
%	23	34	51	71	81	100

**27. táblázat. A silócirok K-felvétele a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2003)**

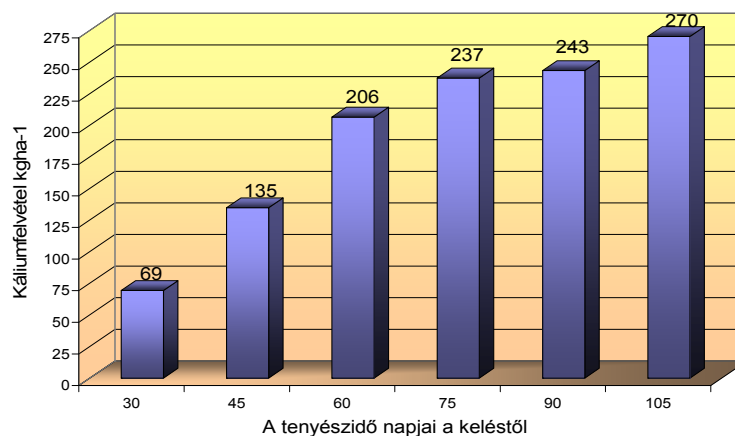
Kezelés jele	K felvétel kg $ha^{-1}$				
	A tenyésztő napjai a keléstől				
	33	47	61	75	92
<b>N<sub>0</sub></b>	68,8	142,5	150,1	216,6	147,5
<b>N<sub>1</sub></b>	88,4	183,0	193,1	201,7	261,6
<b>N<sub>2</sub></b>	113,9	179,9	282,3	224,7	218,9
<b>N<sub>3</sub></b>	118,3	191,7	299,5	267,2	158,5
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	144,0	187,6	266,3	201,4	240,4
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	117,8	171,0	328,2	261,2	165,2
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	113,7	178,5	299,0	309,3	268,4
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	179,6	320,7	386,2	372,9	228,0
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	135,3	196,3	293,9	299,0	242,7
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	190,6	276,7	387,0	308,9	264,3
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	150,8	140,5	221,3	207,3	169,1
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	115,0	206,2	326,6	200,8	234,2
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	123,1	202,7	358,2	281,2	211,2
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	200,1	217,6	308,0	322,3	282,4
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	142,6	179,3	302,9	183,3	196,4
<b>SzD 5%</b>	48,8	42,6	57,9	64,7	69,3
<b>Átlag</b>	133,5	198,3	293,2	257,2	219,2
<b>%</b>	45	68	100	88	75

**28. táblázat. A silócirok K-felvétele a tenyésztő folyamán  
(Szarvas, 2004)**

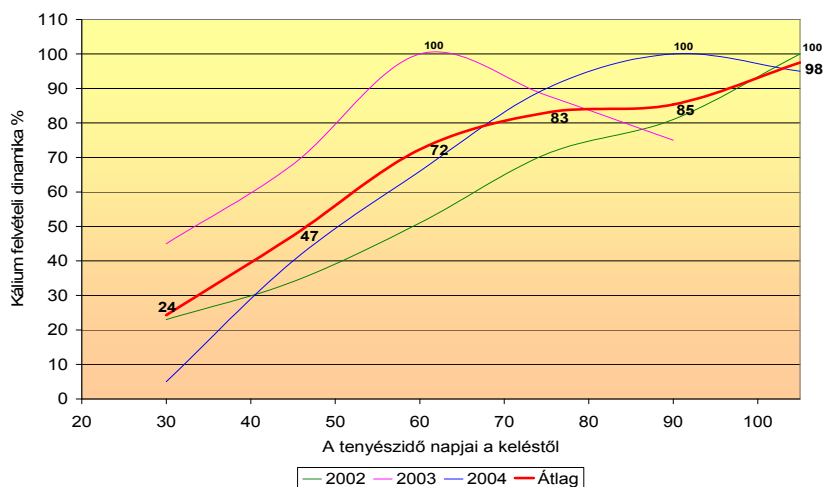
Kezelés jele	K-felvétel kg $ha^{-1}$					
	Tenyésztő napjai a keléstől					
	31	45	59	74	89	103
<b>N<sub>0</sub></b>	10,5	79,4	162,8	227,8	266,9	188,9
<b>N<sub>1</sub></b>	14,4	100,6	169,1	237,3	315,6	280,1
<b>N<sub>2</sub></b>	17,9	121,1	228,5	309,0	310,2	342,9
<b>N<sub>3</sub></b>	20,2	209,0	268,8	354,2	309,6	347,2
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub></b>	18,1	124,4	177,4	261,2	313,1	327,9
<b>N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub></b>	18,5	136,8	194,6	295,0	345,8	339,7
<b>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	16,9	79,4	160,3	271,9	262,2	236,6
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub></b>	17,0	127,8	219,6	256,0	302,5	331,8
<b>N<sub>1</sub>K<sub>2</sub></b>	19,3	148,6	197,4	308,3	342,1	261,1
<b>N<sub>1</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub></b>	18,5	117,8	207,6	249,6	235,4	284,4
<b>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	12,2	79,2	144,4	225,2	238,2	199,2
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub></b>	15,1	114,9	247,5	319,6	282,1	310,0
<b>N<sub>2</sub>K<sub>3</sub></b>	18,0	147,7	281,0	322,8	343,5	280,6
<b>N<sub>2</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	16,8	124,5	194,3	259,8	390,4	327,5
<b>N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub></b>	19,4	109,5	159,1	241,8	259,5	316,0
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	2,0	20,9	22,7	30,2	36,5	22,2
<b>Átlag</b>	16,8	121,4	200,8	276,0	306,5	291,6
<b>%</b>	5	40	66	90	100	95



35. ábra. A silócirok káliumfelvétele 15 N-P-K kezelés kombinációjában a 2002-2004-es évek átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



36. ábra. A silócirok káliumfelvétele a tenyésztő folyamán a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)



37. ábra. A silócirok kálium felvételi dinamikája (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)

## 5.9. A silócirok Na-, Ca-, Mg –és mikroelemtartalma

A 29., 30., 31. táblázatban és a 38., 39. ábrákon mutatjuk be a silócirok földfeletti részeinek kezelésátlagban mért Na-, Ca-, Mg- és mikroelemtartalmát (Cu, Zn, Mn, Fe).

Tapasztalataink szerint – és ez megegyezik a szakirodalomban fellelhető adatokkal (ENG, 1965; LOCH, 1992), a cirok szöveteinek Na-tartalma minimális ingadozással a tenyészidőszak végéig állandó volt (2002=0,09%; 2003=0,09%; 2004=0,05%).

A Ca-tartalom az évek átlagában 0,42%-ról 0,22%-ra csökkent, míg a Mg-tartalom az előzőhöz nagyon hasonló módon 0,41%-ról 0,21%-ra csökkent a betakarításig.

A mikroelemek közül a réz-, cink-, mangán- és vastartalmat vizsgáltuk. A cirok réztartalma 2002-ben csak kis mértékben, 7,5 mgkg<sup>-1</sup>-ről 5,8 mgkg<sup>-1</sup>-ra csökkent, 2003-ban 9 mgkg<sup>-1</sup>-ről 5,2 mgkg<sup>-1</sup>-ra, míg 2004-ben 11,6 mgkg<sup>-1</sup>-ről 6,3 mgkg<sup>-1</sup>-ra mérséklődött.

A Zn egyike a kiemelten fontos mikrotápelemeknek, ahogyan azt LÁSZTITY (1996) is kiemeli publikációjában, s megjegyzi, hogy teljes érettségben a szem kétszeres Zn-tartalmat mutatott a szárral szemben.

A kezdeti Zn-tartalom kísérletünkben 2002-ben csupán 8 mgkg<sup>-1</sup>-al csökkent a betakarításig (28,9 mgkg<sup>-1</sup>-ről 23,4 mgkg<sup>-1</sup>-ra), 2003-ban azonban sokkal nagyobb mértékben, 52 mgkg<sup>-1</sup>-al csökkent a koncentrációja a viaszérettségig (38,4 mgkg<sup>-1</sup>-16,9 mgkg<sup>-1</sup>). 2004-ben is hasonló mértékben 46,6 mgkg<sup>-1</sup>-ről 18,1 mgkg<sup>-1</sup>-ra csökkent a Zn-koncentráció.

A növény mangántartalma 2002-ben a virágzásig nőtt, majd a betakarításig a kiindulási szintre állt vissza a koncentrációja. 2003-ban a betakarításig 40%-kal csökkent a Mn-tartalom (73 mgkg<sup>-1</sup> - 45 mgkg<sup>-1</sup>), míg 2004-ben csupán 12 %-kal csökkent a kezdeti koncentráció (70 mgkg<sup>-1</sup> - 59 mgkg<sup>-1</sup>).

A mikrotápelemek közül a vasat tartalmazta legnagyobb koncentrációban a cirok. Az egyes kísérleti években 182 mgkg<sup>-1</sup> - 365 mgkg<sup>-1</sup> vastartalmat regisztráltunk a tenyészidőszak kezdetén, ami a betakarításig 50-68%-kal (92-117 mgkg<sup>-1</sup>) csökkent.

29. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelemtartalma a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002)

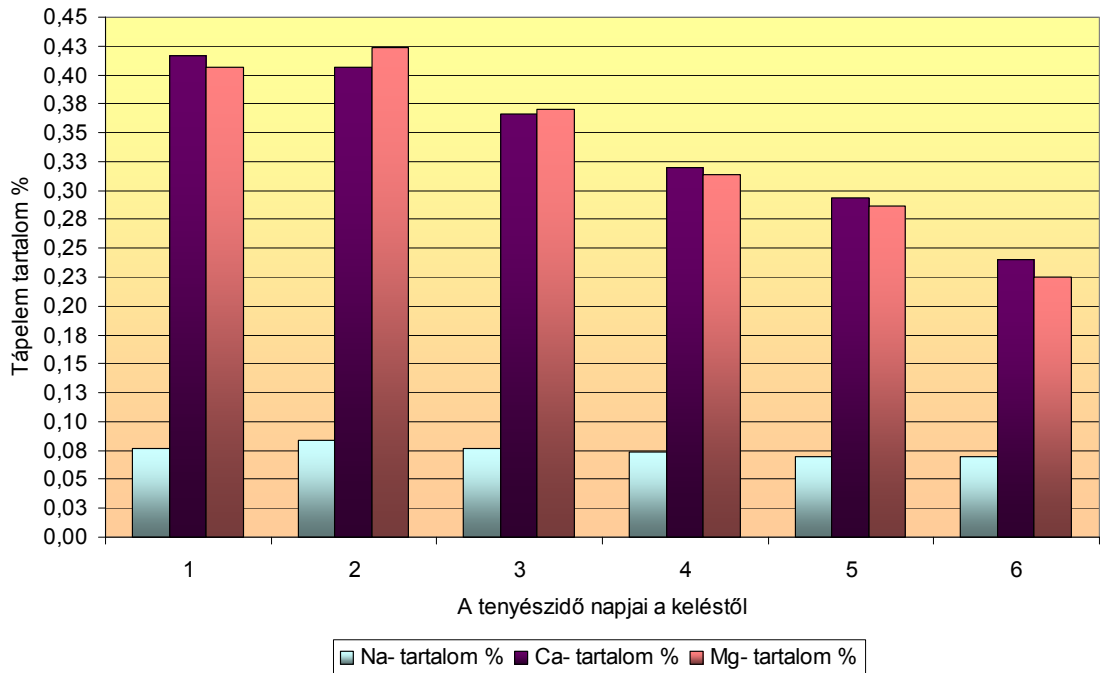
Tápelem	A földfeletti növényi részek tápelemtartalma (%;mgkg <sup>-1</sup> )					
	A tenyésztő napjai a keléstől					
	30	44	62	72	85	106
Na (%)	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09
Ca (%)	0,33	0,33	0,34	0,30	0,26	0,22
Mg (%)	0,30	0,46	0,40	0,30	0,26	0,22
Cu (mgkg <sup>-1</sup> )	7,50	7,85	8,50	6,83	5,90	5,78
Zn (mgkg <sup>-1</sup> )	28,91	37,60	35,60	30,36	26,40	23,43
Mn (mgkg <sup>-1</sup> )	43,72	69,00	97,30	61,22	57,72	52,00
Fe (mgkg <sup>-1</sup> )	182,33	157,13	161,50	227,70	115,00	91,90

30. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelemtartalma a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2003)

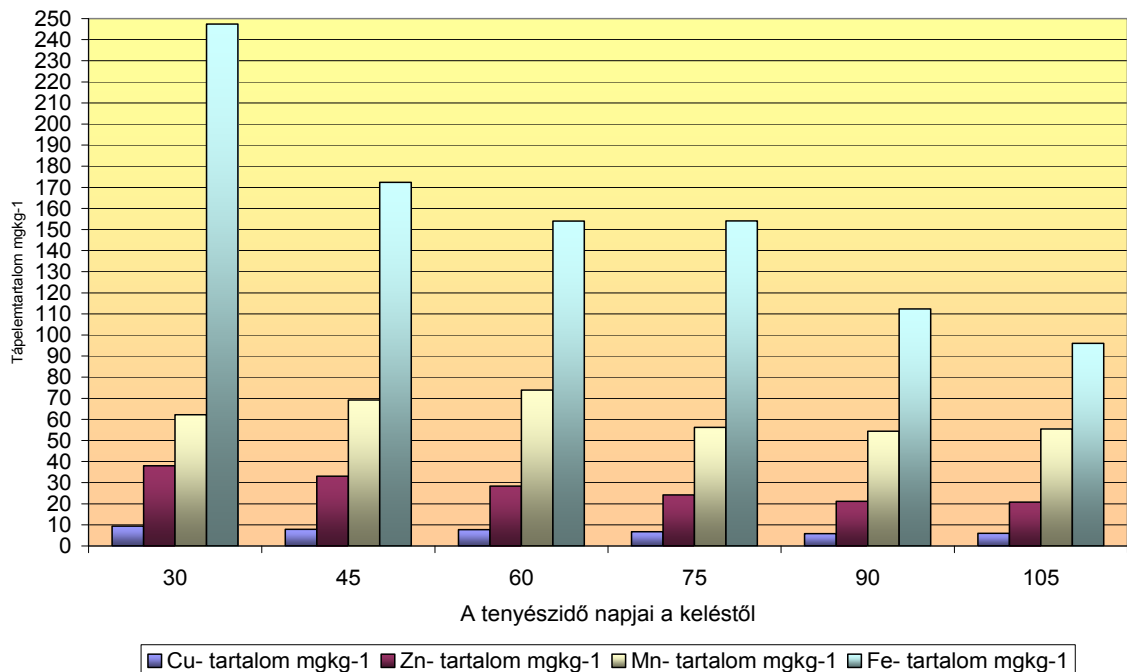
Tápelem	A földfeletti növényi részek tápelemtartalma (%;mgkg <sup>-1</sup> )				
	A tenyésztő napjai a keléstől				
	33	47	61	75	92
Na (%)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08
Ca (%)	0,37	0,43	0,40	0,34	0,32
Mg (%)	0,49	0,46	0,36	0,32	0,32
Cu (mgkg <sup>-1</sup> )	9,00	8,16	7,80	6,60	5,20
Zn (mgkg <sup>-1</sup> )	38,40	30,00	25,90	21,90	16,90
Mn (mgkg <sup>-1</sup> )	73,30	71,70	59,10	45,30	44,90
Fe (mgkg <sup>-1</sup> )	365,00	183,00	163,00	119,00	117,00

31. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelemtartalma a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2004)

Tápelem	A földfeletti növényi részek tápelemtartalma (%; mgkg <sup>-1</sup> )					
	A tenyésztő napjai a keléstől					
	31	45	59	74	89	103
Na (%)	0,05	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05
Ca (%)	0,55	0,46	0,36	0,32	0,30	0,26
Mg (%)	0,43	0,35	0,35	0,32	0,28	0,23
Cu (mgkg <sup>-1</sup> )	11,61	7,50	6,80	6,60	6,40	6,30
Zn (mgkg <sup>-1</sup> )	46,57	31,50	23,70	20,40	20,10	18,10
Mn (mgkg <sup>-1</sup> )	69,59	66,70	65,10	62,00	60,70	59,00
Fe (mgkg <sup>-1</sup> )	195,00	177,00	137,40	115,40	105,20	100,20



**38. ábra. A silócirok Na-, Ca- és Mg-tartalma a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**



**39. ábra. A silócirok mikroelemtartalma a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**

## 5.10. A silócirok Na-, Ca-, Mg –és mikroelemfelvétele

A silócirok átlagos Na-, Ca-, Mg- és mikroelem-felvételének (Cu, Zn, Mn, Fe). adatait a 32., 33., 34. táblázatok tartalmazzák. Mivel az előző fejezetekben részletesen bemutattam a cirok nitrogén-, foszfor- és káliumfelvételét, itt ezzel nem kívánok foglalkozni, a teljesség kedvéért azonban említjük meg, hogy a kezelések átlagában az egyes kísérleti években elért 53-59  $\text{tha}^{-1}$  zöldhozamhoz a cirok felvett mintegy 260  $\text{kgha}^{-1}$  nitrogént, 57  $\text{kgha}^{-1}$  foszfort és 270  $\text{kgha}^{-1}$  káliumot.

Tény, hogy a cirokfélék esetében jelentősen kevesebb tápanyagot kell pótolnunk a trágyázás révén, mint amennyit kivonnak a talajból, erőteljes, mélyreható gyökérzetük révén. E gyökérzetnek köszönhető, hogy a takarmánycirok jól hasznosítja a mélyre mosódott N-t és K-t, ezáltal megakadályozzák a talajvízbe jutását és ez környezetvédelmi szempontból is előnyös (PERNIOLA et al., 1999).

Az említett zöldhozam eléréséhez a három év átlagában felvett még 13,4  $\text{kgha}^{-1}$  nátriumot, 44  $\text{kgha}^{-1}$  kalciumot, 43  $\text{kgha}^{-1}$  magnéziumot, 0,1  $\text{kgha}^{-1}$  rézet, 0,38  $\text{kgha}^{-1}$  cinket, 1  $\text{kgha}^{-1}$  mangánt és 1,74  $\text{kgha}^{-1}$  vasat.

Az említett tápelem felvételi tendenciákat a 40. és 41. ábrák szemléltetik. Az oszlopdiagramon jól látszik, hogy mind kalciumból, mind magnéziumból azonos mennyiséget igényel a növény és a felvétel üteme is hasonló. A virágzás – megtermékenyülés időszakáig intenzíven nő a Ca és Mg felvétel, majd az érés időszakában a felvétel üteme mérséklődik.

Na-ból lényegesen kevesebbet igényel a cirok, a felvett mennyiséget azonban egyenletesen, a tenyészidőszak végéig nagyjából azonos ütemben vonja ki a talajból.

A réz- és cink igénynél nagyobb a cirok mangán – és vas igénye. A Cu, Zn, Mn felvétele egyenletes a tenyészidőszak végéig, míg a vas felvétel a virágzást követően mérséklődött.

32. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelem-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002)

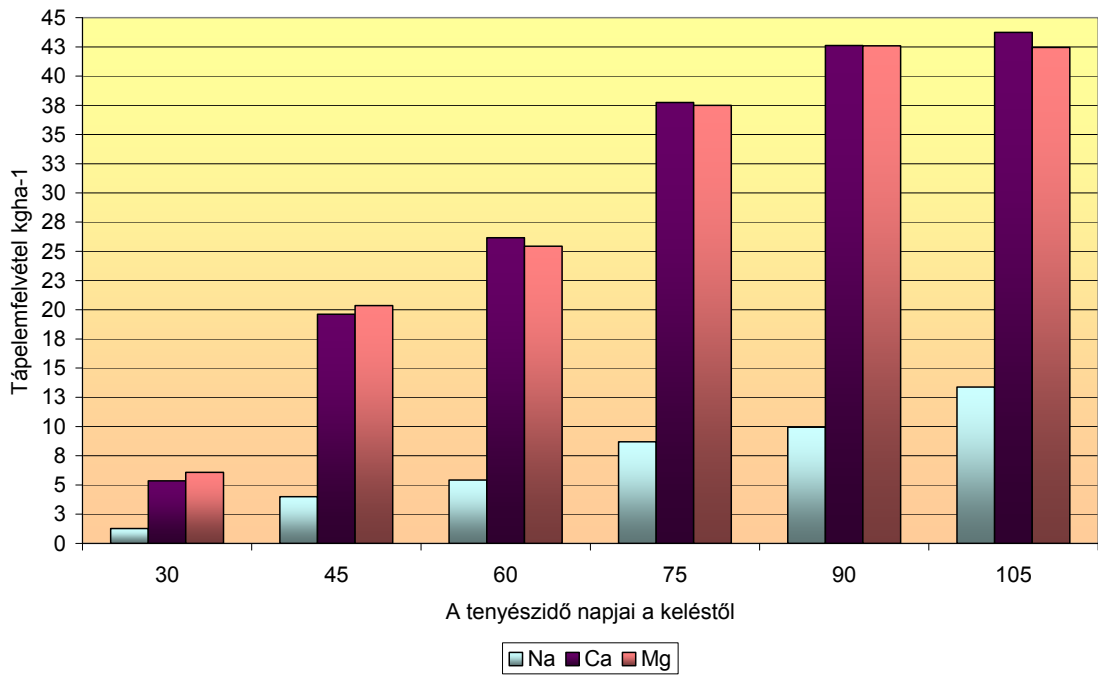
Tápelem	Tápelemfelvétel kg ha <sup>-1</sup>					
	A tenyésztő napjai a keléstől					
	30	44	62	72	85	106
Na	1,30	2,30	4,20	7,00	10,00	17,50
Ca	4,40	7,40	14,00	21,00	27,00	39,00
Mg	4,00	10,30	17,00	24,00	30,00	42,00
Cu	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,10
Zn	0,04	0,08	0,15	0,22	0,26	0,40
Mn	0,05	0,15	0,42	0,44	0,60	0,90
Fe	0,25	0,35	0,69	1,62	1,13	1,62

33. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelem-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2003)

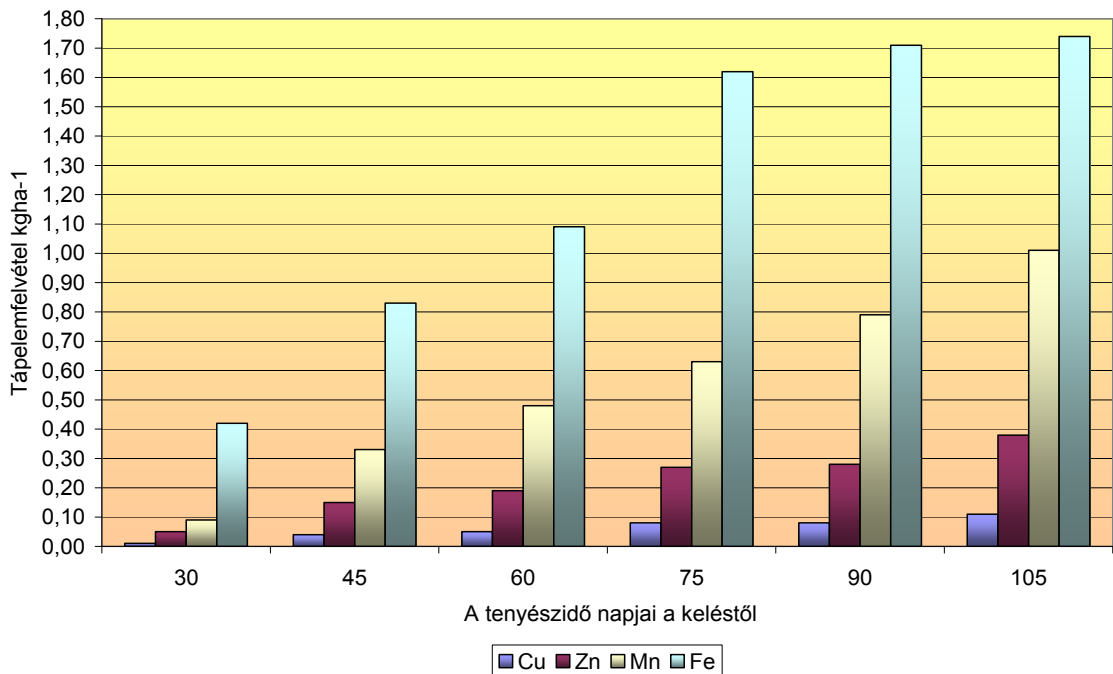
Tápelem	Tápelemfelvétel kgha <sup>-1</sup>				
	A tenyésztő napjai a keléstől				
	33	47	61	75	92
Na	2,30	7,90	9,70	14,6	14,30
Ca	9,40	37,50	43,00	55,00	57,00
Mg	12,50	40,20	38,80	51,80	57,40
Cu	0,02	0,07	0,08	0,10	0,09
Zn	0,09	0,26	0,28	0,35	0,30
Mn	0,19	0,63	0,64	0,73	0,89
Fe	0,93	1,59	1,76	1,92	2,46

34. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelem-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2004)

Tápelem	Tápelemfelvétel kgha <sup>-1</sup>					
	A tenyésztő napjai a keléstől					
	31	45	59	74	89	103
Na	0,20	1,80	2,35	4,60	5,80	9,30
Ca	2,20	13,90	21,20	36,90	43,60	48,30
Mg	1,70	10,60	20,60	36,90	40,70	42,70
Cu	0,004	0,02	0,04	0,08	0,09	0,12
Zn	0,02	0,10	0,14	0,23	0,29	0,34
Mn	0,03	0,20	0,38	0,71	0,88	1,09
Fe	0,08	0,54	0,81	1,33	1,53	1,86



**40. ábra. A silócirok Na-, Ca- és Mg-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**



**41. ábra. A silócirok mikroelem-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**

### 5.11. A silócirok tápanyagigénye

A 35. táblázatban a silócirok hektáronkénti és fajlagos tápelemfelvételét mutatjuk be optimális tápelem-ellátottsági szinten.

**35. táblázat. A silócirok hektáronkénti és fajlagos tápelemfelvétele  
(Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga)**

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

\* grammban kifejezve

A vizsgálatok szerint a kísérleti évek átlagában a legnagyobb zöldtermést produkáló kezelésben az átlagot mintegy 20%-kal felülmúló terméseredményhez arányosan 20%-kal több tápanyagot vett fel a cirok, így a fajlagos tápanyagfelvétel az átlaggal azonos módon alakult.

A legkisebb hozammal jellemezhető parcellákban a kezelésátlagnál 10-15 %-kal alacsonyabb terméshozam eléréséhez az átlagoshoz hasonló fajlagos tápelemfelvételt mértünk.

Kísérleti eredményeink szerint a változó N-P-K-ellátottság alapvetően nem befolyásolta az egységnyi hozam előállításához felvett tápanyag mennyiségét, a tápanyagellátottság hozamra gyakorolt hatásán keresztül azonban nagymértékben befolyásolta a hektáronkénti tápanyagigényt.

## 6. KÖVETKEZTETÉSEK

### *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.
- 2002 és 2004-ben a  $80 \text{ kgha}^{-1}$  N-trágyázás a kontrollhoz képest szignifikáns hozamnövekményt eredményezett. A N-trágyaadag további növelése már nem eredményezett statisztikailag igazolható zöldtömeg gyarapodást. 2003-ban a  $160 \text{ kgha}^{-1}$  adagú N-trágyázás eredményezett a kontrollhoz képest szignifikáns zöldhozam növekedést. A túlzott N-ellátottság ( $240 \text{ kgha}^{-1}$ ), a talaj felső 60 cm-es rétegének  $200 \text{ kgha}^{-1}$ -os  $\text{NO}_3\text{-N}$  tartalma felett termésdepressziót okozott. A  $240 \text{ kgha}^{-1}$  N-trágyaadag, a talaj  $206 \text{ kgha}^{-1}$   $\text{NO}_3\text{-N}$  ellátottsági szintjén termésdepressziót okozott.
- A foszforellátottság  $120\text{-}136 \text{ mgkg}^{-1}$  AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  tartományában a növekvő P-szint általában nem eredményezett szignifikáns különbséget a zöldtömegben. Kivételt képez ezalól a 2003-as évjárat, amikor  $222 \text{ mgkg}^{-1}$  AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  szinten megbízhatóan nagyobb zöldtermést kaptunk a gyengébb P-ellátottságú kezelések terméséhez képest.
- A művelt réteg  $205\text{-}465 \text{ mgkg}^{-1}$  AL- $\text{K}_2\text{O}$  intervallumában K-ellátottság szintje statisztikailag igazolhatóan a hozamot nem befolyásolta.
- A túlzott P- és K-ellátottság - N-trágyázás nélkül - a zöldtermést csökkentette a termésmaximumhoz képest.

### *Szárazanyaghozam*

- Mindhárom kísérleti évben a viaszérés végére érte el a silócirok szárazanyag hozamának maximumát, a három kísérleti év és a kezelések átlagában több mint  $18 \text{ tha}^{-1}$ -t.

- A szárazanyag-beépülés fő időszaka a tenyészidőszak utolsó harmada, hiszen ez alatt képződött a cirok szárazanyag tömegének közel 60 %-a.
- 80 kg $ha^{-1}$ -os N-trágyázás hatására a kontrollhoz képest 3-5  $tha^{-1}$  -ral megbízhatóan növekedett a szárazanyagtömeg mindhárom kísérleti évben. A N-ellátottság javulása már további szignifikáns hozamnövekedést nem eredményezett.
- A P-ellátottság 120-360  $mgkg^{-1}$  AL- $P_2O_5$  és a K-ellátottság 205-465  $mgkg^{-1}$  AL- $K_2O$  szintjén jelentős P -és 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.

#### *Cukortartalom, cukortermés*

- Virágzáskor és a viaszérés kezdetén a cukortartalom közel azonos volt, maximumát a viaszérés végén érte el.
- A hektáronkénti cukortermés maximumát a viaszérés végén mértük.
- A túlzott N-ellátottság a cukortartalmat mintegy 20%-kal statisztikailag igazolhatóan csökkenti.
- A kísérleti évek átlagában a 80 kg $ha^{-1}$  -os N-trágyázásnál a cukorhozam maximumának (6,75  $tha^{-1}$ ) 98%-át értük el. A túlzott N-ellátottság a cukorhozamot szignifikánsan csökkentette (5,80  $tha^{-1}$ ).

#### *Tápelemtartalom, tápelemfelvétel*

- A növény N-, P- és K-tartalma az N-, P- és K-ellátottság javulásával nőtt.
- A nitrogént folyamatosan, a tenyészidő végéig veszi fel a növény.
- A foszfort a legintenzívebben a tenyészidőszak elején, majd a generatív fázisban veszi fel a cirok, a felvétel maximuma a viaszérettségben 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 csökkent.
- A kezdeti fejlődés (30 nap) tápelemkoncentráció értékéhez képest a szárazanyagfelhalmozást kísérő koncentráció hígulás a N, Fe és K esetében 54-68 %-os, a Ca, Mg Cu, P, Zn esetében 35-45%-os, míg a Mn-tartalom csökkenése csupán 12%-os volt. A Na tartalom a viaszérés végéig állandó maradt.

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

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

\* grammban kifejezve

- A vizsgálatok szerint a legjobb és leggyengébb hozamú kezelések fajlagos tápanyagigénye alig tér el a kezelések átlagában meghatározott fajlagos N-P-K tápelemfelvételi értékektől.

### *Évjáráthatás*

A 2002-es évjáratban - amikor a vetésig a sokévi átlagos csapadékmennyiségnek csupán mintegy 40%-a hullott és júniusig meghatározó volt a talaj aszály -, látszik legszembetűnőbben a cirokra jellemző lassú kezdeti fejlődés, mérsékelt szárazanyagfelhalmozási dinamika és kevésbé dinamikus tápelemfelvétel. Ekkor 85 nap alatt 55,47 tha<sup>-1</sup> zöldhozamot mértünk.

2003-ban a szárazság miatt újra kellett vetni a cirkot. Ekkor – az öntözés biztosította megfelelő vízellátottság és a kezdeti fejlődés magasabb hőmérsékleti viszonyai hatására - nagyon intenzíven fejlődött az állomány és dinamikusabb tápanyagfelvételt tapasztaltunk, azonban a rövidebb tenyészidő miatt kissé alacsonyabb átlagos zöldtermést (53,47 tha<sup>-1</sup>) mértünk.

A 2004-es, átlagos csapadék és hőmérsékleti viszonyokkal jellemezhető évjárat mutatta meg, hogy hogyan fejlődik a cirok a fajra jellemző módon hazánkban, időjárási szélsőségek nélkül. Ebben az évben is lassú kezdeti fejlődést tapasztaltunk, s a tenyészidő folyamán a cirok növekedésdinamikája a három év átlagát reprezentáló görbéhez hasonló lefutású volt. A hűvösebb, csapadékos viszonyok mellett nem tapasztaltunk zöldtömeg csökkentést a növények leszáradása miatt és a 103. napon  $59,55 \text{ t ha}^{-1}$ -on érte el maximumát zöldhozam.

## 7. 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  $40\text{-}60 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $80 \text{ kg ha}^{-1}$ -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 termés hozamot, 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 termés hozamát 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 gyakorlatához 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  $56,16 \text{ tha}^{-1}$  termés hozamot 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.

## 8. A GYAKORLAT SZÁMÁRA HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

1. Közepes N-ellátottságú csernozjom réti talajon  $80 \text{ kg ha}^{-1}$ -os N-trágyázással a termésmaximum  $85-90 \%$ -át el lehet érni mind zöld-, mind szárazanyaghozamban ( $55-60 \text{ tha}^{-1}$  zöld-,  $20 \text{ tha}^{-1}$  szárazanyaghozam). Ezen az ellátottsági szinten a szárlé cukortartalma  $15\%$  körül alakul, a hektáronkénti cukorhozam pedig mintegy  $6,5 \text{ tha}^{-1}$ .
2. A talaj művelt rétegének  $120 \text{ mg kg}^{-1}$  AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  –tartalma a silócirok számára jó ellátottsági szintnek felel meg, ahol a P-trágyázás még nem indokolt.
3. A kontroll parcellák  $200-230 \text{ mg kg}^{-1}$  AL- $\text{K}_2\text{O}$  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 ( $50-55 \text{ tha}^{-1}$ ) képes megteremni.

## 9. ÖSSZEFOGLALÁS

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 villamos energia előállítási technológia” kutatási projekteken. Mezőgazdaságtudományi Intézetünkre részben a cukorcirok típusú silócirok tápanyagellátásának vizsgálata hárult. Kutatási feladatunk volt a tápanyagellátás hatásának vizsgálata a silócirok tenyészidő alatti tápelemfelvételére, szárazanyag-felhalmozására, zöldtermésére és cukorhozamára.

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 növényvel, kiterített vetésforgóban. A silócirok a tartamkísérletben 2001-2005 között szerepelt, előveteménye rostkender volt. Dolgozatomban a 2002-2004-es kísérleti évek adatai szerepelnek, melyek alapján az alábbi főbb következtetések tehetők:

### *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. A három kísérleti évben a zöldhozam maximumaként kezelésátlagban  $56,16 \text{ t ha}^{-1}$  terméshozamot mértünk.
- 2002 és 2004-ben a  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  – míg 2003-ban a  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  adagú N-trágyázás eredményezett a kontrollhoz képest szignifikáns hozamnövekedést. A N-trágyaadag további növelése már nem eredményezett statisztikailag igazolható zöldtömeg gyarapodást. A túlzott N-ellátottság ( $240 \text{ kg ha}^{-1}$ ), a talaj felső 60 cm-es rétegének  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ -os  $\text{NO}_3\text{-N}$  tartalma felett termésdepressziót okozott.
- A foszforellátottság  $120\text{-}136 \text{ mg kg}^{-1}$  AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  tartományában a növekvő P-szint általában nem eredményezett szignifikáns különbséget a zöldtömegben. Kivételt képez ezalól a 2003-as évjárat, amikor  $222 \text{ mg kg}^{-1}$  AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  szinten megbízhatóan nagyobb zöldtermést kaptunk a gyengébb P-ellátottságú kezelések terméséhez képest.

- A művelt réteg 205-465 mgkg<sup>-1</sup> AL-K<sub>2</sub>O intervallumában K-ellátottság szintje statisztikailag igazolhatóan a hozamot nem befolyásolta.
- A túlzott P- és K-ellátottság - N-trágyázás nélkül - a zöldtermést csökkentette a termésmaximumhoz képest.

#### *Szárazanyaghozam*

- Mindhárom kísérleti évben a viaszérés végére érte el a silócirok szárazanyag tömegének maximumát, a három kísérleti év és a kezelések átlagában több mint 18 tha<sup>-1</sup> hozamot mértünk.
- A szárazanyag-beépülés fő időszaka a tenyészidőszak utolsó harmada, hiszen ez alatt képződött a cirok szárazanyag tömegének közel 60 %-a.
- 80 kgha<sup>-1</sup>-os N-trágyázás hatására a kontrollhoz képest 3-5 tha<sup>-1</sup>-ral megbízhatóan növekedett a szárazanyagtömeg mindhárom kísérleti évben. A N-ellátottság további javulása szignifikáns hozamnövekedést már nem eredményezett.
- A P-ellátottság 120-360 mgkg<sup>-1</sup> AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és a K-ellátottság 205-465 mgkg<sup>-1</sup> AL-K<sub>2</sub>O szintjén jelentős P-és K-hatás a silócirok szárazanyag hozamában nem volt kimutatható. Csernozjom réti talajon a 120 mgkg<sup>-1</sup> AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 200 mgkg<sup>-1</sup> AL-K<sub>2</sub>O ellátottság a silócirok számára a jó szintet jelenti.

#### *Cukortartalom, cukortermés*

- A cukortartalom és a hektáronkénti cukortermés maximális értékét a viaszérés végén éri el.
- A túlzott N-ellátottság a cukortartalmat statisztikailag igazolhatóan csökkenti.
- A kísérleti évek átlagában a 80 kgha<sup>-1</sup> -os N-trágyázásnál a cukorhozam maximumának (6,75 tha<sup>-1</sup>) 98%-át érték el. A túlzott N-ellátottság a cukorhozamot szignifikánsan csökkentette.

#### *Tápelemtartalom, tápelemfelvétel*

- A növény N-, P- és K-tartalma az N-, P- és K-ellátottság javulásával nőtt.
- A nitrogént folyamatosan, a tenyészidő végéig veszi fel a növény.
- A foszfort a legintenzívebben a tenyészidőszak elején, majd a generatív fázisban veszi fel a cirok, a felvétel maximuma a viaszérettségben 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 csökkent.
- A kezdeti fejlődés (30 nap) tápelemkoncentráció értékéhez képest a szárazanyagfelhalmozást kísérő koncentráció hígulás a N, Fe és K esetében 54-68 %-os, a Ca, Mg Cu, P, Zn esetében 35-45%-os, míg a Mn-tartalom csökkenése csupán 12%-os volt. A Na tartalom a viaszérés végéig állandó maradt.
- A kezelések átlagában a tápelemfelvétel és a zöldtömeg maximumánál a cirok tápanyagigénye:

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

\* grammal kifejezve

#### *Évjáráthatás*

- A 2002-es évjáratban - amikor a vetésig a sokévi átlagos csapadékmennyiségnek csupán mintegy 40%-a hullott és júniusig meghatározó volt a talaj aszály -, látszik legszembetűnőbben a cirokra jellemző lassú kezdeti fejlődés, mérsékelt szárazanyagfelhalmozási dinamika és kevésbé dinamikus tápelemfelvétel. Ekkor 85 nap alatt 55,47 tha<sup>-1</sup> zöldhozamot mértünk.
- 2003-ban a szárazság miatt újra kellett vetni a cirkot. Ekkor – az öntözés biztosította megfelelő vízellátottság és a kezdeti fejlődés magasabb hőmérsékleti

viszonyai hatására - nagyon intenzíven fejlődött az állomány és dinamikusabb tápanyagfelvételt tapasztaltunk, azonban a rövidebb tenyészidő miatt kissé alacsonyabb átlagos zöldtermést ( $53,47 \text{ tha}^{-1}$ ) tapasztaltunk.

- A 2004-es, átlagos csapadék és hőmérsékleti viszonyokkal jellemezhető évjárat mutatta meg, hogy hogyan fejlődik a cirok a fajra jellemző módon hazánkban, időjárási szélsőségek nélkül. Ebben az évben is lassú kezdeti fejlődést tapasztaltunk, s a tenyészidő folyamán a cirok növekedésdinamikája a három év átlagát reprezentáló görbéhez hasonló lefutású volt. A hűvösebb, csapadékos viszonyok mellett nem tapasztaltunk zöldtömeg csökkentést a növények leszáradása miatt és a 103. napon  $59,55 \text{ tha}^{-1}$ -on érte el maximumát zöldhozam.

## SUMMARY

The Faculty of Agricultural Water and Environmental Management of Tessedik Sámuel College participated in „The Development of an integrated technological system for environmental application of renewable energy” and in the „Biomass based complex, conjugated heat and electrical energy production technology” projects. The Agricultural sciences Institute investigated the nutrient supply of sweet sorghum. This research investigated the relationship between the nutrient supply and nutrient uptake, dry matter accumulation, green mass, sugar content and sugar yield of sugar type silage sorghum variety Róna 4. In 1989 a long term fertilization experiment was set up on chernozem meadow soil in Szarvas with four different N-P and K-supply levels in total combination of treatments in split split plot design with three replications. One of the four sign plants of the crop rotation was sorghum between 2001 and 2005.

This thesis examines results from the period 2002-2004 and forms the following main conclusions:

### *Green crop*

- The first 45 days after germination (May-June) is the moderated early development phase of sorghum which is followed by a more intensive period of growth, while more than 60% of the aboveground biomass is accumulated in 30 days. Maximum of the average green crop was 56.16  $\text{tha}^{-1}$ .
- In 2002 and 2004 the 80  $\text{kgha}^{-1}$  N-fertilizer dose increased the green mass significantly compared with control, however increased nutrient supply level of the soil did not result in a statistically proven better green crop. In 2003 the 160  $\text{kgha}^{-1}$  N-fertilization led to significant yield increase in comparsion with control plots. The exaggerated N-supply when the N-supply level of the upper 60 cm soil layer was over 200  $\text{kgha}^{-1}$   $\text{NO}_3\text{-N}$ , caused biomass decrease.
- The increasing P-supply compared to the 120-136  $\text{mgkg}^{-1}$  AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  supply level of the control plots usually did not result in significant difference in the green crop, but during the droughty 2003 we observed a significant yield increase at the 222  $\text{mgkg}^{-1}$  AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  supply level of the soil.
- The K-fertilization at the 205-465  $\text{mgkg}^{-1}$  AL- $\text{K}_2\text{O}$  supply level of the upper 60 cm soil layer did not changed the yield significantly.

- The exaggerated P- and K-supply - without N-fertilization - decreased the green crop compared to the maximum of the yield.

#### *Dry matter yield*

- The sweet sorghum reached the maximum of dry matter yield at the wax ripening stage in every experimental year (average of years and treatments: 18  $\text{tha}^{-1}$ ).
- The main period of dry matter accumulation took place in the last third of the growing season, as during this time 60% of the whole dry matter yield of sweet sorghum was developed.
- 80  $\text{kgha}^{-1}$  N-fertilizer dose caused significant 3-5  $\text{tha}^{-1}$  yield increase in comparison with control every year. Further improvement of N-supply did not influence the amount of the dry matter.
- The P- and K-fertilization on the AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  supply level of 120-360  $\text{mgkg}^{-1}$  and on the AL- $\text{K}_2\text{O}$  supply level of 205-465  $\text{mgkg}^{-1}$  did not caused statistically proven effect. The AL- $\text{P}_2\text{O}_5$  supply level of 120 and AL- $\text{K}_2\text{O}$  supply level of 200  $\text{mgkg}^{-1}$  in the upper 60 cm of the soil layer means a good supply level for sweet sorghum.

#### *Nutrient content and uptake*

- The nutrient content of the plant increased as the nutrient supply level of the soil improved.
- Nitrogen uptake of sweet sorghum was uniformly consistent until the end of the growing season.
- The P-uptake was more intensive at the beginning of growing season and during the generative phase. The maximum of the uptake was in the wax ripening stage.
- Results showed that the most intensive K-uptake took place during the shooting, as 60% of the whole K-demand was taken up in this phenophase. The potassium content of plant tissues decreased after flowering.
- In comparison with nutrient content of the sorghum at the early development stage the N-, Fe- and K-content decreased by 54-68%, the Ca-, Mg-, Cu-, P-

and Zn- decreased by 35-45%, and the Mn-content loss was 12%. Na-content was unchanged till harvesting.

- The nutrient demand of sweet sorghum at the optimum supply level is as follows:

<b>Nutrient</b>	<b>Nutrient uptake for 57 tha<sup>-1</sup> green crop (kgha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Specific nutrient uptake (kg10t<sup>-1</sup>, g10t<sup>-1</sup>)</b>
<b>N</b>	253,00	44,00
<b>P</b>	57,00 (130 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	10,00 (22,9 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
<b>K</b>	258,00 (311 kg K <sub>2</sub> O)	45,00 (54 kg K <sub>2</sub> O)
<b>Na</b>	13,40	2,35
<b>Ca</b>	44,00	7,70
<b>Mg</b>	43,00	7,50
<b>Cu</b>	0,10	18,00*
<b>Zn</b>	0,38	66,00*
<b>Mn</b>	1,00	175,00*
<b>Fe</b>	1,74	305,00*

in gramms

#### *Effect of crop years*

- Effect of crop years on green and dry matter yield, and nutrient uptake was obvious during analysis of experimental data.
- In the drought of 2002 a low early development phase and less dynamic nutrient uptake was observed. During this year 55.47 tha<sup>-1</sup> of green crop was measured as an average of the treatments.
- In 2003 owing to the hot and dry spring the plant stand had to be abandoned and resown in the middle of June. In this experimental year – thanks to irrigation and the high temperature – the development of sorghum was very intensive, and the average yield was 53.47 tha<sup>-1</sup> at the 75th day of the growing season.
- The 2004 crop year – which was characterised by average precipitation and temperature – demonstrated how sweet sorghum develops in Hungary without climatic extremity. The vegetation period in this cool, wet crop year was no longer but maximum green crop was 59.55 tha<sup>-1</sup> on the 103th day.

## Irodalomjegyzék

1. AGANGA-AA; AUTLWETSE-MN.: 2000. Utilization of sorghum forage, millet forage, veldt grass and buffel grass by Tswana sheep and goats when fed Lablab purpureus L. as protein supplement. Asian-Australasian-Journal-of-Animal-Sciences. 2000, 13: 8, 1127-1132; 12 ref.
2. ANTAL J: 1983. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
3. ALABUSHEV, A.V.-SHISHKIN, N.V.-GERASIMENKO, G.L.GERASIMENKO, T.V.: 1996. Different methods of harvesting sweet sorghum. Kukuruz a i Sorgo. 1996.No.6. 12-13.
4. ALCONERO, R.-POWELL, P.-ALAMEDA, M.: 1977. Effect of head – bagging on seedborn fungi and seed health. Sorghum Newsletter. 20. 1977. 78-79.p.
5. ALLEN, R.R.-MUSICK, J.T.-DUSEK, D.A.: 1981. Limited tillage and energy use with furrow irrigated grain sorghum. Transactions of the ASAE. 1980. 346-350.p.
6. BÁCS B.: 1972. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
7. BALASUBRAMANIAN, A.-RAMAMOORTHY, K.: 1996. Effect of plant geometry, nitrogen levels and time of harvest on the productivity of sweet sorghum. Madras Agricultural Journal. 1998. publ. 1996. 83:7. 462-463.p. 2. Ref.
8. BALASUBRAMANIAN, A.-RAMAMOORTHY, K.: 1998. Effect of plant population, nitrogen and time of harvest on nutrient uptake and yield of sweet sorghum. Madras Agricultural Journal. 1998. publ. 1999. 85.5-6. 300-301.p. 3. Ref.
9. BÁLINT A.: 1966. Mezőgazdasági növények nemesítése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 377p.
10. BAI A.: 2004. A bioetanol előállítás gazdasági kérdései. Agrártudományi közlemények. 2004/14. 30-38.p.

11. BAJAI J.-BARABÁS Z.: 1962. A takarmánycirok nemesítése és termesztése. (Témadokumentáció). OMGK, Budapest.
12. BAJAI J.-LÁNG G.: 1970. A növénytermesztés kézikönyve I. Mezőgazdasági Kiadó Budapest, 331-342.
13. BÁNYAI L.:1967. Cirok fajtagyűjteményben végzett morfológiai és fenológiai vizsgálatok eredményei. Agrobotanika IX. 155-170p.
14. BARABÁS Z.-FARAGÓ L.: 1981. A hibrid szemescirok. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
15. BARABÁS Z.: 1975. Takarmányozási zsebkönyv. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
16. BARABÁS Z.-BÁNYI E.: 1985. A cirok és a szudánifű. Magyarország kultúrflórája. IX. kötet, 10-11. füzet.
17. BÁRDOSSY A.-JÓZSA L.-TÓTH J.: 1985. A cirok és a szudánifű környezeti igényei és agrotechnikája. In Barabás Z.-Bányai L.: 1985. A cirok és a szudánifű. Magyarország kultúrflórája. IX. 78-82.p.
18. BÁRDOSSY A.: 1985. A cirok és a szudánifű kémiai összetétele (Zöld Növény). In: BARABÁS Z. – BÁNYAI L. :A cirok és a szudánifű. Magyarország Kultúrflórája. IX. kötet, 10-11. füzet
19. BATÁRI G.-BÁCS B.-BÉKI G.-KÓSA L.: 1985. A szemescirok termesztési és hasznosítási technológia. Ócsa HYBAR Takarmánycirok Termelési és Hasznosítási Rendszer.
20. BELAYACHI, L.-DELMAS, M.: 1997. Sweet sorghum bagasse: a raw material for the chemical paper pulp. Effect of depithing.
21. BERÉNYI B.-SZABÓ L.: 2001. Növénytermesztés trópusokon-szubtrópusokon. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 38-44. p.
22. BERGNANN, W.: 1979. Termesztett növények táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
23. BERNARDO, L.M.-CLARK, R.B.:1982. Effect of nitrate/ammonium rations on nutrient solution pH, nitrogen uptake, and dry matter yields of sorghum. Agronomy Abstracts. 74-th Annual Meeting Amer. Soc. of Agronomy Anaheim, California 17.

24. BLESSIN, C.W.-DIMLER, R.J.-WEBSTER, O.J.: 1972. Carotenoids of Corn and Sorghum. II. Carotenoid Loss in Yellow – Endosperm Sorghum Grain During Weathering. *Cereal Chem.* 39.p. 389-392.
25. BLUM, G.F.-ARKIN-JORDAN, W.R.:1977. Sorghum root morphogenesis and growth. I. Effect of Maturity Genes. *Crop Sciences* 17.149-157.p.
26. BOCZ E. (szerk.): 1992. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
27. BOKORI J.-KOVÁCS G.-SCHMIDT J.: 1996. Takarmányozás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 190-191.
28. BOWMAN, R.A.-OLSEN, S.R.: 1982. Effect of calcium sulfate on iron and zinc uptake in sorghum. *Agronomy Journal*, 74. 5. 923-925.
29. BULLARD, R.W.-GARRISON, M.W.-KILBURN, S.R.: 1980. Laboratory comparison of polyphenols and their repellent characteristics in birdresistant sorghum grains. *Journal of Agricult. And Food Chem.* 28. 1006-1011.p.
30. BULAWAYO, B.-BVOCHORA, J.M.-MUZONDO, M.I.-ZVAUYA, R.: 1996. Ethanol fermentation by fermentation of sweet stem sorghum juice using various yeast strains. *World journal of Microbiology and Biotechnology.* 1996. 12:4. 357-360.p. 11.Ref.
31. BUXTON-DR; ANDERSON-IC; HALLAM-A.: 1999. Performance of sweet and forage sorghum grown continuously, double-cropped with winter rye, or in rotation with soybean and maize. *Agronomy-Journal.* 1999, 91: 1, 93-101; 37 ref.
32. BUZÁS I.: 1983. A növénytáplálás zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
33. CAKMAKCI, S.-GUNDUZ, I.-AYDINOGLU, B.-TUSUZ, M.A.: 1999. Effect of different harvesting times on yield and quality of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) silage. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry.* 1999. 23 supplement 3. 603-611.p. 30.Ref.
34. CAPSTICK, D.F.-KEOGH, J.L.-MAPLES, R.: 1962. Grain sorghum fertilization, an economic analysis for selected test sites in eastern Arkansas. *Spec. Rep. Arkansas Agr. Exp. Sta.* 11-28.p.

35. CLEGG, M.D.: 1983. Effect of soyabean on yield and nitrogen response of subsequent sorghum crops. *Field Crop Abstr.* 36.6.108-112.
36. CSAPÓ J.: 1775: The New Hungarian Grose and Flower Garden. In the Types Of Mihály Landerer, Pozsony.
37. CSATHÓ P.-LÁSZTITY B.-SARKADI J.: 1991. Az „évjárat” hatása a kukorica termésére és terméslemeire P-műtrágyázási tartamkísérletben. *Növénytermelés.* Tom. 40. No. 4. 339-351.p.
38. CSATHÓ P.: 2003. Őszi búza P-hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai zsabadföldi kísérletek adatbázisán. *Növénytermelés.* 2005. Tom. 52. No. 6. 679-701.p.
39. CSATHÓ P.: 2005. Kukorica K-hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai zsabadföldi kísérletek adatbázisán. *Növénytermelés.* 2005. Tom. 54. No. 5-6. 447-466.p.
40. CSATHÓ P.: 2005. Őszi búza K-hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai zsabadföldi kísérletek adatbázisán. *Növénytermelés.* 2005. Tom. 54. No. 3. 197-213.p.
41. CSATHÓ P.: 2004. Lucerna P-hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai zsabadföldi kísérletek adatbázisán. *Növénytermelés.* 2004. Tom. 53. No. 1-2. 141-156.p.
42. CSATHÓ P.-RADMINSZKY L.: 2007. A nitrát-direktíva első 15 éve: eredmények, kudarcok és sürgető feladatok az Európai Unióban a környezet agrár eredetű NP-terhelésének csökkentésében. *Növénytermelés.* 2007. Tom. 56. No. 1-2. 83-110.p.
43. DEATHERAGE, W.L.-MCMASTERS, M.M.-RIST, C.E.: 1955. A Partial Survey of Amylose Concent in Strach from Domestic and Foreign Varieties of Cor, Wheat and Sorghum and from some Other Strach –bearing Plants. *Am. Assoc. Cereal Chem. Trans.* 8.p. 31-42.
44. DEGAU, J.: 1979. Utilization of Fertilizer Nitrogen by Fodder Sorghum. *Ann Agron,* 1979/1/ 89-103.p.
45. DINER, A.M. 1980. : Mode of action of a new amide herbicide, metolachlor. *Dissertation Abstr. Intern. B* 40. (1980)(12) Pt.1.
46. DOGGETT, H.: 1968. *Sorghum.* Longmans, Cambridge, 1-56.

47. DOUPNIK, B.JR.-BOOSALLS, M.G.: 1980. Ecofallow-A reduced tillage system- and plant diseases. *Plant Diseases*. 64. 1980. 31-35.p.
48. ECHEVERRIA HE.-SAN MARTIN NF.: 1993. Response of forage sorghum to nitrogen and/or sulphur fertilizers in south eastern Buenos Aires. *Revista Argentina de Produccion Animal*. 1993. 13:2; 141-148. 18 ref.
49. ELEK É.-KÁDÁR I.: 1980. Állóskultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉMNAK. Budapest. 52.p.
50. EL HODA, N.- TAHA, M.-EL KOLIEY, M.M.-EL GERAWY, A.S.: 2000. Influence of cut off irrigation practices of sweet sorghum production, yield and juice quality. *Assint. Journal of Agricultural Science*. 2000. 31:2, 119-130.p. 18.Ref.
51. ENG, K.S.: 1965. Current and Future Research Related to the Feeding Value of the Sorghum Grain. 4th Grain Sorghum Res. and Util. Conf. Amarillo, Texas 29.p.
52. ESCAMILLA, E.-VOSS, R.-WEBB, J.R.: 1979. Effect of prices and moisture stress on nitrogen rates that maximize the economic criteria of corn. *Agronomy Journal*. 1979. 71 (4) 609-612.p.
53. FARAGÓ L.-SÁRI J.-ÖLVEDI I.: 1976. A hibrid szemescirok termesztése. Gabonatermesztési Kutató Intézet, Szeged.
54. FARAGÓ L.-KOROM Á.-KISS E.: 1980. Kísérletek szemescirok vegyszeres gyomirtására. *Növényvédelem*, XVI.:81-82.
55. FAZEKAS M.: 1997. Amit a cirok- és madáreléség-félékről tudni kell. Agroiinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, 7-42.
56. FREDERIKSEN, R.A.-ROSENOW, D.T.: 1979. Breeding for disease resistance in sorghum. *Biology and Breeding for Resistance to Arthropods and Pathogens in Agricultural Plants, Proceeding of a short course*. Texas J and M University. 22 July -4 August. 1979. 137-167.p.
57. FÜLEKY GY.: 1999. Tápanyaggazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 319-321.
58. GRIMES, D.W.-MUSICK, J.T.: 1963. Effects of soil moisture and nitrogen fertilization of irrigated grain sorghum on dry matter production and nitrogen

- uptake on selected stages of plant development. *Agronomy Journal*. 55(4): 393-396.p. Ref.
59. GUNES, K.-SAYGIN, O.: 1996. Productivity of the energy crops: giant reed and sweet sorghum in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 1996. 5:11-12. 756-761.p. 2.Ref.
  60. GYÖKÉR A.: 1977. A takarmánycirok honosítása. *Magyar Mezőgazdaság*, XXXII. 41. sz.:7–8. p.
  61. GYÖKÉR A.: 1978. Országos tanácskozás a ciroktermesztésről. *Magyar Mezőgazdaság*, XXXIII. 44. sz.: 8–9. p.
  62. GYŐRI Z.-GYŐRINÉ M.I.: 1998. A búza minősége és minősítése. *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*, Budapest 46.p.
  63. GYŐRI Z.-GYŐRINÉ M.I.: 2002. A kukorica minősége és feldolgozása. *Szaktudás Kiadó Ház*, Budapest 40.p.
  64. HARANGOZÓ K.: 1988. Egynyári szálás- és tömegtakarmányok termesztése és hasznosítása. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest 76-80. p.
  65. HARDY, G.W.: 1957. A nutrition study of corn and grain sorghum by means of foliar analysis. *Diss. Abst.* 17(7): 1438.
  66. HARITLEY, K.T.-GREENWOOD, M.: 1933. The effect of small applications of farmyard manure on the yields of cereals in Nigeria. *Empire Journal Exp. Agronomy*. 1(2): 113-121. July 1933.
  67. HARMATI I.–GYURICS K.: 1992. Melyiket a cirok közül? *Magyar Mezőgazdaság*, XLVII. 17. sz. 13. p.
  68. HARMATI I.-GYURIS K.: 1992. Bízik Ön a cirokban? *Magyar Mezőgazdaság*, XLVII.: 13.
  69. HARMATI I.: 1997. Érdemes takarmánycirkokat termeszteni. *Gyakorlati Agrofórum*, VIII.: 37-42.
  70. HELLER, V.G.-SIEGLINGER, J.B.: 1944. Chemical Composition of Oklahoma grain Sorghums. *Oklahoma Expt. St. Bull.* Bp. 274.
  71. HERRON, G.M.- ERHART, A.B.: 1960. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on the yield of irrigated grain sorghum in south western Cansas. *Agronomy Journal*. 52(9):499-501.p.

72. HUBBARD, J.E.-HALL, H.H.-EARLE, F.R.: 1950. Composition of the component of the sorghum Kernel. Cereal Chem. 27.p. 425-420.
73. WWW. ICRISAT. COM
74. IVÁNY K.–KISMÁNYOKI T.–RAGASITS I.:1994. Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 183-192. p.
75. IVÁNYI L.-NÉ-IZSÁKI Z.: 1991. Szántóföldi növénytermesztés I. Főiskolai jegyzet, Szarvas, 170-188.
76. IZSÁKI Z.-NÉMETH T.-NÉMETHNÉ K. G.: 2005. Integrált technológiai rendszer kifejlesztése a megújuló energiaforrások környezetbarát hasznosítására. Kutatás jelentés.
77. IVÁNYI I.: 2004. Cirokfélék. In Izsáki Z. – Lázár L.: 2004. Szántóföldi növények vetőmagtaermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 271-289.p.
78. IZSÁKI Z.: 1988. Összefüggés a cukorrépa tápláltsági állapota, a termés mennyisége és minősége között növényanalízis alapján. Kandidátusi értekezés. Szarvas. 6-14.p.
79. IZSÁKI Z.: 1991. Szántóföldi növénytermesztés. Jegyzet. Szarvas, 184.
80. IZSÁKI Z.: 2001. A cukorrépa trágyázási szaktanácsadási rendszerének fejlesztése a diagnosztikai célú növényanalízis alkalmazásával. TSF Tudományos Közlemények, Tom.1. No.1.1-14.
81. IZSÁKI Z.:1999. A nitrogén és foszfor ellátottság hatása néhány szántóföldi kultúra fehérjetartalmára és aminosav összetételére. In: Ruzsányi L.-Pepó P.(szerk) Növénytermesztés és Környezetvédelem. MTA Agr.tud. Oszt. Budapest, 92-96.
82. IZSÁKI Z.: 2003. A kukorica minőség-orientált tápanyagellátásának fejlesztése réti talajon. III. Növénytermesztési Tudományos Nap, MTA Növénytermesztési Bizottság, Pracedings, Budapest, 29-33.
83. IZSÁKI Z. – NÉMETH T. – OTTA E.: 2007. Biomassza-források a Dél-Alföldön. Magyar Mezőgazdaság, 62. 45. 12-13.
84. IZSÁKI Z.- IVÁNYINÉ GERGELY I. – NÉMETH T. – OTTA E.: 2007. Biomassza. In: Patay I. (Szerk.): Mindentudás a megújuló energiaforrásokról a Dél-Alföldi Régióban. Békés Megyei Kereskedelmi és Iparkamara. 29-54.

85. JOHNSON, J.W.-TEETES,, G.L.: 1979. Breeding for arthropod resistance in sorghum. Biology and Breeding for Resistance to Arthropods and Pathogenes in Agricultural Plants, Proceeding of a short course. Texas J and M University. 22 July -4 August. 1979. 168-180.p.
86. JÓZSA L.: 1976. A takarmánycirkok termesztése és felhasználása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 122.
87. JÓZSA L.: 1979. Silócirok. Ahol a silókukorica termesztése nem gazdaságos. Magyar Mezőgazdaság, XXXIV. 33. sz. 12. p.
88. JÓZSA L.: 1981. Az NK 101 szemescirok hibrid technológiája. Debreceni ATE kutatási eredmények 1977-1980.
89. JÓZSA L.: 1982. Effect of nutrient supply on the productivity of sudangrass and sorghum. Sorghum Newsletter. 25.
90. JÓZSA L.-KOVÁTS A.: 1981. Növénytermesztési praktikum. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 184-191.
91. JÓZSA L.: 1985. A másodvetésű szudánifű és silócirok termesztés. Magyar Mezőgazdaság, XL.: 20.
92. KÁDÁR, I. - LÁSZTITY, B. 1979: A feltöltő foszfor- és kálium műtrágyázás lehetőségeinek vizsgálata néhány magyarországi talajon. Agrokémia és Talajtan. 28:123-143.
93. KÁDÁR I.: 1980. A növényanalízis alkalmazása az agrokémiai szaktanácsadásban és kutatásban. Agrokémia és Talajtan. 29. 323-344.p.
94. KÁDÁR I. 1987. A növénymintavétel alapelvei és technikája. Növénytermelés. 36. 395-404.p.
95. KÁDÁR I.-ELEK É.: 1983. A növényelemzés módszerei szántóföldi növényeken. Az agrokémiai kutatások újabb eredményei. Tud. Tanácskozás. 1982. Gödöllő-Keszthely. 43-55.p.
96. KAPOCSI I.-LAZÁNYI J.-KOVÁCS B.: 1984. A silócirok törzsek és hibridkombinációk termőképességének vizsgálata hígtrágyával öntözött területen. Növénytermelés, XXXIII. 529-531.
97. KERESZTESY S.: 1985. Hybar silócirok termesztési és hasznosítási technológia. Az Ócsai HYBAR Takarmánycirok Termelési és Hasznosítási Rendszer kiadványa, 1-22.

98. KIPNIS T.-KRIVAT G.-DVASH L.-GRANOTH I.-JONATHAN R.-MANNETJE L.-FRAME J.:1994. Yield and quality of forage sorghum as affected by water supply. Grassland and society. Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation 6-9 June 1994. 1994, 173-176. 3ref.
99. KISS E.-PURNHAUSER L.: 1980. Gyomirtási kísérlet szemescirokban. Növényvédelem. XVI. 575-577.p.
100. KRASNENKOV-SV; KRAMAREV-SM.: 1999. Sowing sugar sorghum and amaranth together. Kukuruzai-Sorgo. 1999, No. 1, 14-17.
101. KUO, S.-MIKKELSEN, D.S.: 1981. A foszfor és mangán hatása a cirok növekedésére, valamint vas-, mangán- és foszforfelvételére. / Effect of P and Mn growth response and uptake of Fe, Mn and P by sorghum./ Plant Soil, 1981.62/1/ 15-22.p.
102. LÁNG G.: 1966. A növénytermesztés kézikönyve I. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
103. LÁSZTITY B.: 1995. A szemes cirok fejlődése és a makroelem tartalmak változása a tenyészidő folyamán N, P, K kísérletben. Növénytermelés, 1995. Tom 44. No.3. 293-298.p.
104. LÁSZTITY B.: 1996. A tápelem felhalmozás dinamikája a szemes cirok földfeletti részében. Növénytermelés, 1996. Tom 45. No.3. 271-279.p.
105. LÁSZTITY B.: 1996. Az NPK műtrágyázás és a tenyészidő hatása a szemes cirok mikroelem tartalmára. Növénytermelés, 1996. Tom 45. No.1. 61-65.p.
106. LÁSZTITY B.: 1997. A köles (*Panicum miliaceum* L.) szárazanyag- és makrotápelem-tartalmainak változása a tenyészidő folyamán. Növénytermelés, 1997. Tom 46. No.2. 203-208.p.
107. LAZÁNYI J.: 1985. Két- és háromvonalas takarmánycirokok hibridkombinációk produkciógenetikája és vetőmagtermesztése. Kandidátusi értekezés, Karcag, 126.
108. LÁZÁR L.: 1983. Új, minősített silócirokfajta. Magyar Mezőgazdaság, XXXVIII. 41. sz.: 26.
109. LÁZÁR L.: 1984. Takarmánycirokok. Vetőmagtermeltető és Értékesítő Vállalat kiadvány, Budapest, 7-30.

110. LINNAEUS, C.: 1753. Species plantarum. Holmiae. 2.p. 1047-1048.
111. LINNAEUS, C.: 1763. Species plantarum. Holmiae. (Ed secunda) 2.p. 1483-1486.
112. LOCH J.-NOSTICZIUS Á.: 1992. Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 76-115.p.
113. LOSAVIO-N; VENTRELLA-D; VONELLA-AV.: 1999. Water requirements, water and radiation use efficiency: parameters in order to evaluate the introduction of new crops in the Mediterranean environment. Irrigazione-e-Drenaggio. 1999, 46: 2, 34-38; 11 ref.
114. MALLIKARJUN, H.-KHANURE, S.K.-KACHAPUR, M.D.: 1998. Correlation and path analysis for juice quality parameters in sweet sorghum genotypes. Madras Agricultural Journal. 1998. publ. 1999. 85.3:4. 207-208.p. 3.Ref.
115. MALLIKARJUN, H.-KHANURE, S.K.-KACHAPUR, M.D.: 1998. Juice quality parameters as infected by plant population in sweet sorghum genotypes. Madras Agricultural Journal. 1998. publ. 1999. 85.3:4. 209.p. 2.Ref.
116. MASTRORILLI, M.-KATERJI, N.-RANA, G.: 1999. Productivity and water use efficiency of sweet sorghum as affected by soil water deficit occurring at different vegetative growth stages. European Journal of Agronomy. 1999. 11:3-4. 207-215. p. 23.Ref.
117. MATHERS, A.C.: 1980. Manure and inorganic fertilizer effects on sorghum and sunflower growth on iron deficient soil. Agronomy Journal, 72. 6. 1025-1029.
118. MAXWELL, F.E.-JENNINGS, P.R.: 1980. Breeding plants resisitant to insects. Rev. Appl. Ent. S.A. 1981. 69.(3) 152.p.
119. MÉM NÖVÉNYVÉDELMI ÉS AGROKÉMIAI KÖZPONT: 1987. Új műtrágyázási irányelvek. 28;61.p.
120. MÉM: 1982. Cirok tápanyagellátása és növényvédelme. Budapest, 4. évfolyam.
121. MESTYÁN I.-HARANGOZÓ F.:1982. Cirokhibridek másodvetésben. Magyar Mezőgazdaság XXXVII. 24.p.
122. MILLER, G.O.-DEYOE, C.W.-WALTER, T.L.: 1964. Variations in Protein Levels in Kansas Sorghum Grain. Agron J. 56.p. 302-304.
123. MIKES GY.-HORVÁTH A.:1977. Takarmánycirok. Egyetemi Nyomda.Budapest. 7.

124. MOENCH, C.: 1794. Methodus plantas horti botanici et agri Marburgensis a staminum situ describendi. Marburgi p. 207.
125. MOLDENHAUER, W.C.-KEATING, F.E.: 1958. Relationships between climatic factors and yields of cotton, milo and cañir on sandy soils in the southern high plains. Production Research Report US Dept. Agr. 19.13.p. ref. Apr. 1958. Texas
126. MORRIS-DR; MCCORMICK-ME.: 1994. Ensiling properties of sweet sorghum. Communications-in-Soil-Science-and-Plant-Analysis. 1994, 25: 15-16, 2583-2595; 32 ref.
127. MUMINOV, N.S.H.: 1997. Dynamics of the accumulation of sugar in sweet sorghum. Chemistry of Natural Compounds. 1997. 33:3. 353-354.p.
128. MUMMIGATTI-UV; Parvatikar-SR; Chetti-MB; Basarkar-PW.: 1998. Variability in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) for yield and quality characters. Journal-of-Research-ANGRAU. 1998, 26: 1, 69-71; 5 ref.
129. MUNOR, J.M.-RACHIE, K.O.: 1956. The influence of elevation and climate on maturity and yield of some grain sorghum varieties. Agronomical Abstracts. 49:49. p.
130. NIEHAUS, M.H.-SCHMIDT, W.H.: 1970. Bird Resistant Grain Sorghum: a New Crop for Ohio. Res. Circular 182.p. 3-19.
131. NÉMETH T.: 2002. A silócirok, mint alternatív tömegtakarmány termő növény. Gyakorlati Agrofórum. XII. 54-55.p.
132. OLGUNDE O.O.-SORENSEN E.C.: 1982. Influence of concentrations of K and Mg in nutrient solution on sorghum. Agronomy Journal, 74.1.41-46.
133. OWEN, F.G.-WEBSTER, O.J.: 1963. Effect of sorghum maturity at harvest and variety on certain chemical constituents in sorghum silages. Agronomy Journal. 55(2).167-169. Mar/Apr 1963.
134. PATEL-KI; AHLAWAT-RPS; TRIVEDI-SJ.: 1992. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and yield of forage sorghum in clayey soil. Gujarat-Agricultural-University-Research-Journal. 1992, 18: 1, 106-107; 3 ref.
135. PATEL K.I.-AHLAVAT RPS-TRIVEDI SJ: 1993. Effect of nitrogen and phosphorus on nitrogen uptake and protein percentage of forage sorghum. Gujarat Agricultural University Research Journal. 1993. 18:2; 87-88. 3.ref.

136. PATEL-GN; PATEL-PG; PATEL-JC.: 1994. Effect of nitrogen and phosphorus on yield quality of forage sorghum (*Sorghum bicolor*). *Indian-Journal-of-Agronomy*. 1994, 39: 1, 123-125; 4 ref.
137. PEPÓ P.: 2004. Az évjárat hatása az őszi búza termésmennyiségére tartamkísérletben. *Növénytermelés*. 2004. Tom. 53. No. 4. 339-350. p.
138. PEPÓ P.: 2005. Effect of crop year, genetic and agrotechnical factors on dry matter production and accumulation in winter wheat production. *Cereal Research Communications*. Vol. 33. No. 1. 29-31.p.
139. PEPÓ P.: 2004. Szárazanyag- és levélfelület-dinamikai vizsgálatok őszi búza állományokban. *Növénytermelés*. 2005. Tom. 54. No. 1-2. 65-75. p.
140. PERNIOLA-M; LOVELLI-S; POSCA-G; COPPOLA-E; TARANTINO-E.: 1999. Water and nitrogen regime effects on nitrogen losses and uptake on sweet sorghum crop. *Irrigazione-e-Drenaggio*. 1999, 46: 2, 52-57; 13 ref.
141. PETRIKOVA,V.-VANA, J.-USTJAK, S.: 1996. Production and utilization of industrial and energy crops on reclaimed soils. *Metodiky pro Zemedelskon Praxy*. 1996. No. 17. 24.p. 20.Ref.
142. PINTA, M.-BUSSON, F.: 1963. Chemical study on sorghum and african millet (mineral elements and minor elements). *Annual Nutrition Alimentary*. 17.p. 103-126.
143. PINTÉR L.-BURUCS Z.-ALFÖLDI Z.: 1992. *Növénytermelés*, Tom. 41, No. 5.
144. PONGRÁCZ S.: 1987. Két sor kukorica, két sor cirok. *Magyar Mezőgazdaság*, 42. 6. sz. 14p.
145. PONGRÁCZ S.: 1987. A silócirok és a kukorica együttvetése. *Magyar Mezőgazdaság*, 42. 13. sz. 10p.
146. PREVOT, P.- OLLAGNIER, M.: 1957. Methods d'utilisation du diagnostic foliare. *Anal des plant et problemedes furmures minerales*. IRHO. Paris 177. / in Bergman, W.-Neuber, P.: 1976. *Pflanzen diagnose und Pflanzenanalyse*. VEB. Gustv Fischer Verlag Jena.
147. PRISZTER SZ...: 1985. A cirok és és rokonainak neve. In: Barabás Z. – Bányai L. :A cirok és a szudánifű. *Magyarország Kultúrflórája*. IX. kötet, 10-11. füzet 9-12.p.

148. RAGASITS I.-IVÁNYI K.-KISMÁNYOKI T.: 1994. Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 184-191.
149. RAJEEV, J.-RAJVANHSI, A.K.-JORAPUR, R.: 1997. sugarcane leaf bagasse gasifiers for industrial heating applications. Biomass and Bioenergy. 1997. 13:3. 141-146.p. 11.Ref.
150. RÉCZEY K.:2007. Gondolatok a bioetanol gyártásról. Fenntarthatóság a bioüzemanyagok felhasználásán keresztül. Konferencia. Budapest, 2007.03.29
151. RIVELLI-AR; PERNIOLA-M; NARDIELLO-I.: 1998. Water use efficiency of some herbaceous crops under different irrigation regimes: evaluation at leaf level. Rivista – di -Agronomia. 1998, 32: 1, 45-53; 25 ref.
152. ROZAKIS-S; SOURIE-JC; ZAZUETA-FS (ED.); XIN-JIANNONG.: 1998. Energy from agricultural biomass and effects on rural income in Thessalia, Greece. 7th International Conference on Computers in Agriculture, Orlando, Florida, USA, 26-30 October, 1998. 1998, 300-305; 8 ref.
153. RUDCHENKO, E.E.: 1995. New genes for resistance to green fly in sorghum. Genetika Moskva. 1995. 31:5. 668-673.p. 18.Ref.
154. SÁRI L.: 1980. A takarmánycirok termesztése. Gyakorlati tapasztalat. Magyar Mezőgazdaság, XXXV. 34. sz.: 10. p.
155. SARKADI J.: 1975. A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
156. SARTORI, V.: 1981. Le desherbageles cultures de sorgho et de mais: lutte contre Panicum miliaceum dans le Lauragais. Compte Rendu de la 10<sup>e</sup> Conference du Columa. 1979. 10-18.p.
157. SÁRVÁRI M.: 1995. Monokultúras termesztés hatása a kukorica termésére réti talajon, műtrágyázási tartamkísérletekben. Növénytermelés. 1995. Tom. 44. No. 4. 359-374.p.
158. SÁRVÁRI M.: 1995.: A kukoricahibridek termőképessége és trágyareakciója réti talajon. Növénytermelés. 1995. Tom. 44. No. 2. 179-191.p.
159. SÁRVÁRI M.-SZABÓ P.: 1998. A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. Növénytermelés. 1998. Tom. 47. No. 2. 213-221.p.

160. SÁRVÁRI M.-FUTÓ Z.: 2001. A vetésidő hatása a különböző genetikai adottságú kukoricahibridek termésére. *Növénytermelés*. 2001. Tom. 50. No. 1. 43-60.p.
161. SÁRVÁRI M.-FUTÓ Z.-ZSOLDOS M.: 2002. A vetésidő és a tőszám hatása a kukorica termésére 2001-ben. *Növénytermelés*. 2002. Tom. 51. No.3. 291-308.
162. SCHERTZ, K.F.: 1979. Biology of sorghum. *Biology and Breeding for Resistance to Arthropods and Pathogenes in Agricultural Plants, Proceeding of a short course*. Texas J and M University. 22 July -4 August. 1979.
163. SCHMIDT J.-SIPOCZ J.-KASZÁS I.-SZAKÁCS G.-GYEPES A.-TENGERDY R.P.: 1997. Preservation of sugar content in ensiled sweet sorghum. *Bioresource Technology*. 1997. 60:1. 9-13. 20.Ref.
164. SHARMA-RK; MOHINDER-SINGH; SULTAN-SINGH; RAGHUBIR-SINGH; SINGH-M; SINGH-S; SINGH-R.: 1994. Effect of S, P and Zn nutrition on dry matter yield and quality of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Annals-of-Biology-Ludhiana*. 1994, 10: 1, 140-145; 11 ref.
165. SIKLÓ SINÉ RAJKI E.: 1991. Silókukorica és silócirok együtt. *Magyar Mezőgazdaság*, XLVI. 17. sz.: 11. p.
166. SIKLÓ SINÉ RAJKI E.: 1994. Takarmánycirok fajta- és termesztési ajánlat. *Agrofórum*, V. 3. sz.: 14. p.
167. SIKLÓ SINÉ RAJKI E.-HARMATI I.-RADICS L.: 2001. Alternatív növények termesztése I. *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*, Budapest, 266-314.
168. SIKLÓ SINÉ RAJKI E.: 2001. Takarmánycirok termesztés, haszonnal. *Gabonakutató Híradó*, XV.: 11-12.
169. SMILOVENKO,L.A; POIDA,V.B.: 1999. Evaluation of sweet sorghum on normal chernozems in Rostov province. *Kukuruza-i-Sorgo*. 1999, No. 1, 11-12.
170. SMITH, S.J.-MATHERS, A.C.-STEWART, B.A.: 1980. Distribution of nitrogen forms in soil receiving cattle feedlot waste. *Journal of Environmental Quality*. 1980. 9 (2) 215-218.p.
171. SONG GUANGWEI; LI DAYUE; SONG, G.W.-LI, D.J.: 1999. Effect of latitude of vegetative growth and seed yield of sweet sorghum. *Journal of Plant Resources and Environment*. 1999. 8:4, 30.36.p. 3. ref.

172. SUBAGIO, I.: 1998. The variation in sweet sorghum clarified juice quality as a result of application of different N sources. *Berita -Pusat-Penelitian-Perkebunan-Gula-Indonesia*. 1998, No. 22, 49-52; 10 refs.
173. SUMANTRI, A.: 1998. Brown sugar production from clarified juice of sweet sorghum in Sape area, West Bima Nusa Tenggara, Indonesia. *Berita-Pusat-Penelitian-Perkebunan-Gula-Indonesia*. 1998, No. 22, 53-56; 7 refs.
174. SUMNER, M.E.: 1983. Levéldiagnosztikai normák ciroknál. /Foliar diagnostic norms of sorghum./ *Communitacions in Soil Science and Plant Analysis*, 1983. 14. /9/817-825.p.
175. SURÁNYI J.: 1937. Mit kell tudni a szudánifűről. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
176. SURÁNYI J.: 1952. A szántóföldi kettőstermesztés módszerei és növényei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
177. SVÁB J.: 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 571. p.
178. SZAKÁL M.: 1981. A csávázás hatása a szemescirok terméshozadékára. *Növényvédelem*. 1981. 16. (4-5) 204-205.p.
179. SZALAY J.: 1894: A seprűcirok termesztése. Franklin Rt., Budapest.
180. Szentmihályi S.: 1981. A cirokfélék tápláléértéke. *Magyar Mezőgazdaság*, 1981. 36. /17/ 11.p.
181. TAIXERIA, C.G.-NICOLELLA, G.- ZORONI, M.H.: 1999. Effect of harvesting date on sugar content of sweet sorghum stalks. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 1999. 34:9. 1601-1606.p. 21.Ref.
182. TEARE, I.D.-KANEMASU, E.T.-PWERS, W.L.-JACOBS, H.S.:1973. Water use efficiency and its relation to crop canopy area, stomatal regulation and root distribution. *Agr. Journal*. 65. 207-211.p.
183. TEETES, G.L.: 1979. Overview of pest management and host plant resistance in US sorghum. *Biology and Breeding for Resistance to Arthropods and Pathogenes in Agricultural Plants*. Proceeding of a short course. Texas 22 July-4 August 1979. 181-223.p.
184. TÓTH K. – KHALID A.A.: 1987. A betakarítás optimális ideje. Kísérletek szudánifűvel és silócirokkal. *Magyar Mezőgazdaság*. XLII.: 32

185. TRIPATHI-SN; ROY-RD; SHARMA-KC.: 1999. Production potential of food-fodder-fuel system under different alley cropping management. II - Effect on the growth and productivity of intercropped fodder sorghum. Range-Management-and-Agroforestry. 1999, 20: 2, 144-152; 9 ref.
186. TUIKOV-R.: 1998. Sweet sorghum silage in the rations of lactating cows. Zhivotnov"dni-Nauki. 1998, 35: 2, 96-98; 3 ref.
187. TULEEN, D.M.-FREDERIKSEN, R.A.-VUDHIVANICH, P.: 1981. Cultural practices and the incidence of sorghum downy mildew in grain sorghum. Phythopathology. 70. 1980. 905-908.p.
188. VIRAPAKSHA, T.K.-SASTRY, L.V.S.: 1968. Studies ont he protein content and amino acid composition of grain sorghum. Journal of Agronomy and Food Chemistry. 16.p. 199-203.
189. WAGGLE, D.H.-DEYOE, C.W.-SMITH, F.W.: 1967. Effect of Nitrogen Fertilization on the Amino Acid Composition and Distribution in Sorghum Grain. Crop Sci. 7.p. 367-368.
190. WALL, J.S.-ROSS, W.M.: 1970. Sorghum Production and Utilization. Avi Publ. Co., Connecticut, USA
191. WANJARI, S.S.-MAHAKULKUR, B.V.-PATIL, D.B.-SHEKUR, V.B.PANDRANGI, R.B.: 1996. Yield and juice quality of sweet sorghum (cv. ssv-84) under varying levels of N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> . PKV Research Journal. 1996. 20:1. 78-79.p. 1 Ref.

## Táblázatok jegyzéke

1. táblázat. A talaj N-, P- és K-ellátottsága trágyázási szintenként (Szarvas, 2001-2004) .....	37
2. táblázat. A kísérleti hely időjárási adatai (1901-1975, 1994-2004, Szarvas).....	40
3. táblázat. A silócirok zöldtömege a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002).....	44
4. táblázat. A silócirok zöldtömege a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2003).....	45
5. táblázat. A silócirok zöldtömege a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2004).....	46
6. táblázat. A silócirok szárazanyaghozama a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002).....	51
7. táblázat. A silócirok szárazanyaghozama a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2003).....	52
8. táblázat. A silócirok szárazanyaghozama a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2004).....	53
9. táblázat. A N-ellátottság hatása a silócirok tenyésztő alatti cukortartalmára és cukorhozamára (Szarvas, 2002) .....	57
10. táblázat. A N-ellátottság hatása a silócirok tenyésztő alatti cukortartalmára és cukorhozamára (Szarvas, 2003).....	57
11. táblázat. A földfeletti növényi részek nitrogéntartalma (Szarvas, 2002) .....	60
12. táblázat. A földfeletti növényi részek nitrogéntartalma (Szarvas, 2003) .....	61
13. táblázat. A földfeletti növényi részek nitrogéntartalma (Szarvas, 2004) .....	62
14. táblázat. A silócirok N-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002).....	66
15. táblázat. A silócirok N-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2003).....	67
16. táblázat. A silócirok N-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2004).....	68
17. táblázat. A földfeletti növényi részek foszfortartalma (Szarvas, 2002) .....	71
18. táblázat. A földfeletti növényi részek foszfortartalma (Szarvas, 2003) .....	72
19. táblázat. A földfeletti növényi részek foszfortartalma (Szarvas, 2004) .....	73
20. táblázat. A silócirok P-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002) .....	76
21. táblázat. A silócirok P-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2003) .....	77
22. táblázat. A silócirok P-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2004) .....	78
23. táblázat. A földfeletti növényi részek káliumtartalma (Szarvas, 2002) .....	81
24. táblázat. A földfeletti növényi részek káliumtartalma (Szarvas, 2003) .....	82
25. táblázat. A földfeletti növényi részek káliumtartalma (Szarvas, 2004) .....	83
26. táblázat. A silócirok K-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002).....	86
27. táblázat. A silócirok K-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2003).....	87
28. táblázat. A silócirok K-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2004).....	88
29. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelemtartalma a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002) .....	91
30. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelemtartalma a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2003) .....	91

31. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelemtartalma a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2004) .....	91
32. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelem-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002) .....	94
33. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelem-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2003) .....	94
34. táblázat. A silócirok Na-, Ca-, Mg- és mikroelem-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2004) .....	94
35. táblázat. A silócirok hektáronkénti és fajlagos tápelemfelvétele (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	96

## Ábrák jegyzéke

1. ábra. A világ cirok termőterületének megoszlása 2007- ben (ICRISAT, 2008) .....	4
2. ábra. A világ cirok termesztésének megoszlása a megtermelt mennyiség alapján 2007-ben (ICRISAT, 2008) .....	4
3. ábra. Összefüggés a növény ásványi anyag tartalma, növekedése és hozama között (PREVOT és OLLAGNIER, 1957) .....	23
4. ábra. A világ etanol gyártó kapacitásának változása 1975 – 2005 között (RÉCZEY, 2007)..	33
5. ábra. Összefüggés a silócirok N-ellátottsága és zöldtermése között .....	47
6. ábra. Összefüggés a silócirok P-ellátottsága és zöldtermése között (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	47
7. ábra. Összefüggés a silócirok K-ellátottsága és zöldtermése között (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	47
8. ábra. A silócirok zöldtömege 15 N-P-K kezelés kombinációban a 2002-2004-es évek átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	48
9. ábra. A silócirok zöldtömegének változása a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	48
10. ábra. A silócirok zöldtömeg növekedési dinamikája a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	48
11. ábra. Összefüggés a silócirok N-ellátottsága és szárazanyaghozama között (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	54
12. ábra. Összefüggés a silócirok P-ellátottsága és szárazanyaghozama között (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	54
13. ábra. Összefüggés a silócirok K-ellátottsága és szárazanyaghozama között (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	54
14. ábra. A silócirok szárazanyaghozama 15 N-P-K kezelés kombinációban a 2002-2004-es évek átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	55
15. ábra. A silócirok szárazanyag tömegének változása a tenyésztő folyamán a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	55
16. ábra. A silócirok szárazanyag felhalmozási dinamikája (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	55
17. ábra. A N-ellátottság hatása a silócirok tenyésztő alatti cukortartalmára és cukorhozamára (Szarvas, 2002-2003) .....	58
18. ábra. A silócirok cukortartalmának és cukorhozamának változása a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2003) .....	58
19. ábra. Összefüggés a N-ellátottság és a cukorhozam között (Szarvas, 2002-2003) .....	58

20. ábra. A silócirok N-tartalmának változása a tenyésztő alatt kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	63
21. ábra. A silócirok N-koncentráció változás dinamikája a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	63
22. ábra. Összefüggés a silócirok N-ellátottsága és N-tartalma közötti a tenyésztő 30. napján (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	63
23. ábra. A silócirok nitrogénfelvétele 15 N-P-K kezelés kombinációban a 2002-2004-es évek átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	69
24. ábra. A silócirok nitrogénfelvétele a tenyésztő folyamán a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	69
25. ábra. A silócirok nitrogén felvételi dinamikája (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	69
26. ábra. A silócirok P-tartalmának változása a tenyésztő alatt kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	74
27. ábra. A silócirok P-koncentráció változás dinamikája a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	74
28. ábra. Összefüggés a silócirok P-ellátottsága és P-tartalma közötti a tenyésztő 30. napján (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	74
29. ábra. A silócirok foszforfelvétele 15 N-P-K kezelés kombinációban a .....	79
30. ábra. A silócirok foszforfelvétele a tenyésztő folyamán a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	79
31. ábra. A silócirok foszfor felvételi dinamikája (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	79
32. ábra. A földfeletti növényi részek káliumtartalma a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	84
33. ábra. A növényi káliumtartalom változása a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	84
34. ábra. Összefüggés a silócirok K-ellátottsága és K-tartalma közötti a tenyésztő 30. napján (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	84
35. ábra. A silócirok káliumfelvétele 15 N-P-K kezelés kombinációban a 2002-2004-es évek átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	89
36. ábra. A silócirok káliumfelvétele a tenyésztő folyamán a kezelések átlagában (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	89
37. ábra. A silócirok kálium felvételi dinamikája (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	89
38. ábra. A silócirok Na-, Ca- és Mg-tartalma a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	92
39. ábra. A silócirok mikroelemtartalma a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	92

40. ábra. A silócirok Na-, Ca- és Mg-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga) .....	95
41. ábra. A silócirok mikroelem-felvétele a tenyésztő folyamán (Szarvas, 2002-2004-es évek átlaga).....	95

### **Képek jegyzéke**

1. kép. Vetés Wintersteiger vetőgéppel (Szarvas, 2002).....	131
2. kép. Bokrosodás (Szarvas, 2002).....	131
3. kép. Szárbaindulás (Szarvas, 2003).....	131
4. kép. Bugahányás (Szarvas, 2003) .....	132
5. kép. Virágzás-megtermékenyülés (Szarvas, 2004) .....	132
6. kép. Viaszerés, betakarítás (Szarvas, 2004) .....	132



**1. kép. Vetés Wintersteiger vetőgéppel (Szarvas, 2002)**



**2. kép. Bokrosodás (Szarvas, 2002)**



**3. kép. Szárbandulás (Szarvas, 2003)**



**4. kép. Bugahányás (Szarvas, 2003)**



**5. kép. Virágzás-megtermékenyülés (Szarvas, 2004)**



**6. kép. Viaszérés, betakarítás (Szarvas, 2004)**

## NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki tudományok Centruma Mezőgazdaságtudományi Karán a Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola keretében készítettem a Debreceni Egyetem AMTC MTK doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 200.....

.....  
a jelölt aláírása

## NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy ..... doktorjelölt 200.... – 200.... között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal – irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom – javasoljuk.

Debrecen, 2009.....

.....  
a témavezető aláírása

.....  
a témavezető aláírása

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm Dr. Izsáki Zoltán és Dr. Pepó Péter professzor urak konzulensi támogatását, Dr. Csathó Péter és Dr. Sárvári Mihály professzor urak opponensi véleményét és segítő kritikáját, valamint köszönettel tartozom a szarvasi Tessedik Sámuel Főiskola Mezőgazdaságtudományi Intézete dolgozóinak, kollégáimnak, barátaimnak és családomnak támogatásukért, tanácsaikért.

Szarvas, 2009. augusztus 31.

Németh Tamás