

ARCHEOFITON FAJOK NITROGÉNÉRZÉKENYSÉGE A BÚZAVIRÁG, A SZARKALÁB ÉS A PIPACS PÉLDÁJÁN

NITROGEN SENSITIVITY OF ARCHAEOPHYTES THE EXAMPLES OF CORNFLOWER, LARKSPUR AND POPPY

Ecseri Károly^{1*}, Honfi Péter²

¹ Kertészeti Tanszék, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, Pallasz Athéné Egyetem, Magyarország

² Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, Kertészettudományi Kar, Szent István Egyetem, Magyarország

Kulcsszavak:

műtrágya
Cyanus segetum
Consolida regalis
Papaver rhoeas

Keywords:

fertilizer
Cyanus segetum
Consolida regalis
Papaver rhoeas

Cikktörténet:

Beérkezett 2016. szeptember 5.
Átdolgozva 2016. október 12.
Elfogadva 2016. október 20.

Összefoglalás

Kísérletünkben a *Cyanus segetum* Hill. (kék búzavirág), a *Consolida regalis* GRAY. (mezei szarkaláb) és a *Papaver rhoeas* L. (pipacs) nitrogénérzékenységét vizsgáltuk szabadföldi kisparcellás kísérletben ammónium-nitrát adagolásával. Az alkalmazott kezelés növelte a búzavirág és a szarkaláb dimenzióit (szélesség, hosszúság, magasság), ugyanakkor nem volt hatással a pipacs növekedésére. A *Cyanus segetum* szárának szilárdságát jelentősen csökkentette a nitrogén kijuttatása. Az alkalmazott legnagyobb dózisos kezelés (240 kg/ha) káros hatású volt a *Papaver rhoeas* növekedési paramétereire.

Abstract

Nitrogen sensitivity of *Cyanus segetum* Hill. (cornflower), *Consolida regalis* GRAY. (larkspur) and *Papaver rhoeas* L. (poppy) was investigated in outdoor experiment with ammonium-nitrate fertilizer application. The length, width and high of cornflower and larkspur were increased by applied treatment, but did not have any effect of poppy development. The stability of cornflower stems were decreased by nitrogen application. The highest nitrogen application (240 kg/hectare) caused significant damage by growing parameters of *Papaver rhoeas*.

1. Bevezetés

A nitrogén jelentős szerepet játszik a növények életében. Nélkülözhetetlen szerepe van a fehérjék felépítésében, illetve a növényi szénanyagoknak is fontos alkotóeleme. A fotoszintézis intenzitása és a levélben lévő nitrogéntartalom között szoros összefüggés van, hiszen a Calvin-ciklusban részt vevő fehérjék és tilakoidok alkotják a levél nitrogéntartalmának jelentős részét [6]. Könnyen mozgó, a vegetatív fejlődést befolyásoló makroelem. Felvételét számos tényező befolyásolja [7].

* Tel.: + 36 76 517 620; fax: + 36 76 517 601
E-mail cím: ecseri.karoly@kfk.kefo.hu

A nitrogén túladagolása a vegetatív szervek erőteljesebb növekedését eredményezi. Hatására a levelek mérete megnő, színe sötétebb lesz, illetve levél- és szárvastagodás is megfigyelhető. A túlzott nitrogénfelvétel hatására laza szövetű növények fejlődnek, romlik az egyedek biotikus és abiotikus stressztoleranciája is. Ugyanakkor a generatív szervek működésében is problémák léphetnek fel, pl. későbbi virágzás, terméselrűgás [16]. A hormonális arányok eltolódnak, a citokininek mennyisége emelkedik, míg az abszcizinsav jelenléte csökken a gyökérben és a hajtásban. A megnövekedett levélméret a növény alsó izközeinek beárnyékolását és megnyúlását eredményezi, melynek következtében (a gyenge szilárdítószövetek miatt) a hajtások gyakran megdőlnek. A megnövekedett párologtatófelület miatt a szárazságstresztolerancia is jelentősen csökken a túlzott nitrogénbevitel hatására [12].

Az ammónium-nitrát kijuttatása szignifikánsan csökkentette a kétszikű fajok számát a szántóföldi szegélytársulásban [13]. A kísérletben vizsgált archeofitonok esetében a statisztikailag igazolható negatív hatás megfigyelhető volt a műtrágyás és a gyomirtószeres kezelésnél. A kísérlet időtartama alatt az asszociációk diverzitása csökkent, ugyanakkor a biomassza-tömeg a kezelt parcellákon meghaladta a kontroll területek értékét [9, 14]. A műtrágyázás diverzitáscsökkentő hatása a magas tápanyagfelvívő-képességű fajok növekedése és terjedése révén valósul meg. A kisebb (3 és 4 közötti) Ellenberg N-értékkel rendelkező fajok egyedszáma fokozatosan csökkent. A károsodás mértéke középtávon fokozódik, egyes fajok eltűnéséhez vezethet [14], és a későbbi regenerálódás is nehézségekbe ütközik az egymástól elszigetelt populációk miatt [1]. A fajok megváltozott növekedési intenzitása miatt felborul az állomány fényátbocsátó képessége, amely közvetlenül hat a fajdiverzitásra. A száraz biomassza-tömeg a kontroll parcellán nagyobb volt, míg az egyedek magasabbra nőttek a kezelt területen a csökkenő távoli vörös / vörös arány miatti szövetmegnyúlás következtében. Vagyis a műtrágyák alkalmazása nem közvetlenül, hanem – a fényviszonyok megváltozásán keresztül – indirekt módon alakítja át a szántóföldi szegélytársulások összetételét [10]. Ugyanez az alacsony biomassza tömeg volt megfigyelhető a 20 kg/ha nitrogén alkalmazása után. A kompetíció a vizsgált gabona és az archeofitonok között nem a nitrogénért, hanem a fényért zajlott. A kijutatott nitrogénmennyiség kompetícióra gyakorolt hatása fajonként változik, a versengés a virágzás előtt a legnagyobb [8]. Egyes kutatók szerint ugyanakkor a nitrogénnek van egy közvetlen hatása is, amely a kialakuló kompetíciós viszonyokkal együttesen hat. Ez az oka annak, hogy az egyes fajok műtrágyázásra adott válaszreakciója nincs kapcsolatban az ökológiai indikátorértékükkel [13].

A nitrogénműtrágyás kezeléseket között nem volt szignifikáns különbség abban a kísérletben, amelyben a kijutatott időpontok számát és a kiszórt mennyiségeket változtatták, mialatt az összesen kijutatott hatóanyag minden kezelésnél megegyezett [4]. A kijutatott tápanyag formulációja ugyanakkor jelentős hatással van a talajban lévő propagulumokra [13]. Egy őszi gabonában végzett kísérlet során a folyékony ammónium-nitrát 10 cm mélyen kijuttatva fajtól függően 29-62 %-kal csökkentette a talajban lévő magkészletet a granulált hatóanyaghoz viszonyítva. Az injektált hatóanyag-kijuttatás kevésbé, vagy egyáltalán nem növelte a vizsgált fajok borítottságát, szemben a szilárd hatóanyag alkalmazásával. Emellett a hajtások biomassza-tömege sem növekedett jelentősen [2]. A hígtrágyákra való áttérés gátolja az epi- és endozoochor fajok terjedését [3]. Az anyanövények túlzott nitrogénellátása az utódpopuláció csírázóképeségét is rontja például a *Cyanus segetum* esetében [11]. A csírázásra gyakorolt hatás fajtól függően lehet gátló, serkentő vagy semleges, illetve mechanizmusa szerint közvetlen vagy közvetett. Egyes esetekben a szén-nitrogén arány a meghatározó, míg máskor a talaj szervesetlen nitrogéntartalma szabja meg a csírázásra gyakorolt hatást [5].

2. Anyag és módszer

A kísérletet 2016-ban végeztük a Pallasz Athéné Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Karának Bemutató Kertjében. A talaj homokos, folyamatosan művelt, gyommentes. A terület kitézése és a talaj 20 cm mélységű forgatása 2016. február 22-én történt. A talajművelés után a magágy kialakítása és a 15 parcella bevetése következett. A búzavirágot és a szarkalábat 1-2 cm mélyre vetettük, a pipacsmagokat pedig közvetlenül a talajfelszínre szórtuk ki. A vetést nem öntöttük be a kellően nedves talajállapot, illetve az utána következő jelentősebb

csapadékmennyiség miatt. A kísérlet időtartama alatt semmilyen agro- vagy fitotechnikai eljárást nem alkalmaztunk, a növényállományokat extenzíven tartottuk fenn.

Az alkalmazott magmennyiségek:

- *Cyanus segetum*: 0,4 g (kb. 200 mag)
- *Consolida regalis*: 0,5 g (kb. 400 mag)
- *Papaver rhoeas* (magkeverék): 0,04 g (kb. 400 mag)

Az azonos kezelésben részesülő három parcella egymásba kapcsolódik, köztük nincs művelőút, az eltérő kezelések, illetve a kontroll állományok között viszont 30 cm-es művelőutak futnak. A kitűzést 50 méteres mérőszalaggal és 50 cm-es karókkal végeztük. A parcellák mérete 1,5×1,5 m. 2016. április 13-án kijuttattuk a műtrágyát (ammónium-nitrát) a kezelt 12 parcellára, parcellánként 20,25; 40,5; 81 és 162 gramm mennyiségben (ezek a mennyiségek 30, 60, 120 és 240 kg/ha nitrogén hatóanyag kijuttatásával egyenértékűek).

Mért és megfigyelt paraméterek, a mérések módszere:

- A kikelt magoncok számlálása heti 1 alkalommal.
- A fejlődő sziklevelek, szárok illetve lomblevelek szemrevételezése, összevetése a kontroll parcellán fejlődő növényekkel (torzulások, levelek hosszúsági, szélességi és színbeli különbsége, állományok egészségi állapotának megfigyelése) heti 1 alkalommal.
- További fenológiai megfigyelések (a virágzás előtt szélesség és hosszúságmérés, illetve a virágzás végén magasságmérés).
- Fejlődési sebesség összehasonlítása a horizontális-vertikális paraméterek alapján.

A statisztikai kiértékelés során egy- illetve többtényezős variancia-analízist (ANOVA, MANOVA) és többváltozós korreláció-vizsgálatot alkalmaztunk, a szignifikáns differenciát a Tukey-teszt, LSD és a Games-Howell teszt alapján határoztuk meg ($\alpha=0,05$). Az elemzésekhez az SPSS 20-as programcsomagot alkalmaztuk (IBM, New York, US).

3. Eredmények

3.1. Növekedési jellemzők

3.1.1. *Cyanus segetum*

A május 19-ei adatok elemzésekor a Pearson-féle korrelációvizsgálat szoros kapcsolatot mutatott a három vizsgált méret között (a szélesség, hosszúság és magasság páronkénti összehasonlításakor a kétoldali szignifikanciaszint minden párosításnál 0,001 alatti volt), ezért az adatokat együtt vizsgáltuk.

A háromtényezős MANOVA szignifikáns hatást mutatott (Wilks-féle lambda értéke $F=5,436$, $SL<0,001$). A csoportokon belüli szórások a szélesség és a hosszúság esetében homogénnek tekinthetők (Levene-teszt $SL>\alpha$), viszont ez a feltétel a magasság esetében nem teljesült, ezért ennél a paraméternél a Games-Howell teszt eredményét vettük figyelembe. A rezidumok mindhárom adatsornál normális eloszlást mutattak (Kolmogorov-Smirnov teszt $SL>\alpha$).

1. Táblázat. A *Cyanus segetum* nitrogén műtrágyás kezelés hatására kialakuló szélességének és hosszúságának páronkénti összehasonlító vizsgálata

KEZELÉS	Mintaelemszám	SZÉLESSÉG (cm)			HOSSZÚSÁG (cm)	
		1	2	3	1	2
Kontroll	20	14,25			14,56	
30 kg/ha	20		18,75		18,75	18,75
60 kg/ha	20		20,25	20,25		19,05
120 kg/ha	20		22,25	22,25		22,60
240 kg/ha	20			23,30		22,40
Szignifikancia		1,000	0,086	0,177	0,063	0,094

A növények szélességi adatait vizsgálva a páronkénti összehasonlítás három szignifikánsan eltérő csoportot különített el ($SL < 0,05$). Az összes kezelésnél kisebb búzavirágok fejlődtek a kontroll parcellán (1. táblázat). Az alkalmazott nitrogéndózisok összehasonlításánál méretbeli különbség csak a legkisebb (30 kg/ha) és a legnagyobb (240 kg/ha) dózisú műtrágyakezelést kapott területek között mutatkozott. A hosszúsági értékeket vizsgálva a 30 kg/ha-os dózissal nem volt méretnövelő hatása a kontrollhoz viszonyítva. Statisztikailag igazolható különbség csak a 60, 120 és 240 kg/ha-os kezelésnek volt (1. táblázat).

2. Táblázat. A *Cyanus segetum* nitrogén műtrágyás kezelés hatására kialakuló magasságának páronkénti összehasonlító vizsgálata (2016. május 19-ei és július 8-ai mérés)

KEZELÉS	Mintaelem mszám	MAGASSÁG (cm) 2016. május 19.		KEZELÉS	MAGASSÁG (cm) 2016. július 8.	
		1	2		1	2
Kontroll	20	13,55		Kontroll	73,85	
30 kg/ha	20		21,25	120 kg/ha	79,10	79,10
240 kg/ha	20		21,45	30 kg/ha		84,25
60 kg/ha	20		23,20	240 kg/ha		84,30
120 kg/ha	20		24,90	60 kg/ha		85,25

A magasságokat elemezve a Games-Howell teszt hasonló eredményt adott (2. táblázat). Ez esetben is szignifikánsan alacsonyabb növények voltak jelen a kontroll parcellában a virágzás kezdetén végzett méréskor ($SL < 0,05$). Az alkalmazott kezelések között nem volt statisztikailag igazolható különbség.

A növények magassági növekedésének befejezésekor (július 8-án) végzett magasságmérés adatait elemezve (2. táblázat) az ANOVA szignifikáns hatást mutatott ($F=2,698$ $SL=0,035 < \alpha$). A normalitást a csúcosság-ferdeség vizsgálat alapján elfogadtuk. A post hoc teszt (LSD) alapján (a 120 kg/ha-os kezelést leszámítva) a kezelések megnövelték a növények végleges magasságát ($SL < 0,05$).

3.1.2. *Consolida regalis*

Ennél a fajnál is szoros kapcsolat volt kimutatható a három mért paraméter között (Pearson-féle korreláció $SL < 0,01$). A MANOVA erős szignifikáns hatást mutatott ($F=4,600$, $SL < 0,001$). A normalitásvizsgálat során a csúcosság-ferdeség ellenőrzésével a hibatagok normalitása teljesült (+1,5 és -1,5 közötti intervallumban volt mindkét adatsor esetében) [15]. A kezelésnek csak a szélesség és a hosszúság esetében volt szignifikáns hatása. A Levene-teszt a szélesség esetében volt elfogadható ($SL > \alpha$), míg a hosszúság adatainál a Games-Howell tesztet alkalmaztuk.

3. Táblázat. A *Consolida regalis* nitrogén műtrágyás kezelés hatására kialakuló szélességének és hosszúságának páronkénti összehasonlító vizsgálata

KEZELÉS	Mintaelemszám	SZÉLESSÉG (cm)			HOSSZÚSÁG (cm)		
		1	2	3	1	2	3
Kontroll	20	14,00			12,10		
30 kg/ha	20	17,10	17,10			15,40	
60 kg/ha	20		19,45	19,45		17,05	17,05
120 kg/ha	20		19,90	19,90		18,40	18,40
240 kg/ha	20			20,60			19,55
Szignifikancia		0,092	0,158	0,881			

A növények szélességét vizsgálva megállapítható, hogy a (legkisebb koncentrációban alkalmazott nitrogén dózissal leszámítva) minden kezelésnek szignifikáns hatása volt a növények

egyik vízszintes dimenziójára. A kezelések között csak a legkisebb és a legnagyobb mennyiség tekintetében volt igazolható eltérés ($SL < 0,05$). A hosszúság értékei hasonlóan alakultak, azzal a különbséggel, hogy ennél a dimenziónál az összes kezelés szignifikánsan nagyobb növényméretet produkált a kontrollhoz képest (3. táblázat).

A kísérlet végén elvégzett magasságmérés eredményei szignifikáns hatást mutattak ($F=4,871$ $SL < 0,01$). A hibatagok normalitásvizsgálata (K-S teszt $SL > \alpha$), majd a Levene-teszt ($SL > \alpha$) ellenőrzése után statisztikailag alátámasztott differencia ($SL < \alpha$) mutatkozott a kontroll és a kezelt növények vertikális növekedésében (4. táblázat).

4. Táblázat. A *Consolida regalis* nitrogén műtrágyás kezelés hatására kialakuló magasságának páronkénti összehasonlító vizsgálata (2016. július 8-ai mérés adatai alapján)

	KEZELÉS	Mintaelemszám	MAGASSÁG (cm) 2016. július 8.	
			1	2
Tukey HSD ^{a,b}	Kontroll	20	65,40	
	120 kg/ha	20		82,85
	30 kg/ha	20		83,00
	60 kg/ha	20		86,15
	240 kg/ha	20		88,35
	Szignifikancia		1,000	0,879

3.1.3. *Papaver rhoeas*

A pipacs adatait vizsgálva csak a szélesség és a hosszúság között találtunk kapcsolatot (Pearson-korreláció $SL < 0,001$).

A normalitásvizsgálatot mindkét adatsor hibatagjaira elfogadtuk (Kolmogorov-Smirnov teszt $SL > \alpha$), de a kezeléseknek ennél a fajnál nem volt szignifikáns hatása a növények horizontális paramétereire (MANOVA $F=1,567$ $SL=0,176 > \alpha$).

A magassági adatok halmazát vizsgálva a hibatagok normális eloszlást mutattak (csúcsosság-ferdeség vizsgálat alapján). A kezelésnek erős szignifikáns hatása volt a növények vertikális dimenziójára (ANOVA $F=4,463$, $SL < 0,01$). A Levene-teszt eredménye alapján ($SL > \alpha$) a páronkénti összehasonlítás vizsgálatnál a Tukey tesztet alkalmaztuk.

5. Táblázat. A *Papaver rhoeas* nitrogén műtrágyás kezelés hatására kialakuló magasságának páronkénti összehasonlító vizsgálata (2016. május 19-ei és július 8-ai mérés)

KEZELÉS	Mintaele mszám	MAGASSÁG (cm) 2016. május 19.			KEZELÉS	MAGASSÁG (cm) 2016. július 8.	
		1	2	3		1	2
30 kg/ha	20	13,30			240 kg/ha	84,50	
Kontroll	20	14,20	14,20		120 kg/ha	95,30	95,30
60 kg/ha	20	18,70	18,70	18,70	30 kg/ha	96,55	96,55
240 kg/ha	20		20,95	20,95	60 kg/ha		102,40
120 kg/ha	20			21,70	Kontroll		106,00

Az eredmények alapján ebben a fenofázisban csak a 120 kg/ha-os dózisú nitrogénkezelés tér el a kontrolltól ($SL < 0,05$). Ugyanakkor az adatokból messzemenő következtetést nem lehet levonni, hiszen a mérés a virágszárak fejlődésének kezdetén történt (5. táblázat).

A fejlődés végén végzett magasságmérés során az eredmények jelentősen megváltoztak. Az elvégzett vizsgálat alapján (ANOVA $F=5,717$ $SL < 0,001$, Levene-teszt $SL < \alpha$, rezidumok normális eloszlásúak) a Games-Howell teszt a kezelés negatív hatását tárta fel (5. táblázat). A növények mérete az alkalmazott dózis növelésével fokozatosan csökken, a 240 kg/ha-os kezelésnél pedig ez a csökkenés szignifikánssá vált a kontrollhoz képest ($SL < 0,01$).

4. Következtetések

A nitrogéntartalom hatására növekvő – szakirodalomból jól ismert – vegetatív gyarapodást a *Cyanus segetum* és a *Consolida regalis* fajok esetében is igazoltuk. A kezelésnek ugyanakkor nem volt hatása a *Papaver rhoeas* szélességére és hosszúságára, sőt az internódiumok megnyúlása helyett a növények méretének stagnálását vagy csökkenését figyeltük meg.

A túlzott nitrogénbevitel egyéb hatásait vizsgálva megállapítottuk, hogy a – megdőlésre egyébként is hajlamos – *Cyanus segetum* megnyúlása tovább rontotta az állományok szélellenálló-képességét. A gyomosodás mértéke nem volt nagyobb a kezelt parcellákon, de a megdőlt állományok esztétikailag zavaró képet mutattak a virágzás végén. A biotikus stressztoleranciát a kezelés nem befolyásolta ennél a fajnál, a fellépő kártevők (elsősorban levéltetvek) száma megegyezett a kontroll parcellán károsítókéval. A *Consolida regalis* parcellákon sem biotikus sem abiotikus károsodást nem detektáltunk a kezelés hatására. A kontroll parcellán a gyomosodás mértéke nagyobb volt az alacsonyabb növényállomány és a kisebb talajtakarás miatt. A *Papaver rhoeas* levelén a kezelt parcellákon klorotikus elszíneződéseket, torzulásokat illetve egyes példányok pusztulását figyeltük meg, valamint jelentős levéltetű-kártételt tapasztaltunk a virágzárak fejlődésekor elsősorban a 120 és 240 kg/ha-os kezelést kapott parcellákon.

Irodalomjegyzék

- [1] Bischoff, A., Mahn, E-G. 2000. The effects of nitrogen and diaspore availability on the regeneration of weed communities following extensification. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 77. pp. 237-246.
- [2] Blackshaw, R. E. 2004. Application method of nitrogen fertilizer affects weed growth and competition with winter wheat. *Weed Biology and Management*. Vol. 4. pp. 103-113.
- [3] Bonn, S., Poschod, P. 1998. *Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas*. Quelle und Meyer Verlag, Wiesbaden.
- [4] Brzozowska, I., Brzozowski, J., Kurowska, A. 2014. Diversity of segetal flora in a field of spring triticale depending on weed control and nitrogen fertilization methods. *Acta Scintia Polonorum, Agricultura*. Vol. 13(4). pp. 7-17.
- [5] Davis, A. S. 2007. Nitrogen fertilizer and crop residue effects on seed mortality and germination of eight annual weed species. *Weed Science*. Vol. 55. pp. 123-128.
- [6] Evans, J. R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C₃ plants. *Oecologia*. Vol. 78(1). pp. 9-19.
- [7] Hargitai L. 2005. Talajtan és agrokémia II. Alkalmazott talajtan és agrokémia. Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar. Budapest. 161-174. o.
- [8] Iqbal, J., Wright, D. 1997. Effects of nitrogen supply on competition between wheat and three annual weed species. *Weed Research*. Vol. 37. pp. 391-400.
- [9] Kleijn, D., Snoeiijing, G. I. J. 1997. Field boundary vegetation and the effects of agrochemical drifts: botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 34. pp. 1413-1425.
- [10] Kleijn, D., van der Voort, A. C. L. 1997. Conservation headlands for rare arable weeds: the effects of fertilizer application and light penetration on plant growth. *Biological Conservation*. Vol. 81. pp. 57-67.
- [11] Mohammaddoust, H. R., Ashgari, A., Tulikov, A. M., Hasanzadeh, M., Saidi, M. R. 2008. Effect of fertilizer application on density dry matter and seed characteristics of garden cornflower (*Centaurea cyanus* L.) and corn spurrey (*Spergula vulgaris* L.). *Pakistan Journal of Weed Science Research*. Vol. 14(1-2). pp. 73-80.
- [12] Pethő M. 2006. Mezőgazdasági növények élettana. Második, átdolgozott kiadás változatlan utánnomása. Akadémiai Kiadó. Budapest. 229-232. o.
- [13] Pyšek, P., Lepš, J. 1991. Response of weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis. *Journal of Vegetation Science*. Vol. 2. pp. 237-244.
- [14] Schmitz, J., Hahn, M., Brühl, C. A. 2014. Agrochemicals in field margins – An experimental field study to assess the impacts of herbicides and fertilizers on a natural plant community. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 193. pp. 60-69.
- [15] Tabachnick, B. G., Fidell, L. S. 2013. *Using Multivariate Statistics*. 6th edition. Boston: Pearson.
- [16] Terbe I. 2011. A talaj tápanyag-ellátottságával összefüggő fejlődési rendellenességek. IN: Terbe I. – Slezák K. – Kappel N. 2011. *Kertészeti és szántóföldi növények fejlődési rendellenességei*. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 121-123, 156, 186, 227-229. o.